

Der Einfluss von Tinnitus auf das Sprachverstehen bei Hörgeräteträgern

Der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

zur

Erlangung des Doktorgrades Dr. med. dent.

vorgelegt von
Caroline Pia Dörfler
aus Bamberg

**Als Dissertation genehmigt von der
Medizinischen Fakultät der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg**

Vorsitzender des Promotionsorgans: Prof. Dr. med. Markus F. Neurath

Gutachter: Prof. Dr. Dr. Ulrich Hoppe

Gutachter: Prof. Dr. Michael Döllinger

Tag der mündlichen Prüfung: **09. November 2021**

Widmung

familia et amici in perpetuum

Inhaltsverzeichnis

1. Abstract.....	1
1.1. Objectives.....	1
1.2. Design and methods.....	1
1.3. Observations and results.....	2
1.4. Conclusions.....	2
2. Zusammenfassung.....	3
2.1. Hintergrund und Ziele.....	3
2.2. Methoden.....	3
2.3. Ergebnisse.....	4
2.4. Schlussfolgerung und Diskussion.....	4
3. Einleitung.....	5
3.1. Struktur des menschlichen Gehörs.....	5
3.2. Physiologie.....	6
3.3. Pathologie.....	7
3.4. Geschichte der Hörgeräteentwicklung.....	8
3.5. Hilfsmittelrichtlinie.....	11
3.6. Prüfmethodik.....	12
3.7. Tinnitus.....	17

4. Material und Methode	21
4.1. Studiendesign.....	21
4.2. Ausgewertete Daten.....	22
4.3. Patientenkollektiv.....	22
4.4. Verfahren.....	25
4.4.1. Tonaudiometrie.....	26
4.4.2. Sprachaudiometrie.....	27
4.4.2.1. Freiburger Einsilbertest.....	27
4.4.2.2. Göttinger Satztest.....	28
4.4.3. Fragebogeninventare.....	29
4.4.3.1. Hörgerätezufriedenheit.....	29
4.4.3.2. Tinnitusfragebogen.....	30
4.4.3.3. Visual Analogue Scale	31
4.5. Analyse	31
5. Ergebnisse	33
5.1. Patientenkollektiv.....	33
5.2. Tinnitus.....	33
5.3. Hörgeräte.....	39
5.4. Freiburger Einsilbertest.....	42
5.5. Göttinger Satztest.....	45
6. Diskussion	49
6.1. Eröffnung.....	49
6.2. Übersicht der Ergebnisse.....	49
6.3. Erörterung einzelner Parameter.....	51

Inhaltsverzeichnis

6.3.1. Ergebnisteil.....	51
6.3.2. Material und Methode.....	58
6.3.3. Schlussfolgerung.....	65
7. Literaturverzeichnis.....	67
8. Abkürzungsverzeichnis.....	75
9. Danksagung.....	77
10. Lebenslauf.....	79

1. Abstract

1.1. Objectives

Current, hearing aid provisions are a well-established therapy of choice for Patients with impaired hearing. An important aim is to improve the speech clarity. Furthermore several patients treated with an hearing aid provision suffer from Tinnitus in addition to the hearing loss.

Objective of the doctoral dissertation is to verify the context between Tinnitus and the improvement in the speech clarity tests, as well as the influence of the usage time of the hearing aid provisions and the manufacturer. Moreover the parameter from the health aid guideline, the Goettingen sentence test and the Freiburger speech test were examined.

1.2. Design and methods

The subjects all belong to the pool of patients wich were present in the audiological department of the University of Erlangen in a period of five years from 2012 till 2017. The participation was voluntary. Altogether the informations of 370 patients were investigated. Partly the ears were looked at individually.

Part of the results were the outcome of the pure tone audiometry in the waveband between 0,25 - 6 Kilohertz (kHz) as well as the objective speech clarity results of the Freiburger speech test of sentences (FBE) and the Goettingen sentence test (GöSa).

Furthermore questionnaires with regard to the evaluation of the satisfaction with the hearing aid provisions and burden through the tinnitus were analyzed.

The calculation and the analyses were conducted with Excel, SPSS and MATLAB.

1.3. Observations and results

The survey shows no significant difference between the patients with and without tinnitus referred to the results in the Goettingen sentence test and the Freiburger speech test of sentences.

Furthermore there were no significant differences between the results of the Goettingen sentence test and the Freiburger speech test of sentences in comparison to the hearing aid provision manufacturer or the age of the hearing aid provisions.

Another result is, that the scatter of the reached Visual Analogue Scale (VAS) scores gets more narrow with the increasing degree of the tinnitus.

The following results refer to health aid guideline.

The aim of the guideline is an improvement in the Goettingen sentence test of 2 decibel (dB) and an improvement of 20 % in the Freiburger speech test. This aim was reached by 61,29 % (n=152) patients (n=248). If the parameters were considered separately from each other there is an improvement only in the Goettingen sentence test of 81,05 % (n=201) and in the FBE of 64,52 % (n=160).

1.4. Conclusions

The thesis verifies that it doesn't depend on which manufacture is used to treat the hearing loss nor how old the hearing aid provision is to achieve a satisfactory result.

In addition to that it's not a significant disadvantage to be diseased with tinnitus regarding to the improvement at the speech intelligibility tests.

As Kollmeier (2011) showed, this study verifies a significant connection between the improvement in the GöSa and the FBE [1]. With regard to the aims of the guideline there are considerable more improvements in the Goettingen sentence test than in the FBE. Moreover it's to discuss conclusively if the Goettingen sentence test is more qualified to test those patients with hearing problems regarding to speech clarity in environmental noise.

2. Zusammenfassung

2.1. Hintergrund und Ziele

Die Versorgung eines hörgeschädigten Patienten mit Hörgeräten stellt in der heutigen Praxis die Standardtherapie dar. Ein wichtiges Ziel der Versorgung ist die Verbesserung des Sprachverstehens. Des Weiteren leiden einige mit Hörgerätesystemen versorgte Patienten an Tinnitus.

Ziel der Promotionsarbeit ist es, den Zusammenhang zwischen der Verbesserung in den Sprachverständlichkeitstests und Tinnitus darzustellen sowie zu überprüfen, ob der Hersteller der Hörgeräte sowie deren Alter Einfluss auf diese Ergebnisse haben können. Zudem werden die Kriterien der Hilfsmittelrichtlinie, der Göttinger Satztest sowie der Freiburger Einsilbertest genauer kritisch beleuchtet.

2.2. Methoden

Die Probanden stammen aus einem Pool sämtlicher im Zeitraum von 2012 bis 2017 in der audiologischen Abteilung der Universitätsklinik Erlangen zur Hörgerätekontrolle vorstelligen Patienten. Untersucht wurden die audiologischen Testergebnisse von 370 freiwilligen Probanden. Hierbei wurden die Ohren größtenteils unabhängig voneinander betrachtet.

Es wurde unter anderem die Hörschwellen mittels der Tonaudiometrie im Bereich von 0,25 bis 6 Kilohertz (kHz) und das objektive Sprachverstehen mittels des Freiburger Einsilbertests (FBE) sowie des Göttinger Satztests (GöSa) bestimmt.

Daneben wurden Fragebögen zur Evaluierung der Hörgerätezufriedenheit sowie der Tinnitusbelastung, falls vorhanden, analysiert.

Die Analyse der Daten erfolgte mittels Excel, SPSS und MATLAB.

2.3. Ergebnisse

Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede bei Patienten mit und ohne Tinnitus bei den jeweils erzielten Ergebnissen im Göttinger Satztest sowie im Freiburger Einsilbertest.

Des Weiteren zeigten sich keine signifikanten Unterschiede bei den erzielten Ergebnissen in den genannten Verfahren bezogen auf den Hörgerätehersteller. Bezogen auf die selben Parameter zeigte sich auch kein signifikanter Einfluss des Hörgerätealters.

Ein weiteres Ergebnis ist, dass sich die Streubreite der erzielten Visual Analogue Scale (VAS) Werte mit steigendem Grad des Tinnitus verkleinert.

Bezogen auf die Hilfsmittelrichtlinie ergab die Untersuchung der Probanden, dass 61,29 % (n=152) der Patienten (n=248) eine Verbesserung sowohl im Freiburger Einsilbertest um 20 % als auch eine Verbesserung im Göttinger Satztest um 2 Dezibel (dB) erzielten. Die Analyse der Parameter getrennt voneinander zeigte eine Verbesserung allein im FBE von 64,52 % (n=160). Im GöSa erzielten 81,05 % (n=201) der Probanden eine Verbesserung.

2.4. Schlussfolgerung

Ob ein schwerhöriger Patient mit seiner Hörgeräteversorgung ein zufriedenstellendes Ergebnis erzielt, hängt primär nicht von dem Hersteller und dem Alter einer Hörgeräteversorgung ab. Des Weiteren ist es für die Verbesserung in den Sprachverständlichkeitstests nicht von signifikantem Nachteil an einem Tinnitus erkrankt zu sein.

Wie schon Kollmeier 2011 untersuchte, zeigt sich auch bei dieser Studie ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Verbesserung im Göttinger Satztest und der Verbesserung im Freiburger Einsilbertest [1]. Bezogen auf die in der Hilfsmittelrichtlinie genannten Forderungen fällt auf, dass das Ziel der Verbesserung im Göttinger Satztest deutlich häufiger erreicht wurde als im Freiburger Einsilbertest. Zu diskutieren bleibt, ob sich der Göttinger Satztest für die Begutachtung geringgradig Schwerhöriger mit Hörproblemen im Sprachverstehen im Störgeräusch auf Grund der erzielten Ergebnisse besser eignet.

3. Einleitung

3.1. Struktur des menschlichen Gehörs

Neben der olfaktorischen, gustatorischen, visuellen und taktilen Wahrnehmung stellt die audiologische Wahrnehmung, den fünften Sinn des Menschen dar. Das Hören ist genau wie das Sehen und Riechen ein Fernsinn. Eine Schädigung eines dieser Telerezeptoren stellt eine körperliche Beeinträchtigung der Sinneswahrnehmung dar. Eine solche Sinnesbehinderung führt meist zu einer starken Beeinträchtigung des betroffenen Individuums.

Eine anatomische Besonderheit besteht darin, dass das Ohr, aufgeteilt in Außen-, Mittel- sowie Innenohr, sowohl vestibuläre als auch auditorische Sinnesorgane umfasst [2]. Diese sind für die Messung von Schall, Drehbeschleunigung und Gravitation notwendig [3].

Das Außenohr, bestehend aus dem Lobulus auricularis, der Concha auriculae, der Helix, der Anthelix, der Skapha, der Incisura intertragica sowie der Incisura supratragica ist durch das Trommelfell von den Mittelohrräumen abgegrenzt. Funktionell kommen dem äußeren Ohr zwei Aufgaben zuteil, zum einen einer Schalldrucktransformation von Schall im freien Feld zu Schall am Trommelfell. Hierbei kann eine Schallpegelerhöhung von bis zu 20 Dezibel (dB) stattfinden. Zum anderen der Schutz des Trommelfells vor mechanischen Reizen [4].

Zugehörig zum Mittelohr sind die Membrana tympani, das luftgefüllte Cavum tympanica wiederum in drei Ebenen eingeteilt, die Gehörknöchelchenkette aus Malleus, Inkus sowie Stapes, der Musculus tensor tympani und Musculus stapedius, der Processus mastoideus sowie die Tuba auditoria sive auditiva [4]. Das Mittelohr hat die Impedanzanpassung zur Aufgabe.

Die Auris interna fasst ein Gesamtvolumen von variablen 140 mm^3 . Das Innenohr besteht aus der Cochlea, dem Vestibulum sowie den Bogengängen. Somit beherbergt es den auditorischen sowie den vestibulären Sinn. Grundsätzlich zeichnet sich die Hörschnecke durch ihre 2,5 fache Windung aus. Sie wird wiederum in drei flüssigkeitsgefüllte Kompartimente untergliedert. Zum einen in die Scala vestibuli welche im Vestibulum beginnt verbunden über das Helicotrema mit der Scala tympani welche am Fenestra rotunda endet, beide jeweils mit Perilymphe gefüllt und die Scala media, ein blind endender endolymphgefüllter

Einleitung

Raum. Getrennt werden die drei Räume durch die Reissner- sowie die Basilarmembran [4]. Das Corti-Organ liegt der Basilarmembran auf, es besteht aus Haarsinneszellen und stellt das eigentliche „Wandlersystem“ von elektrischen in neuronale Signale dar [5].

3.2. Physiologie

Der aufgenommene Schall aus der Umgebung, welcher vom trichterförmigen Außenohr an das Mittelohr übertragen wird, bedarf einer Verstärkung, der sogenannten Impedanzanpassung. Notwendig ist diese, da der Schall vom luftgefüllten Mittelohr an das flüssigkeitsgefüllte Innenohr übertragen wird und der Schallwellenwiderstand, auch Impedanz genannt, einer Flüssigkeit deutlich höher ist als der von Luft. Bei fehlender oder reduzierter Impedanz, beispielsweise bei einer Versteifung der Gehörknöchelchenkette, sind deutliche Verluste durch Reflexion die Folge. Ohne die Impedanzanpassung ist eine Reflexion von 98 % zu erwarten [6].

Im Mittelohr erfolgt eine Verstärkung zum einen durch die Hebelwirkung der Gehörknöchelchenkette, dies entspricht einem Gewinn von 2,5 dB, zum anderen durch das Größenverhältnis von Trommelfell zum Stapes, dies führt zu einer Druckverstärkung um den Faktor 22. Auf Grund dieser Effekte kommt es lediglich zu einer Reflexion von 40 % [7]. Die Hörtheorie der Wanderwellen, beziehungsweise hydrodynamische Hörtheorie nach Békésy genannt, beschreibt den Zusammenhang zwischen der mechanischen Welle und der neuronalen Signalentstehung [8]. Auf Grund der periodischen Stapesschwingung kommt es zu einer Volumenverschiebung der Perilymphe des oberen und unteren Lymphraums. Dies führt zu einer Wellenbewegung des Ductus cochlearis. Im Bereich des Schwingungsmaximums kommt es zu einer Verschiebung zwischen der Membrana tectoria und der Basilarmembran, dies führt wiederum zu einer Scherbewegung zwischen der Tektorialmembran und dem Corti-Organ und führt zur Reizung der Haarsinneszellen. Man spricht hierbei auch von einer Tonotopie, diese ist gleichbedeutend mit einer räumlich getrennten Stimulation von für verschiedene Frequenzen kodierenden Hörnervenfasern.

3.3. Pathologie

Bei Hörstörungen handelt es sich um eine chronische Beeinträchtigung im Alltag. Deutlich altersabhängig zeigt sich die Prävalenz der Schwerhörigkeit. Während sie bei der Geburt noch bei einer Rate von 1:1000 liegt, steigt sie auf circa 1:3 bis 1:4 im Alter von 65 Jahren an [9]. Laut Schätzungen der World Health Organisation (WHO) liegt die Rate einer Hörstörung bei 70- bis 79-jährigen Personen schon bei über 40 %, bei über 80-jährigen Personen bei mehr als 70 % mit steigender Prävalenz [10]. Betroffen sind somit annähernd 15 Millionen Menschen in Deutschland [11]. Davon werden circa 10 bis 12 Millionen Menschen als behandlungsbedürftig eingestuft [12].

Schwerhörige sowie Gehörlose obliegen oft dem Gefühl, von der Gesellschaft ausgegrenzt, gar isoliert zu werden. Dies liegt vornehmlich daran, dass das Hören für die sprachliche Kommunikation unersetzlich ist [13]. Ein bereits beobachteter Zusammenhang besteht zwischen dem Abbau kognitiver Leistungen und Hörstörungen. Beschrieben werden in diesem Zusammenhang unter anderem physische Folgen wie eine erhöhte Anspannung und Muskelverspannungen, schnellere Ermüdbarkeit sowie Schlafstörungen, aber auch psychische Folgen wie Unsicherheit, Ängste, Beklemmungen, Reizbarkeit, Traurigkeit bis hin zur Depression. All dies kann dann in sozialem Rückzug bis zur völligen Isolation gipfeln [11].

Nachgewiesenermaßen macht die Hörminderung mit 9 % den höchsten Einzelanteil an modifizierbaren Risikofaktoren bei der Demenz aus [14], [15].

Die volkswirtschaftlichen Folgekosten, die aus einer solchen unbehandelten Schwerhörigkeit entstehen, betragen alleine in Deutschland circa 2-2,65 Milliarden Euro pro Jahr [16].

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen zwei Arten der Schwerhörigkeit, die Schallleitungsschwerhörigkeit sowie die Schallempfindungsschwerhörigkeit.

Bei der reinen Schallleitungsschwerhörigkeit findet sich die Hauptursache im Außen- oder Mittelohr. Hierbei sind die Innenohrfunktion und die neurale Erregungsverarbeitung normal. In Folge dessen kann ein Schallsignal annähernd exakt wie bei Normalhörenden wahrgenommen werden, allerdings wird die Lautstärke entsprechend niedriger wahrgenommen. Dies ist gleichzusetzen mit einer schallpegelunabhängigen Lautstärkenverminderung.

Die Schallempfindungsschwerhörigkeit stellt sich deutlich komplexer dar, da es

Einleitung

hierfür mehrere Auslöser geben kann. Der Grund für eine solche Schwerhörigkeit kann unter anderem in den äußeren oder inneren Haarzellen bzw. der Stria vascularis begründet sein. Somit führt eine Innenohrschwerhörigkeit zu Deutlichkeits- und Hörbarkeitsverlusten [17]. Ein typischer Vertreter der Schallempfindungsschwerhörigkeit ist die Altersschwerhörigkeit, auch Presbyakusis genannt. Eine kausale Therapie gibt es für diese Form der Schwerhörigkeit bislang nicht. Der demographische Wandel der Gesellschaft der letzten Jahrzehnte und das damit in Zusammenhang stehende steigende Alter der Menschen ist nicht von der Hand zu weisen. Das Durchschnittsalter der deutschen Bevölkerung wird weiter steigen. Nach Schätzungen der Bundeszentrale für politische Bildung wird im Jahr 2060 ein Drittel der Bevölkerung älter als 65 Jahre sein [16]. Dies lässt als Folge auch die Anzahl der Patienten, die auf eine Hörhilfe angewiesen sind steigen. Durch Freizeitlärm bedingte Hörschäden sind zusätzlich bei jedem zehnten Jugendlichen zu befürchten [18].

3.4. Geschichte der Hörgeräte-Entwicklung

Schon ab dem 19. Jahrhundert halfen sich Schwerhörige durch die Verwendung eines Hörrohrs ihre Hörleistung zu verbessern. Durch diese Apparatur sei bereits eine Verstärkung um 20-30 dB erzielt worden.

Im Jahr 1952 stellte die Firma Sonotone Corporation das erste Hörgerät (HG) auf Transistorbasis vor. Gefolgt von Innovationen wie der Hörbrille, welche ihre größte Verbreitung im Zeitraum von 1950 bis 1970 fand, sowie 1966 von der Markteinführung des Hörgerätes „Siretta 339“ von Siemens, welches das erste „Im-Ohr-Hörgerät“ darstellte. Zu beobachten war auch eine technische Entwicklung von den analogen Hörgeräten hin zu den digital programmierbaren analogen Hörgeräten und den volldigitalen Hörgeräten, welche den heutigen Standard darstellen.

Ein entscheidender Meilenstein wurde 2004 von Siemens durch die Erfindung zweier über Funk kommunizierender Hörgeräte gelegt, welche das natürliche Zusammenspiel zwischen den Ohren nachempfinden sollten.

In den letzten Jahren erkennt man einen Trend der Entwicklung bei Hörgeräten mit Augenmerk auf den digitalen Technologien. So sind Hörgeräte heutzutage direkt mit mobilen Endgeräten zu verbinden, so dass zum Beispiel Telefonate direkt auf das Hörgerät weitergeleitet werden [19].

Unterstützt wird dieser Trend durch die Novellierung der Hilfsmittelrichtlinie von 2014, welche durch ihre hochgesteckten Ziele und die Anhebung der Vertragspreise der Gesetzlichen Krankenversicherung (GKV) ein gewisses Maß an stetigem Fortschritt fordert [20]. Grundlegende Forderung der Krankenkassen ist auch hier, dass die zuzahlungsfreien Hörgeräte ein Mindestmaß an Qualität erreichen und eine ordentliche Versorgung darstellen [21].

Trotz des rapiden Wandels und der enormen technischen Neuerungen und Gadgets auf dem Hörsystemmarkt fällt auf, dass durchaus noch ein großes Entwicklungspotenzial besteht. Vor allem im grundlegenden Bereich des Sprachverstehens in geräuschgefüllten Umgebungen. Im Jahr 2015 beschrieben Meister et al. in einer Studie, dass die erzielten subjektiven Ergebnisse der getesteten Probanden mit den jeweiligen Hörgeräteversorgungen durchaus Verbesserungspotenzial in der Zufriedenheit mit der Versorgung bergen [22]. Hierbei bezieht er sich auf eine durchgeführte Untersuchung an 30 Probanden mit sensorineuralem Hörverlust. Jeder dieser Probanden musste im Rahmen seiner Untersuchung unter anderem auch den „IOI-HA“ (The International Outcome Inventory for Hearing Aids) nach Cox et al. beantworten [22]. Der Fragebogen besteht aus sieben Fragen, welche auf einer fünfstufigen Likert-Skala von eins bis fünf beantwortet werden. Ein Anstieg der Skala bei der jeweiligen Antwort spiegelt direkt ein besseres subjektives Ergebnis mit den Hörgeräten wieder. Die Fragen zielen unter anderem darauf ab, wie häufig der Patient seine Hörgeräte trägt, wie sehr er durch diese Hörgeräte beeinflusst wird und wie hilfreich die Geräte im Alltag sind. Der Gesamtscore des Fragebogens wird hierbei aus einer Mittelwertbildung der Punktzahl aus allen Fragen gebildet. In der genannten Studie liegt die Bewertung der Hörsysteme im Mittel bei 3,3 Punkten. Die Spanne zur Verbesserung liegt somit bei 1,7 Punkten sprich 34 % Innovationspotenzial [22].

Eine weitere Studie unter dem Namen „Marke-Trak Befragung“ von Kochkin et al. (2010) und Abrams (2015) zeigt unter anderem die Zufriedenheit der getesteten Probanden mit ihrer jeweiligen Hörgeräteversorgung auf [23], [24]. Hierzu wurden in den USA ab dem Jahr 1980 in regelmäßigen Abständen von drei bis sechs Jahren Probanden zu einem breiten Spektrum bezüglich ihrer Hörgeräteversorgung befragt. Im Schnitt wurden pro Testung 2000-3000 Probanden befragt, deren HG-Systeme nicht älter als vier Jahre alt waren. Die Ergebnisse zeigten im Jahr 1994 eine Zufriedenheit von 58 % mit stetigem Anstieg bis zum

Einleitung

Jahr 2014 auf 85 %. Die Ursachen für diesen Anstieg könnten die Markteinführung der volldigitalen Hörgeräte im Jahr 1996 oder die Einführung der Mini „Hinter dem Ohr“ (HdO) Hörsysteme im Jahr 2003 sein [21], [23], [24].

Die momentan populärste Bauform von Hörsystemen stellt das Mini-HdO Gerät mit RIC (Receiver in Canal) dar. Vorteile dieser Bauform sind unter anderem die fehlende Okklusion des äußeren Gehörgangs und somit der fehlende Okklusionseffekt und damit verbunden ein natürlicher Klang. Negativ fällt bei dieser Art der Hörsysteme auf, dass die Signalverarbeitungslogarithmen durch die offene Anpassung an Wirkung einbüßen können. Dies liegt daran, dass ein relevanter Teil des Schalls als Direktschall auf das Trommelfell trifft und sich der internen Verarbeitung des HGs entzieht.

Als Alternative steht dem Patienten ein IIC Gerät zur Verfügung. IIC steht für „Invisible in Canal“ Gerät [21]. Der Name erklärt den größten Vorteil des Gerätes, nämlich die durchaus ansprechende, da unauffällige Optik. Zudem entfällt ebenfalls der Okklusionseffekt. Ein Nachteil dieses Systems ist der hohe Preis. Zudem eignet sich diese Bauart nicht für jeden Patienten, da man hierzu einen ausreichend großen Gehörgang benötigt.

Eine neue Alternative zu dem HdO-Gerät stellt das sogenannte MARIC System aus den Niederlanden dar. MARIC steht in diesem Fall für Microphone and Receiver in Canal [21]. Theoretisch erfolgt hier die Schallaufnahme an dem natürlichen Ort des Hörens. Dies ist grundsätzlich gut für das Richtungshören sowie das Sprachverstehen im Störschall. Nachteilig ist jedoch die momentane Größe dieser MARIC Geräte im Vergleich zu den herkömmlichen RIC-Geräten. Um eine exakte Beurteilung der Qualität dieser Geräte abschließend abgeben zu können, fehlen bis dato jedoch Feldstudien im erforderlichen Maße.

Grundsätzlich ist zu erwähnen, dass viele der heute verwendeten Geräte eine 2,4 Gigahertz (GHz) Wirelesslösung anbieten, sprich eine Verlinkung der rechten und linken Seite. Dies führt zu einer signifikanten Verbesserung bei der Klangqualität, welches die Verbraucher vor allem bei Telefonaten, TV-Geräuschen, Vorträgen sowie beim Hören von Musik bemerken. Des Weiteren können hiermit deutliche Verbesserungen beim Signal-Rausch-Abstand erzielt werden [21].

3.5. Hilfsmittelrichtlinie

Mit Wirkung zum 01.04.2012 wurde vom Gemeinsamen Bundesausschuss eine neue Hilfsmittelrichtlinie bezüglich der Hörsystemversorgung erarbeitet.

Die Novellierung dieser Hilfsmittelrichtlinie erfolgte im Jahr 2014, die letzte Änderung ist auf den 17. September 2020 datiert [20].

Unter dem Terminus „Sachleistungsanspruch“ nach §33 Abs.1 SGB V ist definiert, dass jeder Patient eine Hörhilfe erhält, bei welchem diese notwendig ist um den Erfolg der Therapie zu sichern, eine drohende Behinderung auszugleichen oder einer Behinderung vorzubeugen. Im Umkehrschluss ist dies auch das angestrebte Ziel der Versorgung mit einem Hörsystem. Expliziter definiert ist dies in der Hilfsmittelrichtlinie zum einen als das Erreichen von Sprachverstehen bei Umgebungsgeräuschen sowie in größeren Menschenmengen. Des Weiteren als eine Verbesserung des räumlichen Hörens durch eine beidohrige, sprich binaurale Versorgung und zuletzt als die Befriedigung allgemeiner Grundbedürfnisse durch eine verminderte Kommunikationsbehinderung. All dies ist durch die natürlichen Grenzen der Medizin und des technischen Fortschritts limitiert.

Ein gesetzlich versicherter Patient hat in Deutschland ein Anrecht auf eine vollständige Kostenübernahme einer Hörgeräteversorgung, Beratung sowie deren Anpassung und Reparatur [20]. Die in §12 Abs. 1 SGB V beschriebene Grundvoraussetzung ist jedoch, dass die Leistungen zweckmäßig und wirtschaftlich sind [25]. Des Weiteren ist in §127 Abs.2 SGB V beschrieben, dass sich die Hörgeräteakustiker verpflichten, den gesetzlich versicherten Patienten zuzahlungsfreie Hörsysteme anzubieten und diese bei besonders hochwertigen Systemen mit privaten Zuzahlungen zu versehen. Dies bedeutet, sämtliche Systeme die das Maß der Notwendigkeit überschreiten werden nicht komplett kostendeckend von der gesetzlichen Krankenversicherung mittels Festbetrags bezuschusst. Ab November 2013 wurden zwischen dem Spitzenverband der GKV und der Bundesinnung der Hörgeräteakustiker neue, doppelt so hohe Festbeträge wie zuvor geltend beschlossen [26].

Die Zahlungen der gesetzlichen Krankenversicherung beliefen sich im Jahr 2013 auf rund 584 Millionen Euro. Nach Veränderung des Festbetrages zahlten die GKV allein in den ersten drei Quartalen des Jahres 2014 rund 702,6 Millionen Euro. Die aktuellen Zahlen des Jahres 2016 belaufen sich auf Zahlungen

Einleitung

von 937,9 Millionen Euro. Mit ähnlich großen Summen darf der privat gezahlte Anteil geschätzt werden [26], [27].

Grundsätzlich muss das zum Vertragspreis angefertigte Hörsystem Digitaltechnik, Mehrkanaligkeit, Rückkopplungs- und Störschallunterdrückung sowie mindestens drei Hörprogramme aufweisen [28]. Die Regelversorgung ist die binaurale Versorgung. Die binaurale Hörgeräteversorgung ist angezeigt wenn ein tonaudiometrischer Hörverlust von mindestens 30 dB auf dem besser hörenden Ohr in zumindest einer der Prüffrequenzen zwischen 500 und 4000 Hertz (Hz) vorliegt sowie wenn sprachaudiometrisch die Verstehensquote bei Verwendung des Freiburger Einsilbertests (FBE) auf dem besseren Ohr mit Kopfhörern bei 65 dB nicht mehr als 80 % beträgt [20].

Die Qualität einer Hörgeräteversorgung in Bezug auf das Sprachverstehen wird häufig mittels Freiburger Einsilbertest im freien Schallfeld (DIN ISO 8253-3) ermittelt [29]. Ein Ziel ist, dass der Gewinn mit Hörsystemen im freien Schallfeld bei gleichbleibendem Pegel mindestens 20 Prozentpunkte beträgt, sofern bei einem normalen Sprachpegel von 65 dB ohne Hörsystemversorgung noch ein Einsilberversprechen ermittelbar ist. Des Weiteren soll bei der Überprüfung des Ergebnisses mit dem FBE im Störschall (Sprachschallpegel 65 dB und Störschallpegel 60 dB) im freien Schallfeld ein Gewinn von mindestens zehn Prozentpunkten erreicht werden. Grundsätzlich sollte die Störschalltestung mindestens zwei Mal durchgeführt werden [20]. Zudem wird vom Gemeinsamen Bundesausschuss gefordert, dass bei der Testung „*im sprachsimulierenden Störschall von 45dB im Oldenburger Satztest (OLSA) oder im Göttinger Satztest (GöSa)*“ (Gemeinsamer Bundesausschuss, 2020) das Ergebnis der Signal to noise ratio (S/N) um 2 dB geringer gewählt werden kann als bei der anfänglichen 50 % S/N [20]. Ein weiteres erstrebenswertes Ziel ist, dass die zuzahlungspflichtigen Hörsysteme mindestens genauso gute Ergebnisse erzielen wie die von der GKV in Verbindung mit dem Hörgeräteakustiker als Sachleistung angebotenen Hörgeräte [20].

3.6. Prüfmethodik

Der Zweck einer Prüfung des Hörvermögens ist die Klärung der Kausalität sowie des Ausmaßes einer Hörschädigung. Grundsätzlich sollten zuallererst die klassischen Hörprüfungen in Form von Stimmgabelprüfung nach Rinne und

Weber und die Hörweitenprüfung durchgeführt werden, auf welche im Folgenden nicht weiter eingegangen wird [7].

Neben der Tonaudiometrie stellt die Sprachaudiometrie in Deutschland einen der Grundpfeiler der quantitativen Bewertung des Hörverlustes dar. In einigen anderen Ländern, wie beispielsweise der Schweiz dient lediglich die Tonaudiometrie als audiologischer Standard für die Einschätzung des prozentualen Hörverlustes im Begutachtungsprozess [30]. Des Weiteren sind die obig genannten Testverfahren ein essentieller Bestandteil bei der Überprüfung der Qualität der angefertigten Hörgeräteversorgung. Diese Prüfverfahren zählen zu den objektiven Testungen und der grundlegenden Diagnostik in der Audiologie [31].

Zudem werden teilweise Fragebögen zur zusätzlichen subjektiven Beurteilung des Patienten ohne als auch mit der jeweiligen Hörgeräteversorgung angefertigt. Hierzu zählt unter anderem der APHAB (Abbreviated Profile of Hearing Aid Benefit) nach Cox und Alexander, das Oldenburger Inventar (OLInv) sowie das Göteborger Profil [32], [33], [34], [35], [36].

Zur Bestimmung der Tonhörschwelle werden die Ohren unabhängig voneinander betrachtet. Ebenfalls getrennt voneinander betrachtet wird die Luft- und Knochenleitung. Notwendig hierfür ist ein schallisolierter Raum oder eine Prüfkabine. Grundsätzlich wird bei der Hörschwellenmessung mit der Luftleitung auf dem subjektiv besser hörenden Ohr begonnen. Vorgespielt werden der Testperson Sinusschwingungen bestimmter Frequenzen in zunehmender Lautstärke. Diese Änderung der Lautstärke kann in unterschiedlich großen Schritten von 1 dB bis zu 5 dB adaptiv erfolgen. Der Proband gibt nun an, wann er den Prüftön zum ersten Mal hört. Dies geschieht mittels Patiententaste. Untersucht werden Frequenzbereiche von 125 Hz bis 10 Kilohertz (kHz) [37]. Die Ergebnisse werden direkt in ein digitales Audiogramm eingespeist.

Die Hörschwellen alleine sagen nicht viel über das Ausmaß der Hörstörung des Patienten im Alltag aus. Da es sich bei der Hörschwelle lediglich um akustische Reize in einem Schwellenbereich handelt und nicht, wie im Alltag üblich, um Schallsignale aus einem breiten Frequenzspektrum. Bei der Umgangssprache im normalen Gespräch werden innerhalb von kürzester Zeit deutliche Frequenzveränderungen vorgenommen, welche sich zum Teil in den überschwelligem Bereich erstrecken [38]. Die Prüftöne werden durch Silben, Wörter oder Sätze, die die verwendete Sprache möglichst breit repräsentieren, ersetzt. Das erzielte Ergebnis nach den verschiedenen Testungen wird mit den Werten von

Einleitung

Normalhörenden verglichen. Bezugspunkt für die Auswertung stellt die Sprachverständlichkeitsschwelle (SVS) dar, welche per definitionem den minimalen Pegel des Sprachschalls bei dem 50 % der Testeinheiten richtig verstanden werden, ist [39], [40].

Der Freiburger Sprachverständlichkeitstest, aufgeteilt in Wörter und Zahlen, nach Hahlbrock, zählt zu den gängigsten Tests zur Ermittlung des Sprachverstehens in Ruhe [41], [42]. Durch die 1973 festgelegte DIN Norm 45621-1 gilt dieser als exakt standardisiert und ist schon seit Ende der 1950er Jahre in Gebrauch [41]. Einige Kritik ist jedoch schon in den 1980er Jahren an diesem Test aufgekommen, da die Testreihen als unterschiedlich komplex eingestuft werden. So zeigen auch Studien von Alich [43], Bangert [44], Kießling [45] und Kollmeier [46], dass die Testreihen nicht ausgewogen in Bezug auf ihre Verständlichkeit sind. Im Detail wird beispielsweise kritisiert, dass die Aussprache als unnatürlich gilt, durch mundartlich und regionale Sprachbesonderheiten zusätzlich erschwert, das Testverfahren technisch veraltet ist und sich der Test aus mehreren Gründen nicht für die Untersuchung insbesondere von Zahlwörtern im Störschall eignet [44], [47], [45]. Winkler et al. fassen 2016 in einer selbst durchgeführten Studie zusammen, dass der FBE nur dann ein zuverlässiges Diagnostikum darstellt, wenn mehrere Testlisten verwendet werden da die Anzahl der Testwörter pro Liste recht gering sind und dadurch in sich recht hohe Messungenauigkeiten bergen [41]. Der Ablauf des Freiburger Sprachtests ist wie folgt gegliedert. Die Tests bestehen aus jeweils zehn Gruppen mit zehn zweistelligen Zahlen, diese entsprechen Mehrsilbern sowie aus 20 Gruppen mit jeweils 20 einsilbigen Testwörtern. Diese Wörter und Zahlen werden pro Gruppe so zusammengestellt, dass sie den mittleren Frequenzinhalt der deutschen Sprache widerspiegeln [40]. Nachdem die Zahlen/Wörter der Testperson vorgespielt wurden, soll diese das jeweils gehörte Wort oder die Zahl nachsprechen. Von dem Versuchsleiter werden die jeweiligen Ergebnisse als richtig oder falsch notiert. Der Versuchsablauf bedarf einer anwesenden prüfenden Person und ist nicht automatisierbar. Das Ergebnis ergibt sich direkt aus der Rate der jeweils richtig wiederholten Zahlen und Wörter, wobei eine Zahl mit zehn Prozent zur Erkennungsrate beiträgt und ein Wort mit jeweils fünf Prozent. Hieraus ist der direkte Vorteil dieses Verfahrens abzuleiten. Es ist leicht in der Anwendung sowie in der Auswertung, bedarf jedoch immer einer testenden Person. Der Nachteil dieses Testverfahrens ist zusätzlich zu den oben genannten Problemen,

dass das Ergebnis lediglich auf einer Testreihe aus zwanzig unterschiedlich gut verständlichen Testwörtern besteht und somit statistisch begrenzt aussagekräftig ist. Diese Problematik beschrieb schon Thornton im Jahr 1978. Er wies darauf hin, dass eine „*Sprachverständlichkeitsmessung mit n Testwörtern und k korrekt verstandenen Wörtern statistisch als eine Binomialverteilung $B(n, p, k)$ interpretiert werden kann.*“ (E.Mallinger, 2011) [48]. Hierbei entspricht p der tatsächlichen Verständlichkeit. Wenn diese zum Beispiel bei 50 % liegt, so liegt das Ergebnis bei einem Sprachtest mit 20 zu testenden Wörtern in 95 % der Fälle zwischen 20 und 80 %. Interpretiert man nun diese Schlussfolgerung zeigt sich, dass eine Veränderung im Testergebnis um 20 % durchaus auch aus rein statistischen Gründen zustande kommen kann. Die inzwischen zur Verfügung stehenden modernen Verfahren erlauben zusätzlich eine zuverlässige Messung von Sprachverstehen im Störgeräusch. Dies ist für die valide und reliabel Bewertung des Erfolgs von Hörgeräteversorgungen sowie von Cochlea Implant (CI) Versorgungen von Nöten [49], [50].

Allerdings ergibt sich nur aus dem Gesamtbild der Testreihen in Ruhe und in Sprache ein klares und zielführendes Ergebnis für eine qualitativ hochwertige Therapie. Eine Kontrolle im Störschall wird allerdings noch nicht allgemein angewendet. Wie Niemeyer im Jahr 2000 in einem Artikel beschreibt, wäre dies jedoch gerade bei Patienten mit Hochtonsteilabfall wünschenswert, da laut ihm der Sprachverständnistests dieser Patientengruppe in Ruhe keine auffälligen Ergebnisse liefern werden, die im Störgeräusch jedoch durchaus [51].

Grundsätzlich wird bei Sprachtests im Störgeräusch die sogenannte „L50“ definiert. Diese entspricht der 50%-Sprachverständlichkeitsschwelle, das heißt dem Signal-Rausch-Abstand in dB SNR, bei welchem noch 50 % der Sprache verstanden werden. Bei einem normalhörenden Probanden liegt diese Schwelle im negativen Bereich, ergo kleiner als 0 dB SNR. Das bedeutet, dass ein negativer Testwert konträr eine positive Verstehensleistung darstellt. Auch bei diesen Sprachtests ist das Ergebnis individuell bedeutend abhängig vom verwendeten Sprachmaterial und dem jeweiligen Störgeräusch [31].

Im folgenden soll der Göttinger Satztest (GöSa) mit den jeweiligen Vor- und Nachteilen genauer beleuchtet werden. Konzipiert wurde der GöSa durch Wesselkamp et al. [52] und stellt eine Weiterentwicklung des Marburger Satztests dar [53]. Der Göttinger Satztest im Störschall erfolgt mit ganzen Sätzen. Er besteht aus 20 Testlisten mit je zehn kurzen Sätzen. Die Sätze stimmen in Pho-

Einleitung

nem- und Wortzahl ungefähr überein und orientieren sich an Alltagssätzen. Beim GöSa werden die Testsätze, auch als Nutzsignal bezeichnet, von vorne an den Probanden getragen. Der Störschall erscheint auf das schlechter hörende Ohr, ergo im 90° Winkel zum Nutzsignal. Diese Anordnung von Nutzsignal und Störschall entspricht der festgelegten Norm. Eine aktuelle und exakte Kalibrierung der Lautsprecher beziehungsweise Kopfhörer in dB SPL ist unabdingbar. Prüfer und Proband befinden sich im gleichen, akustisch abgeschirmten Raum. Der Störpegel ist auf 65 dB SPL eingestellt. Verwendet wird in der Regel ein stationäres, sprachsimulierendes Rauschen, das aus einer Überlagerung der Sätze erstellt wurde. Dieses Rauschen wird auch „goenose“ genannt. Ziel dieses Tests ist es, wie auch bei den anderen Sprachverständlichkeitstests, die Sprachverständlichkeitsschwelle zu ermitteln. Um eine exakte Abstufung des Störschalls zu garantieren, ist ein zweikanaliges Audiometer mit einer Pegelregulierung von je 1 dB Schritten von Nöten. Der Proband soll direkt im Anschluss an einen Satz, den jeweiligen Satz wiederholen. Der Prüfer notiert das Ergebnis direkt als richtig oder falsch. Je nach Verstehensleistung im vorangegangenen Satz erfolgt ein adaptives Vorgehen zur Einstellung des Sprachpegels. Vorteile dieses Verfahrens sind unter anderem die hohe Reproduzierbarkeit beim adaptiven Verfahren sowie ein Wegfall von Trainingslisten und Übungssequenzen. Hiermit zeigt sich der allgemeine Vorteil, dass dieser Test für den klinischen Alltag besser geeignet ist als beispielsweise der Oldenburger Satztest, welcher einer vorherigen Übung bedarf [54], [55]. Des Weiteren beschreiben Thiele et al. (2011), dass der GöSa bei 65 dB SPL eine Differenzierung des Hörvermögens bei unterschiedlich gut hörenden Probanden zulässt und durch seine hohe Genauigkeit besticht [31]. Allerdings ist dies auch ein Nachteil des Tests, da dieser eine hohe Präzision bei der Bestimmung der L50 Schwelle fordert, da schon geringe Änderungen der SNR einen großen Effekt auf die Verstehensleistung haben [31]. Nachteilig ist anzusehen, dass die Ergebnisse aus den verschiedenen Sprachtests nicht direkt miteinander verglichen werden können und eine gewisse Kenntnis der Bezugswerte der jeweiligen Tests notwendig ist. Neben dem Göttinger Satztest gibt es unter anderem noch den Oldenburger Satztest sowie den HSM-Satztest (Hochmair Schulz Moser) [37]. Auf weitere Satztests soll hierbei im Detail nicht weiter eingegangen werden.

Abschließend ist zu sagen, dass der heute in Deutschland standardmäßig eingesetzte Freiburger Sprachtest nicht mehr aktuell und überholt ist. Er entspricht

zwar im Versuchsaufbau einer DIN Norm, allerdings gibt es inzwischen deutlich besser geeignete Sprachtests zur Feststellung einer Schwerhörigkeit. Die Erneuerung der Vorschrift und somit der Austausch des Freiburger Einsilbertests ist wünschenswert. Ein neuer Test sollte ebenfalls durch eine DIN Norm standardisiert sein und zudem sollte eine einfache Vergleichbarkeit mit anderen Tests möglich sein, ob direkt oder über eine Vergleichstabelle ist hierbei zweitrangig.

3.7. Tinnitus

Als Tinnitus wird in der Medizin die subjektive Wahrnehmung einer Geräuschsensation bezeichnet, wobei keine externe Schallquelle als Auslöser auszumachen ist. Momentan leiden in Deutschland schätzungsweise 3 Millionen Menschen an einem Tinnitus, mit einem jährlich steigenden Zuwachs von 235.000 Betroffenen [56].

Als Grund für dieses akute oder chronische Empfinden wird eine fehlerhafte Kodierung innerhalb des Hörsystems von auditorischen Informationen in Betracht gezogen. Häufig korreliert ein Tinnitus mit einer Hörstörung, allerdings kann dieser auch isoliert, als einzelnes Symptom auftreten. Aufgefallen ist, dass auch bei Patienten mit durchtrenntem Hörnerv immer noch ein Tinnitus wahrgenommen wurde und somit ein obligater Zusammenhang mit einer kochleären Störung ausgeschlossen werden kann [57]. Ein Zusammenhang zwischen dem jeweiligen Hörschaden und dessen Frequenz sowie der Tinnitusfrequenz konnte schon mehrfach festgestellt werden. So fällt häufig bei einem hochfrequenten Tinnitus ein Hochtonverlust im Tonaudiogramm auf [58]. In mehreren Messungen mit voneinander unabhängigen Methoden wurde bereits nachgewiesen, dass in Folge eines Tinnitus der Hörkortex aktiviert wird [57]. Ebenfalls geben Reorganisationsprozesse im auditiven Kortex Hinweis auf den zentralen Ursprung, nur erklärt dies den unterschiedlichen Ausprägungsgrad nicht [59].

Die begünstigenden Faktoren für einen solchen Tinnitus sind sehr variabel und reichen von ototoxischen Substanzen, Stress, Lebensalter, Entzündungen, Durchblutungsstörungen bis hin zu häufigem oder spontanen Lärm, beispielsweise in Form eines Knalltraumas [60].

In der Pathophysiologie des Tinnitus sind sowohl periphere als auch zentrale Strukturen involviert. Zu den peripheren Strukturen zählen im wesentlichen die

Einleitung

äußeren und inneren Haarzellen sowie das Ganglion spirale cochlearis. Zu den zentralen Strukturen werden die Nuclei cochlearis ventralis und dorsalis, die Colliculi inferiores der Lamina tecti, der Nucleus olivaris superior, der primäre und sekundäre Kortex sowie das Corpus geniculatum mediale gezählt [61]. Es wird angenommen, dass es zu einer Dysbalance zwischen erregenden und hemmenden Aktivitäten auf Ebene der peripheren sowie zentralen Schaltstellen kommt. Somit ist der Tinnitus ein Phantomreiz, der letzten Endes auf der Basis einer fälschlichen Regulierung zwischen Signalen entsteht. Er stellt das Ergebnis abnormer neuronaler Aktivitäten der Hörbahn dar. Diese Aktivitäten werden wiederum in höheren auditorischen Zentren als tinnitustypisches Geräusch wahrgenommen [62], [63]. Man klassifiziert ihn auch als hyperaktive Erkrankung des auditorischen Systems [64]. Jastreboff et al. bezeichnen 1994 allerdings nicht das auditorische System bei der Entstehung und Verarbeitung des Tinnitus als dominierend, sondern vielmehr die vernetzten Systeme wie beispielsweise das limbische System und das autonome Nervensystem [65]. Des Weiteren haben moderne bildgebende Verfahren in Form von Positronen-Emissions-Tomographie und Magnetresonanztomographie ergeben, dass gerade der kortikale Anteil an der Entstehung und Entwicklung eines Tinnitus überaus entscheidend ist [57].

Allerdings ist zu erwähnen, dass der Entstehungsmechanismus eines Tinnitus nicht abschließend geklärt ist und rein auf Theorien basiert. Fest steht jedoch, dass es zu einer Steigerung der Mustererkennungsprozesse in den subkortikalen Zentren kommt, wenn die Aufmerksamkeit durch negative emotionale Verknüpfung noch mehr auf den Tinnitus fokussiert wird. Dies erkannten bereits in den 1980er Jahren Richard Hallam und Mitarbeiter und berücksichtigten dies in ihrem Tinnitusmodell [66], [67]. Wiederum ist auch zu erkennen, dass es nach einer gewissen Zeitspanne, welche individuell unterschiedlich ausfallen kann, zu Gewöhnungsprozessen kommen kann. Dies führt dazu, dass der Tinnitus weniger intensiv wahrgenommen wird. Der Prozess kann als Blockierung tinnitusspezifischer neuronaler Aktivitäten, welche daraufhin das Bewusstsein nicht mehr erreichen, umschrieben werden. Unterbrochen wird dieser Blockierungsprozess jedoch dann, wenn sich der Tinnitus verändert.

Eine kognitive Verhaltenstherapie, wie diese bereits aus der Behandlung von chronischen Schmerzen bekannt ist, soll nun auch in der Behandlung des Tinnitus Anwendung finden [68].

Eine Studie von Folmer et al. aus dem Jahr 2001 zeigt, dass die Schwere des Tinnitus in Korrelation zum Schweregrad von Depressionen, Ängstlichkeit und Schlafstörungen steht. Auch hier wurden wieder Parallelen zu Patienten mit chronischen Schmerzen gezogen [69].

Die Therapie des chronischen Tinnitus ist in den letzte Jahrzehnten im Umbruch. Stand früher der Versuch der Beseitigung des Tinnitus im Mittelpunkt, ist es heute vielmehr die Umlenkung der Wahrnehmung und subjektiven Bewertung. Des Weiteren werden die oben genannten Komorbiditäten behandelt, so dass der Tinnitus kompensiert und der Leidensdruck verringert wird. Dies bringt im Umkehrschluss eine Verbesserung der Lebensqualität mit sich. All dies kann über eine medikamentöse als auch psychotherapeutische Therapie sowie über eine Hörgeräteversorgung erfolgen.

Im wesentlichen kann der Tinnitus in drei Subklassen eingeteilt werden. Hierzu zählt zum einen der zeitliche Aspekt in akut oder chronisch, ob der Tinnitus kompensiert oder dekompenziert vorliegt und ob es ein subjektiver oder objektiver Tinnitus ist. Der Leidensdruck wie auch die Therapie unterscheidet sich in den Unterkategorien enorm. Die geläufigste Einteilung in akut und chronisch soll im Folgenden genauer erläutert werden.

Der akute Tinnitus hält zumeist nicht länger als drei Monate an, wobei sich meist nach Abschluss des ersten Monats nicht mehr viel am Bestehen des Tinnitus ändert. Die Arbeitsgemeinschaft der Deutschen Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie e.V. gibt eine genauere Klassifikation in akut = bis drei Monate, subakut = Zeitraum von drei bis zwölf Monate und chronisch über zwölf Monate andauernder Tinnitus an [70]. Während der akute Tinnitus meist noch ursächlich behandelt wird, ist der chronische Tinnitus einer ursächlichen Behandlung nur noch wenig zugänglich. Der akute Tinnitus ist laut der aktuellen Leitlinie der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V., als Hörsturzäquivalent anzusehen und wird daher auch ähnlich diesem behandelt [70]. Zu den Behandlungsmethoden zählen in Deutschland vor allem die Infusionstherapie, welche mit weiteren Therapien kombiniert wird. Hierzu zählt zum einen eine systemische Steroidtherapie (Glukokortikoide wie Dexamethason oder Methylprednisolon), welche momentan trotz häufig geäußerter Kritik als Goldstandard gilt. Zum anderen Vasodilanzien, Lokalanästhetika sowie Antiarrhythmika, die Rheopherese, eine antivirale Therapie, die Gabe von Magnesium oder Antioxidanzien, eine hyperbare

Einleitung

Sauerstofftherapie, sowie eine direkte Gabe bestimmter Stoffe durch eine intratympanale Therapie. Dem ist die sogenannte „Nulltherapie“ gegenüberzustellen, bei welcher dem Betroffenen kein Medikament verabreicht wird. Die Wirksamkeit der verschiedenen oben genannten Therapien wurde in unterschiedlichen Studien miteinander verglichen. Wie G. Hesse und A. Laubert 2010 in einem Artikel beschrieben, befindet sich der Behandler momentan in einer misslichen Lage, da es derzeit keine wirklich evidenzbasierte medikamentöse Therapie zur Behandlung eines Tinnitus gibt. Gerade beim akuten Tinnitus liegt bisweilen kein Therapieansatz vor, welcher einer fundierten Metaanalyse standhalten würde [56]. Die medikamentöse Therapie des chronischen Tinnitus beschränkt sich derweil auf die Therapie der Komorbiditäten, da es keine evidenzbasierte medikamentöse Therapie gibt, die den chronischen Tinnitus behandeln könnte. Vielmehr versucht man hierbei, dem Patienten das Leben mit dem Tinnitus zu erleichtern. Die Therapieansätze fußen hierbei vor allem auf psychotherapeutischen Therapiemethoden. Eine bereits über 25 Jahre etablierte Therapie ist die „Tinnitus-Retraining-Therapie“ von Jastreboff [71]. Zahlreiche Publikationen zeigen hierbei eine signifikante Verbesserung [72]. Die Kernpunkte dieser Behandlungsstrategie sind die Beratung, eine begleitende Soundtherapie mit Noiser oder Hörgerät, sowie zum Teil eine psychotherapeutische Beratung. Im Durchschnitt zeigt diese Therapie eine signifikante Verbesserung auch noch nach drei Jahren [71].

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Therapie in der akuten Phase gerade in den ersten Tagen entscheidend über den Verlauf des Tinnitus mitbestimmt und auch hier schon eine psychologische Diagnostik erfolgen sollte. Dies sollte geschehen um hochbelasteten Patienten eine Intervention anzubieten, da ein chronischer Tinnitus meist nicht vollkommen abklingt und ein gewissenhaft therapierter akuter Tinnitus zu weniger Rezidiven, Chronifizierung sowie späterer Dekompensation neigt [73].

Ziel der Arbeit ist es die beiden aktuell in der Hilfsmittelrichtlinie aufgelisteten sprachaudiometrischen Verfahren zur Überprüfung der HG-Versorgung, der GöSa und der FBE, bezüglich ihrer Aussagekraft zu vergleichen. Des Weiteren wird beleuchtet, wie sich ein vorhandener Tinnitus auf das Individuum auswirkt und ob der jeweilige Hörgerätehersteller, beziehungsweise das Hörgerätealter einen Qualitätsunterschied bei den getesteten klinischen Gruppen darstellt.

4. Material und Methode

4.1. Studiendesign

Bei der durchgeführten Studie handelte es sich um eine unizentrische, klinisch statistische Studie. Das Patientenkollektiv stammte aus der Gesamtzahl der Patienten aus der Hals-, Nasen-, Ohrenklinik der Universitätsklinik Erlangen. Eine Vorstellung der Patienten erfolgte auf Grund der Hörgeräteüberprüfung.

Der Untersuchungszeitraum erstreckte sich von August 2012 bis einschließlich September 2017. Die Analyse der Daten erfolgte retrospektiv.

Zu den Einschlusskriterien zählten, dass die Patienten über 18 Jahre alt waren sowie Deutsch als Muttersprache sprachen. Ebenfalls entscheidend war ein symmetrischer Hörverlust sensorineuralen Ursprungs mit einer maximalen Diskrepanz von 20 dB zwischen der rechten und der linken Seite. Die Versorgung mit voll funktionsfähigen Hörgeräten erfolgte beidseits. Der Patient musste mindestens drei Monate Hörgeräteerfahrung vorweisen.

Ein Ausschlusskriterium war eine retrocochleäre Schädigung sowie eine auffällige Otoskopie, ebenfalls ausgeschlossen wurden Probanden mit einer Schallleitungskomponente von mehr als 5 dB. Gewonnen wurden diese Informationen durch eine ton- sowie sprachaudiometrische Diagnostik.

Auch wurde erfasst, ob der Patient an einem Tinnitus erkrankt war. Im Detail wurde hierbei aufgenommen auf welchem Ohr dieser Tinnitus auftrat (rechts, links oder beidseits) sowie in welchem Frequenzbereich der Tinnitus lag. Des Weiteren wurde untersucht ob es sich hierbei um einen Sinuston, ein Schmalband-, oder Breitbandrauschen handelte. Einige Probanden haben zudem Angaben zur Beeinträchtigung durch ihren Tinnitus gemacht, dies geschah durch Ausfüllen des Tinnitusfragebogens (TF) sowie der Visual analogue scale (VAS) [74]. Zudem wurde ermittelt mit welchem Hörgerätetyp sowie Hersteller der Patient versorgt wurde. Dies wurde für das rechte und linke Ohr unabhängig erfasst. Weiter wurde berücksichtigt, seit wann der Patient die angegebenen Hörgeräte trug. Die Zufriedenheit des Probanden mit der jeweiligen Versorgung wurde mittels Hörgerätezufriedenheitsfragebogen bestimmt.

Nach Auswertung aller oben genannten Kriterien verblieben 370 Patienten, welche in die Studie aufgenommen wurden, darunter wurde nicht von jedem Pati-

enten zu jedem Subthema Angaben gemacht. Dies lag zum Beispiel an einem nicht vorhandenen Tinnitus und dadurch fehlender Beeinträchtigung, welche das Ausfüllen des Tinnitusfragebogen entbehrlich machte.

Alle hier beschriebenen Untersuchungen wurden mit Zustimmung der zuständigen Ethik-Kommission, im Einklang mit nationalem Recht sowie gemäß der Deklaration von Helsinki von 1975 in der aktuellen, überarbeiteten Fassung durchgeführt. Von allen beteiligten Patienten lag eine Einverständniserklärung vor. Die Studie wurde von der Ethik-Kommission der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen positiv bewertet (Nr. 162_17 Bc).

4.2. Ausgewertete Daten

Ausgewertet wurden sowohl die audiometrischen Daten mit sowie ohne Hörgeräteversorgung, als auch Fragebögen in welchen die Patienten unter anderem ihr Hörvermögen subjektiv selbst einschätzen sollten. Des Weiteren wurden die Patienten gebeten, bei vorhandenem Tinnitus, Tinnitusfragebögen auszufüllen. Vorab wurde durch den behandelnden Mediziner sichergestellt, dass die Patienten geistig sowie sprachlich in der Lage waren, die Fragebögen zu beantworten. Zu den audiometrischen Daten zählten unter anderem die geläufige Tonaudiometrie zwischen 0,125 und 10 kHz, das Einsilberverstehen (r/l) zwischen 0,25 und 6 kHz, das Hörverstehen für Zahlen (r/l) das Sprachverstehen bei 65 dB (r/l) in Form des GöSa, das maximale Einsilberverstehen (r/l/bds) sowie die Unbehaglichkeitsschwelle (r/l). Sämtliche Testungen wurden sowohl mit als auch ohne Hörgeräteversorgung durchgeführt.

4.3. Patientenkollektiv

Das Patientenkollektiv schloss 370 Patienten ein, aufgeteilt auf 188 weibliche Patientinnen und 182 männliche Patienten. Dies ergab eine Verteilung von 50,8 % weiblich zu 49,2 % männlich.

Der Altersdurchschnitt lag bei 62,5 Jahren. Der jüngste Proband war 21 Jahre alt, der älteste Proband 98 Jahre alt.

Die Geschlechtsverteilung in den unterschiedlichen Altersgruppen war annähernd homogen. Einzig in der Gruppe der 30 bis 39-jährigen fällt auf, dass mit

71 % deutlich mehr Frauen als Männer in dieser Gruppe vorhanden waren. Allgemein ist hierbei zu erwähnen, dass die Frauen bis zur Gruppe der 40 bis 49-jährigen überwogen.

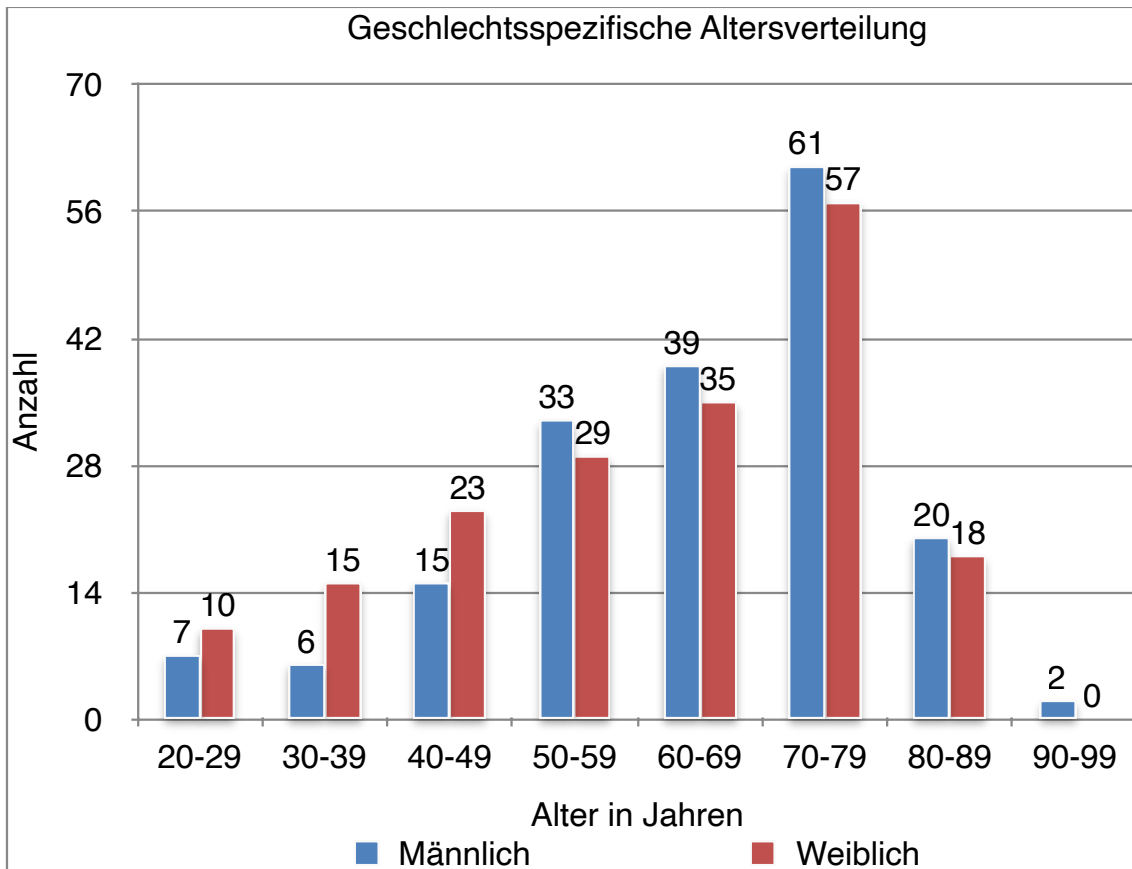


Abb. 1 Histogrammdarstellung der Altersverteilung des gesamten Kollektivs (n=370) aufgegliedert nach Geschlecht. Die Gruppen sind jeweils in Altersschritten von zehn Jahren unterteilt. Es ergibt sich eine Verteilung von n=183 männlichen und n=187 weiblichen Probanden

Abbildung 1 zeigt die geschlechtsspezifische Altersverteilung. Die Anzahl wird in absoluten Zahlen angegeben, die Geschlechter sind auf männlich und weiblich beschränkt, da kein Proband zur Aufnahme seiner Daten das Geschlecht „divers“ angegeben hatte.

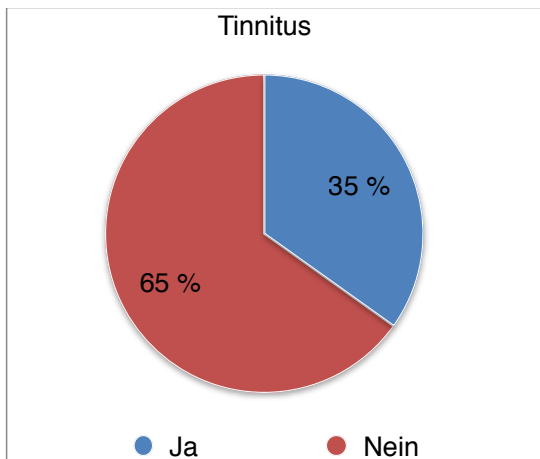


Abb. 2 Vorhandensein eines Tinnitus in Prozent

Abbildung 2 zeigt die Verteilung der an Tinnitus erkrankten Probanden. Hierbei gab die Mehrzahl von 65,14 % (n=241) an, keinen Tinnitus wahrzunehmen. Der geringere Anteil von 35,86 % (n=129) gab an, einen Tinnitus zu haben. Diese Zahlen gelten jedoch als recht hoch, im Vergleich hierzu zeigt eine Studie von Hoffmann und Reed (2004), dass die Prävalenz in der Gesamtbevölkerung bei bis zu 15 % liegt. Allerdings sind diese Zahlen auf ein durchmischtes Kollektiv bezogen [75], [76].

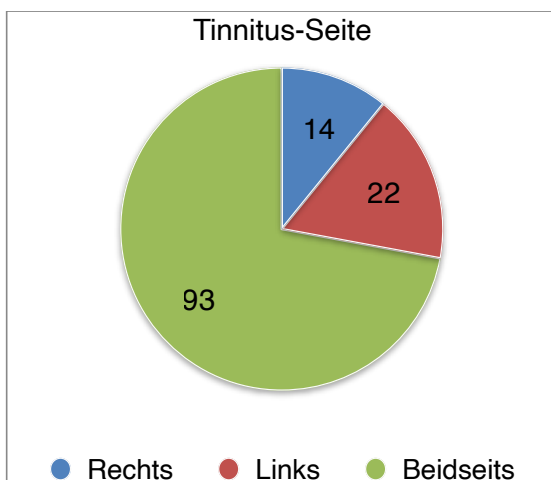


Abb. 3 Angabe der jeweils betroffenen Seite in absoluten Zahlen

Abbildung 3 zeigt die dazugehörige Verteilung des Tinnitus auf die jeweiligen Seiten in absoluten Zahlen. Hierbei fällt auf, dass deutlich mehr Probanden auf beiden Ohren einen Tinnitus wahrnahmen als lediglich einseitig. Die Verteilung auf die jeweilige Seite ist annähernd gleich groß. Der prozentuale Anteil am Tinnituskollektiv ergab hierbei 17,06 % für die linke Seite und 10,85 % für die

rechte Seite. Bezogen auf das Gesamtkollektiv erreicht die linke Seite 5,95 %, die rechte Seite 3,78 % und ein beidseitiger Tinnitus 25,14 %.

4.4. Verfahren

Alle beteiligten Probanden waren mit den folgenden Tests durch vorheriges Absolvieren vertraut. Bei jedem Probanden wurden die Prüfungen sowohl mit, als auch ohne Hörgeräteversorgung durchgeführt. Grundsätzlich gilt, dass die Testung mit dem subjektiv besser hörenden Ohr begonnen wurde. Bevor die audiometrischen Tests mit den Hörgeräten durchgeführt wurden, wurde eine technische Kontrolle auf einwandfreie Funktion durch das Fachpersonal der audiologischen Fachabteilung des Universitätsklinikums Erlangen durchgeführt. Bei sämtlichen Hörgeräten handelte es sich um digitale Multikanalgeräte mit Dynamikkompression.

Die im folgenden genannten Prüfapparaturen wurden regelmäßig durch das Personal als auch durch externe Firmen auf exakte Funktion überprüft. Die Audiometer wurden hierbei alle vier Wochen von Mitarbeitern der Audiologie getestet und einmal jährlich von einer dafür beauftragten Firma geeicht.

Die audiometrischen Tests erfolgten in speziellen Audiometrikabinen bzw. Testräumen. Die Kabinen hatten eine Grundfläche von 1,3 m² die Freifeld-Prüfräume hatten eine Größe von circa 30 m². Der Prüfer befand sich mit dem Probanden zusammen in den Testräumen, bei audiometrischen Testungen in den Prüfkabinen bestand eine räumliche Trennung durch eine Doppeltür und ein Sichtfenster. Der Grundpegel in der Kabine betrug maximal 40 dB Störschall. Der Proband hatte zu keinem Zeitpunkt der Testung Einblick auf das Audiometer.

4.4.1. Tonaudiometrie

Bei der Reintonaudiometrie wurden dem Probanden mittels Audiometer (AT 900 oder AT 1000, beide von der Firma Auritec) bestimmte Töne in spezifischen Frequenzbereichen vorgespielt. Zur Ermittlung der Luftleitungsschwelle lagen diese bei Frequenzen zwischen 0,125 und 10 kHz, bei der Knochenleitungsschwelle zwischen 0,25 und 6 kHz. Die Töne wurden dem Patienten bei der Testung der Luftleitungsschwelle mittels Kopfhörer der Firma beyerdynamic GmbH & Co. KG (DT 48) bzw. der Firma Sennheiser electronic GmbH & Co. KG (HDA 200) dargeboten, bei der Testung der Knochenleitung mittels Knochenleitungshörer. Das nicht getestete Ohr wurde ab einer Schwelle von über 50 dB mittels Luftleitungshörer vertäubt um das fälschliche Überhören auf das nicht zu testende Ohr und daraus resultierende Fehlmessungen zu vermeiden. Das Vertäubungsgeräusch, ein Schmalbandrauschen im Frequenzbereich nahe des Prüftons, wurde an das gegebene Tonsignal adaptiv angepasst. Grundsätzlich empfiehlt es sich das Vertäubungsgeräusch ab einer Lautstärke von 80 dB nicht über einen längeren Zeitraum darzubieten.

Der vom Patienten angegebene Bereich, bei welchem er den Ton einer bestimmten Frequenz wahrgenommen hat, wurde dementsprechend, nach mehrmaliger Testung, in das Audiogramm übertragen. Meist wurde im Bereich von 1000 Hz begonnen. Im Folgenden wurde die Frequenz auf bis zu 125 Hz gesenkt und danach auf bis zu 10 kHz angehoben. Aus der Gesamtheit der Werte konnte der Pure Tone Average (PTA) berechnet werden. Hierfür wurde der Mittelwert der Schalldruckpegel bei 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz und 4000 Hz, für jedes Ohr getrennt ermittelt. Gemäß dem PTA konnte, dem Reglement der WHO entsprechend, der Grad der Schwerhörigkeit ermittelt werden [77].

4.4.2. Sprachaudiometrie

Die nachfolgenden sprachaudiometrischen Tests erfolgten nach einem streng standardisiertem Behandlungsregime. Auch diese Messungen wurden sowohl mit als auch ohne Hörgeräteversorgung durchgeführt.

4.4.2.1. Freiburger Einsilbertest

Der Freiburger Einsilbertest wird durch die DIN ISO 45621-1 normiert. Ziel des Tests ist es, das Schwellengehör für Sprache und die Fähigkeit zur Sprachunterscheidung zu ermitteln.

Das Inventar des Sprachverständlichkeitstests, besteht aus 400 Wörtern à 20 Wörtern pro Liste. Ausgeschlossen wurden die Listen 3,5,9,12-15 und 20. Ein Beispiel hierfür ist Gruppe 1: Ring, Spott, Farm, Hang, Geist, Zahl, Hund, Bach, Floh, Lärm, Durst, Teig, Prinz, Aas, Schreck, Nuss, Wolf, Braut, Kern und Stich. Die Wörter wurden dem Patienten mittels kalibriertem klinischen Standard-Audiometer (AT 900 / 1000 der Firma AURITEC Medizindiagnostische Systeme GmbH) und Kopfhörer (HDA 200 der Firma Sennheiser electronic GmbH & Co. KG / DT 48 der Firma beyerdynamic GmbH & Co. KG) beziehungsweise im freien Schallfeld mittels Lautsprecher (SWA U 90-TF, ebenfalls Firma Auritec) vorgespielt. Die Lautsprecher des Nutzschalls waren mit einem Abstand von 1,5 Metern zur Testperson entfernt sowie in einem Winkel von 0° frontal ausgerichtet.

Die monaurale Ruhemesseung zur Erstdiagnostik wurde zunächst mit Kopfhörern durchgeführt. Sämtliche Messungen zur Hörgeräteüberprüfung fanden im freien Schallfeld statt.

Dem Probanden wurden die Testwörter dargeboten, anschließend sollte er diese korrekt wiedergeben. Vom Prüfer wurden die Antworten als korrekt beziehungsweise inkorrekt bewertet und in das Prüfprogramm eingegeben. Im Anschluss wurde der Präsentationsspiegel der Wörter in Schritten von 5 bis 15 dB individuell erhöht. Dieses Prozedere wurde so lange wiederholt, bis der Proband den dargebotenen Pegel nicht mehr tolerieren konnte. Dieser Pegel definierte die Unbehaglichkeitsschwelle (UCL re/li). Alternativ hierzu wurde die 100%-Sprachverständlichkeit erreicht. Die Messungen erfolgten sowohl in Ruhe als auch unter Störgeräusch. Der Freiburger Zahlentest wurde nach dem selben

Schema durchgeführt, die Ergebnisse wurden in dieser Studie allerdings nicht weiter betrachtet.

4.4.2.2. Göttinger Satztest

Der Göttinger Satztest ist durch die Firma HörTech gGmbH weitestgehend standardisiert.

Er dient ebenfalls der audiometrischen Ermittlung der Sprachverständlichkeitsschwelle primär im Störgeräusch als auch in Ruhe. Anders als beim oben genannten Test werden hierbei jedoch vollständige, grammatisch als auch semantisch sinnhaltige Sätze genannt, da dies mehr einer alltäglichen Situation ähnelt. Ein Beispiel hierfür ist der Satz „Schnupfen stört uns natürlich sehr.“

Der Startpegel wurde vom Mitarbeiter festgelegt, ein Referenzpunkt hierfür waren ältere Messungen beziehungsweise die Daten aus der Tonaudiometrie. Da es sich hierbei um ein adaptives Verfahren handelt, bei welchem entweder das Störgeräusch auf das Sprachmaterial abgestimmt wird oder umgekehrt, kann die Sprachverständlichkeitsschwelle recht schnell und sehr exakt bestimmt werden. Durch das Abspielen via Lautsprecher ähnelt der GöSa noch mehr einer Alltagssituation. Der Lautsprecher war bei 0° für den Nutzsprecher und 90° zum Probanden für den Störschall positioniert. Das Störgeräusch wurde kontinuierlich bei einem Pegel von konstanten 65 dB SPL dargeboten [31]. Die räumlichen sowie technischen Bedingungen entsprachen den bereits erwähnten Gegebenheiten des Freiburger Einsilbertests.

Das Testmaterial des GöSa bestand aus 20 Testlisten mit jeweils zehn Sätzen welche nach dem Zufallsprinzip ausgewählt wurden. Die Satzlänge variierte von drei bis sieben Wörtern pro Satz. Da die Sätze stark einer Alltagssituation ähnelten, wurde keine Übungszeit benötigt.

Der Pegel der Sprache wurde durch die vorherige Antwort des Patienten adaptiv angepasst. Das Störgeräusch, ein konstantes stationäres sprachsimuliertes Rauschen von 65 dB SPL, wird auch „goenose“ genannt. Der Test wurde so lange um jeweils variabel große dB-Schritte erhöht, bis der Satz zu mindestens 50 % richtig wiederholt wurde. Dies entspricht der 50%-Sprachverständlichkeitsschwelle. Eine Durchführung von 30 Testsätzen war in der Regel notwendig um ein aussagekräftiges Ergebnis zu erzielen. Begonnen wurde bei einem Wert von 0 dB SNR, dieser Wert entspricht einem Sprachpegel von 65 dB.

Wie bereits oben erwähnt, wurde in den folgenden Testrunden der Sprachpegel in Abhängigkeit vom Verstehen aus den vorangegangenen Messungen angepasst. Die Software war bei einem Pegel von 94 dB SPL begrenzt. Falls die Schwerhörigkeit in einem solchen Ausmaß vorlag, konnte der Test nicht abgeschlossen werden. Es wurde ein Ergebnis von 35 dB SNR verzeichnet [31].

4.4.3. Fragebogeninventare

Die Fragebogeninventare wurden unter anderem zur Bewertung des subjektiven Hörgeräteerfolgs mittels APHAB, Oldenburger Inventar und HG-Zufriedenheitsfragebogen sowie zur Einteilung der Tinnitusbeeinträchtigung angefertigt. Im Folgenden werden ausschließlich die Fragebögen im Detail erklärt, welche im Rahmen dieser Arbeit analysiert wurden.

4.4.3.1. Hörgerätezufriedenheit

Den Patienten im CICERO des Universitätsklinikums Erlangen werden routinemäßig Fragebögen zur Hörgerätezufriedenheit der Firma Hörtech gGmbH vorgelegt. Der Bogen, bestehend aus 17 Fragen, befasst sich mit den Grundthemen wie Komfort der Versorgung sowie Akustik und Klang.

Die Antwortmöglichkeiten auf diese Fragen unterscheiden sich zum Teil. Es gibt Fragen mit fünf-, sechs-, und siebenstufigen Antwortmöglichkeiten in Form einer Likert-Skala. Bei den Gliederungen reichen die Antworten von „nie“ bis „sehr oft“, „nicht störend“ bis „sehr störend“ und „sehr unzufrieden“ bis „sehr zufrieden“. Die Bewertung erfolgt mit einem Punktesystem, bei welchem die beste Antwort die wenigsten Punkte erhält. Dies bedeutet wiederum, umgekehrt wie beim OLInv, dass ein niedriger Score einer hohen Zufriedenheit gleichzusetzen ist. Für die endgültige Auswertung können verschiedene Scores errechnet werden. Separat für die Unterkategorien wie Klang und Komfort sowie auch als ein Gesamtscore. Ebenfalls besteht die Möglichkeit, dass einzelne Fragen für sich untersucht werden. Im Zuge dieser Untersuchung wurde lediglich die letzte der 17 Fragen ausgewertet, welche auf die Gesamtzufriedenheit mit den Hörgeräten abzielt. Diese wurde mittels siebenstufiger Likert-Skala beantwortet.

Dieser Fragebogen wurde den Probanden der Studie im Rahmen Ihrer Kontrolluntersuchung im CICERO vorgelegt.

4.4.3.2. Tinnitusfragebogen

Zur Bewertung des subjektiven Schweregrades des Tinnitus-Empfindens wurde der sogenannte Tinnitus-Fragebogen (TF) nach Goebel und Hiller von 1994 verwendet [78]. Dieser hat sich nach der Einführung im gesamten deutschsprachigen Raum etabliert. Der Fragebogen besteht aus 52 Fragen mit jeweils drei Antwortmöglichkeiten. Diese sind „Stimmt“, „Stimmt teilweise“ und „Stimmt nicht“. Die Fragen können in spezielle Kategorien unterteilt werden. Hierzu zählen die Kategorien „E“: Emotionale Belastung, „C“: Kognitive Belastung, „I“: Penetranz Tinnitus, „A“: Hörprobleme, „SI“: Schlafstörungen, „So“: Somatische Beschwerden sowie „E+C“: Psychische Belastung. Die genannten Kategorien werden durcheinander gefragt, so dass keine Gruppen nacheinander abgefragt werden. Die Reihenfolge des Fragebogens ist festgelegt.

Die Auswertung erfolgt über eine Schablone. Hierbei werden zuerst die erreichten Punktwerte pro Gruppe und zuletzt ein TF-Gesamtscore berechnet.

Die Graduierung erfolgt in Punkten von 0-30, entspricht einer geringgradigen Tinnitusbelastung, 31-46 Pkt., entspricht einer mittelgradigen Tinnitusbelastung, 47-59 Pkt., entspricht einer schweren Tinnitusbelastung sowie von 60-84 Pkt., entspricht einer sehr schweren Tinnitusbelastung. Gleichbedeutend mit der geringgradigen Tinnitusbelastung ist der Grad I. Grad II entspricht einer mittelgradigen Tinnitusbelastung, Grad III der schweren Tinnitusbelastung. Grad IV kommt der sehr schweren Tinnitusbelastung gleich. Zudem kann man Grad I und II als kompensierten Tinnitus zusammenfassen, Grad III und IV stellen den dekompenzierten Tinnitus dar.

Neben einem Fragebogen zur subjektiven Bewertung des Tinnitus wurden zusätzlich auch objektive Testreihen durchgeführt. Hierzu zählte die Messung der Tinnitusfrequenz und die Festlegung der Art des Tinnitus, sprich Sinuston, Schmalband- oder Breitbandrauschen.

4.4.3.3. Visual-Analogue-Scale

Die Visual-Analogue-Scale ist eine Ergänzung zum Tinnitusfragebogen. Sie stellt ebenfalls eine subjektive Methode dar. Ziel ist es, die Beeinträchtigung durch den Tinnitus bildlich darzustellen. Hierzu sollte der Proband in einem 10 cm langen Kästchen einen Strich im Bereich seiner Beeinträchtigung setzen. Die Enden des Kastens sind mit den Graduierungen „nicht einschränkend“ sowie „extrem einschränkend“ beschriftet. Die Auswertung erfolgte über das Abmessen mittels Lineal in Millimeterschritten.

4.5. Analyse

In die Datenanalyse wurden die Werte der Tonaudiogramme, das Sprachverstehen bei 65 dB, das maximale Einsilberverstehen mit sowie ohne Hörgeräte für die rechte als auch für die linke Seite, das Sprachverstehen unter Störgeräusch, der Göttinger Satztest sowie tinnituspezifische Werte mit einbezogen. Zur Auswertung der gesammelten Daten diente unter anderem die aktuellste Version von Numbers (Version 6.1 (6369)) sowie die aktuellste Version von Excel (Excel 2019).

Die patientenbezogenen Daten wurden zunächst durch Zahlencodes pseudonymisiert. Im Anschluss wurden sämtliche Ergebnisse auf ihre Plausibilität überprüft. Als Erstes erfolgten die gängigen Berechnungen zur besseren Klassifizierbarkeit des Probandenkollektivs, wie der Geschlechterverteilung, der Altersverteilung, dem Altersdurchschnitt, der Tinnituspräsenz sowie der Seite des Tinnitus. Bezogen auf den Tinnitus wurden hierbei noch die Werte für den jeweils subjektiv erreichten Tinnitus-Score und die Art des präsentierten Tinnitus beurteilt. Genauer wurde der Zusammenhang zwischen dem erzielten Tinnitus-TF Wert und dem angegebenen VAS Wert analysiert. Die visuelle Darstellung erfolgte mittels Scatterplot. Die ermittelten Daten wurden miteinander verglichen und zur besseren Veranschaulichung unter anderem als Histogramme, Scatterplots als auch als Kreisdiagramme dargestellt.

Ferner wurden die Daten bezüglich der Verbesserung im FBE und GöSa mittels McNemar Test verglichen. Dies diente der Vergleichbarkeit mit Ergebnissen aus älteren Arbeiten. Mittels Varianzanalyse, auch Analysis of Variance (ANOVA) genannt, wurde der Zusammenhang zwischen dem Hörgerätehersteller und der

Material und Methode

jeweiligen Veränderungen in den Sprachverständlichkeitstests überprüft. Das Programm Statistical Package for Social Sciences (SPSS 24) von IBM wurde angewandt, um eine mögliche signifikante Abhängigkeit des Sprachverstehens bei vorliegendem Tinnitus nachzuweisen oder auszuschließen. Zudem wurden mittels t-Test die aufgestellten Nullhypothesen überprüft. Alle Stichproben wurden auf Normalverteilung geprüft.

5. Ergebnisse

5.1. Patientenkollektiv

Die Analyse des Patientenkollektivs zeigte, wie oben bereits beschrieben, ein recht homogenes Bild bezüglich der Geschlechterverteilung. Bei einer Gesamtzahl von 370 Probanden ergaben sich 188 weibliche und 182 männliche Probanden. Dies ergab eine Verteilung von 50,81 % zu 49,19 %.

Die Anzahl der weiblichen Probanden überwog im Anteil bis zur Altersgruppe von 49 Jahren. Danach zeigte sich, dass die männlichen Probanden pro Altersgruppe zwischen 5-6 % häufiger vertreten waren.

Ein Maximum an Teilnehmern ergab sich in der Gruppe der 70-79 Jährigen mit einer Gesamtzahl von insgesamt 118 Testpersonen, verglichen mit den anderen Untergruppen.

5.2. Tinnitus

Die Analyse des Vorhandenseins eines Tinnitus ergab, dass 34,86 %, sprich 129 der Testpersonen, einen solchen Tinnitus wahrnahmen. Unter allen 188 weiblichen Probanden gaben 37,23 % an, einen Tinnitus wahrzunehmen und 62,77 % gaben an, keinen Tinnitus wahrzunehmen. Beim männlichen Patientenkollektiv ergab sich eine Verteilung von 32,42 % Tinnitus-Patienten und 67,58 % männlichen Testpersonen ohne Tinnitus.

Bei der Untersuchung der Seite des Tinnitus ergab sich eine Verteilung von 72,09 % beidseitigem Tinnitus und lediglich 10,85 % rein rechtsseitigem Tinnitus sowie 17,06 % rein linksseitigem Tinnitus bezogen auf alle Tinnitus-Betroffenen.

Auch betrachtete die Studie die Tinnitusart. Hierbei ergab sich, dass 59,69 % der an einem Tinnitus erkrankten Probanden einen Sinuston wahrnahmen, 37,98 % ein Schmalbandrauschen und lediglich 2,33 % ein Breitbandrauschen.

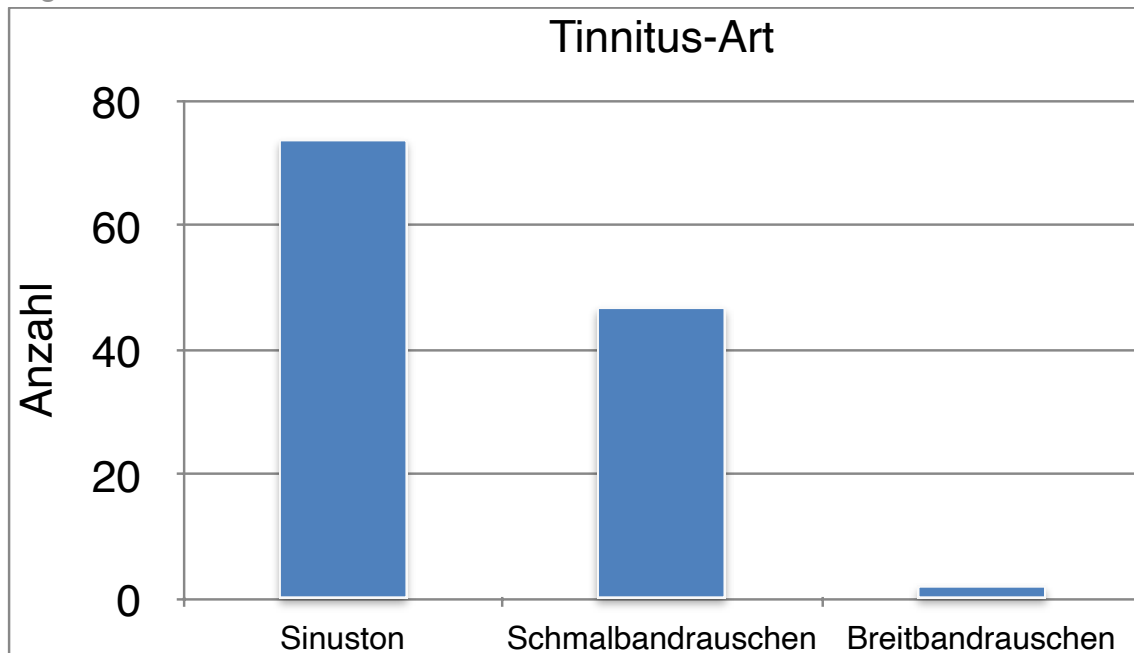


Abb. 4 Histogramm zur Darstellung der absoluten Verteilung der Probanden bezogen auf die jeweilige Tinnitus-Art bei n=129 Tinnituspatienten mit n=77 Probanden mit Sinuston, n=49 Probanden mit Schmalbandrauschen und n=3 Probanden mit Breitbandrauschen

Bezogen auf die jeweilige Empfindung des Tinnitus, sprich Sinuston oder Schmalbandrauschen wurden die Frequenzbereiche des jeweiligen Tinnitus exakter betrachtet

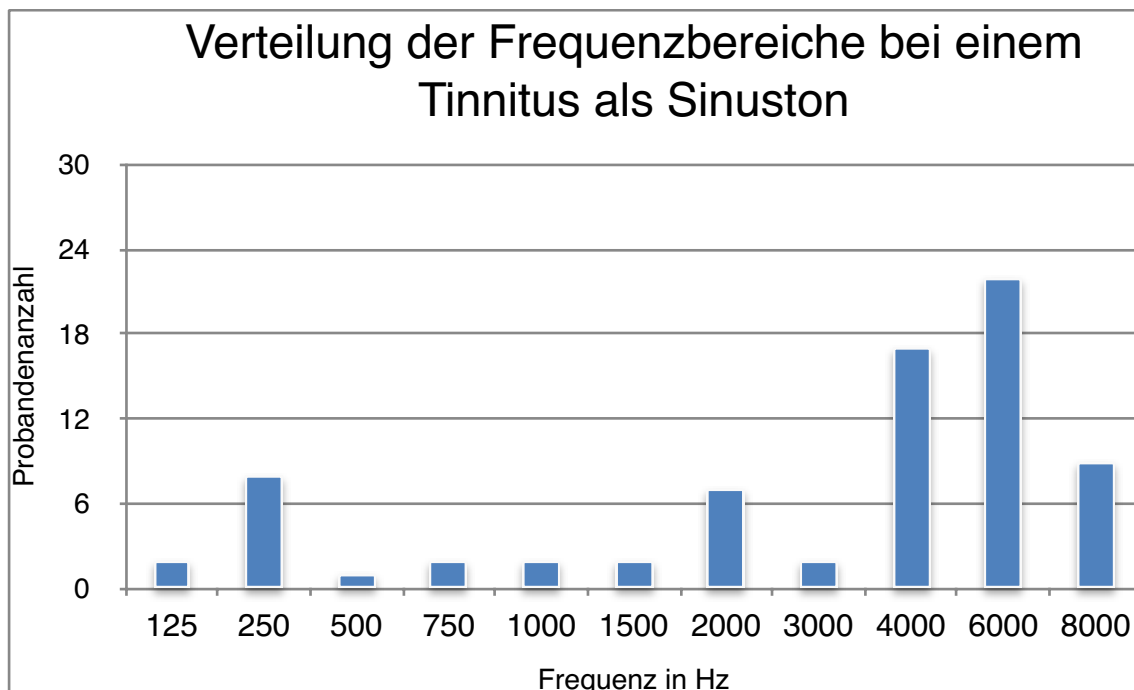


Abb. 5 Histogrammdarstellung der absoluten Verteilung der Probanden auf die jeweiligen Frequenzbereiche bei einem Tinnitus als Sinuston von n=77 Probanden in verschiedenen Frequenzschritten mit einer minimalen Frequenz von 125 Hz und einer maximalen Frequenz von 8000 Hz

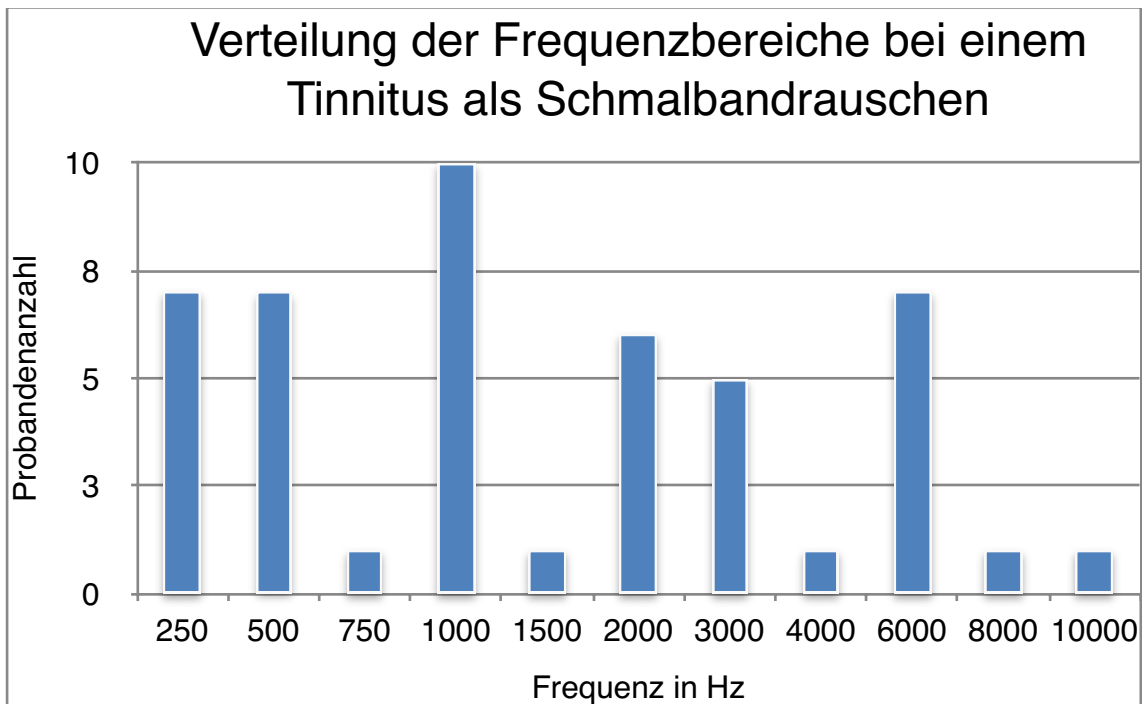


Abb. 6 Histogrammdarstellung der absoluten Verteilung der Probanden auf die jeweiligen Frequenzbereiche bei einem Tinnitus als Schmalbandrauschen bei $n=49$ Probanden in Frequenzschritten von 250, 500, 1000 beziehungsweise 2000 Hz, beginnend bei 250 Hz mit einer maximalen Frequenz von 10000 Hz

Die oben gezeigten Abbildungen stellen die Verteilung der jeweiligen Frequenzbereiche bezogen auf den Charakter des Tinnitus dar. Wie aus Abbildung fünf zu entnehmen ist, ist für den Sinuston ein vermehrtes Auftreten vor allem im hohen Frequenzbereich ab 2000 Hz charakteristisch. Das Maximum der Probanden lag bei einer Frequenz von 6000 Hz, somit wiesen 28,57 % aller Testpersonen einen Tinnitus als Sinuston in dieser Frequenz auf. Auffällig ist ebenfalls, dass mit 10,39 % eine Probandengruppe ihren Tinnitus im tieffrequenten Bereich von 250 Hz wahrnahm.

Abbildung sechs zeigt, dass die Verteilung der Probandenanzahl auf die jeweiligen Frequenzen beim Schmalbandrauschen deutlich ausgeglichener ist. Hier befand sich das Maximum in der Untergruppe bei einer Frequenz von 1000 Hz mit 20,41 %. Kaum belegt waren die Frequenzen von 750 Hz, 1500 Hz, 4000 Hz, 8000 Hz sowie 10000 Hz. Grundsätzlich ist zu erkennen, dass beim Schmalbandrauschen eine Vielzahl der Probanden im tieferen Frequenzbereich lagen.

Ergebnisse

Zur Einschätzung der Beeinträchtigung der Patienten durch den Tinnitus wurden der Tinnitus-Score und Tinnitus-TF nach Goebel und Hiller analysiert. Zudem erfolgte eine Einschätzungen mittels Visual-Analogue-Scale.

Die folgende Grafik zeigt die Anzahl der Patienten verteilt auf ihren jeweils erzielten Tinnitus-Grad.

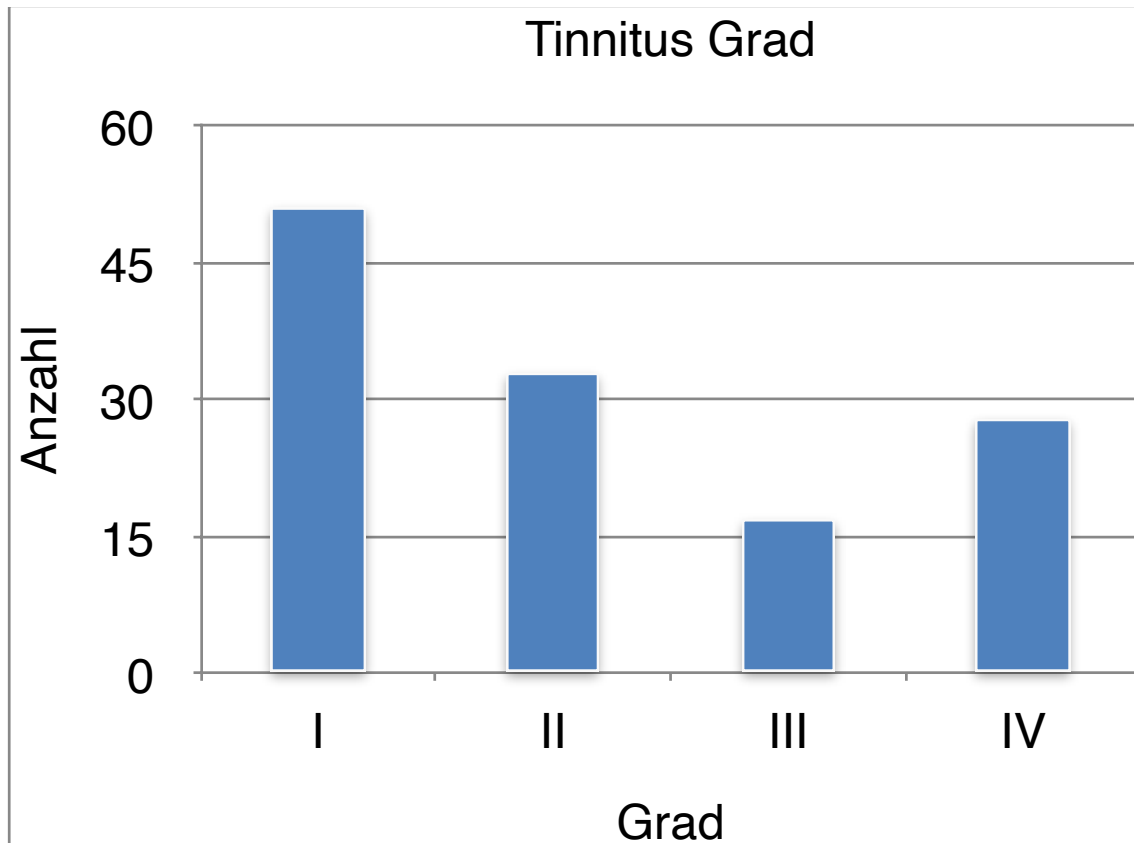


Abb. 7 Histogramm zur Darstellung der Verteilung der Probanden in absoluten Zahlen pro Tinnitus Grad-Gruppe (I-IV) für n=129 Probanden. Wobei Grad I einer Punktzahl von < 31 Punkten, Grad II 31-47, Grad III 48-60 sowie Grad IV > 61 Punkten entspricht. Hierbei zählen die Gruppe I und II zu den kompensierten Tinnitusformen und Grad III und IV zu den dekompenzierten Formen des Tinnitus. Entsprechend für n=51 bei Grad I, n=33 bei Grad II, n=17 bei Grad III sowie n=28 bei Grad IV

Die Grafik zeigt, dass gerade Grad I, der geringste Grad der Beeinträchtigung, dies entspricht einem Punktwert im Tinnitus-TF von <31 Punkten, am häufigsten erzielt wurde. In Gruppe I waren 39,53 % (n=51) aller Tinnituspatienten dieser Studie anzusiedeln. Mit 25,58 % (n=33) folgt die zweite Gruppe. Der Tinnitus der Gruppe I und II zählt zu der sogenannten kompensierten Formen des Tinnitus. Gruppe IV erreichte eine Probandenanzahl von 21,71 % (n=28). Lediglich die dritte Gruppe erreichte ein Ergebnis von unter 15 % (n=17). Diese bei-

den Gruppen beinhalteten alle Patienten welche einen dekompensierten Tinnitus hatten.

Zusätzlich wurde der erzielte Score mit dem vom Patienten angegeben Wert im VAS verglichen. Dies wurde in der folgenden Grafik dargestellt.

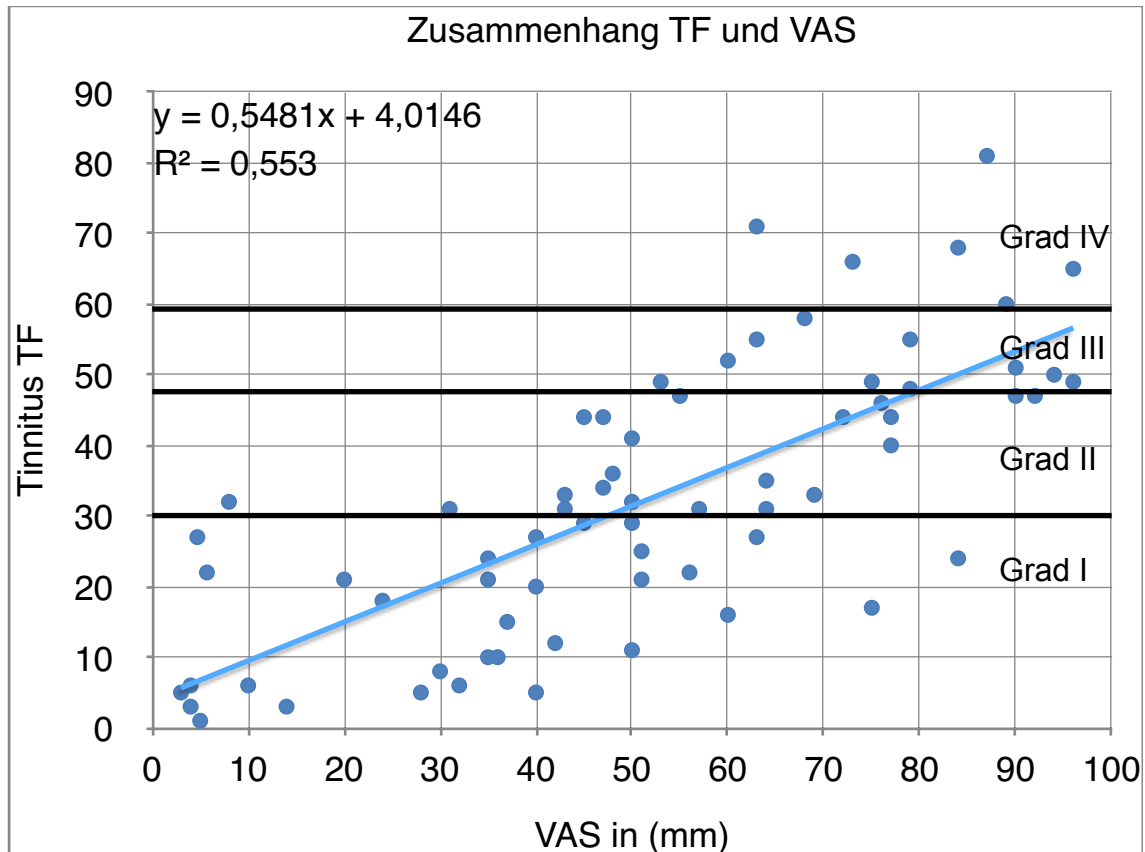


Abb. 8 Scatterplot zur Darstellung des Zusammenhangs zwischen dem erzielten Punktwert im Tinnitusfragebogen und dem Tinnitus VAS in Millimeter bei n=69 Probanden. Des Weiteren zeigen die Horizontalen die jeweiligen Grade des Tinnitus an. Hierbei steht Grad I für sämtliche Werte < 31 Punkten, Grad II 31-47 Pkt., Grad III 48-60 Pkt. sowie Grad IV > 61 Punkten

Die Abbildung zeigt den Zusammenhang zwischen dem erzielten Fragebogen Score nach Goebel und Hiller sowie den vom Patienten durch Einzeichnen einer Linie erzielten VAS-Wert. Die Probandenanzahl sank hierbei auf n=69, da nicht alle betroffenen Probanden Aussagen in beiden Kategorien trafen. Wie schon beim alleinigen Betrachten der Probandenanzahl des TF-Scores ist auch hier zu sehen, dass in Grad I die meisten Probanden lagen. Die Anzahl in Grad I lag bei 31, bei Grad II bei 19, bei Grad III bei 12 und bei Grad IV bei 7 Probanden.

Es ist klar erkennbar, dass die Bandbreite bei Grad I sehr breit gestreut war. Der geringste VAS Wert lag bei 3 mm der größte erzielte VAS Wert in Grad I lag bei 84 mm. Dies bedeutet, dass es einige Patienten gab, die im Tinnitus-TF ei-

Ergebnisse

nen geringen Wert, sprich eine geringe Einschränkung, aufzeigten, in ihrer spontanen Selbstwahrnehmung jedoch im sehr hohen VAS-Bereich lagen. Im Vergleich hierzu lag die Streubreite der VAS Ergebnisse bei Grad IV lediglich im Bereich von 63 mm bis hin zu 96 mm. Zudem ist erkennbar, dass diese Varianz in allen Gruppen mit steigendem Grad abnahm. Der Mittelwert stieg mit den Gruppen stetig an. Bei Grad I lag der Mittelwert bei 34,17 mm (σ 21,53 mm), bei Grad II bei 52,05 mm (σ 15,57 mm), bei Grad III bei 75 mm (σ 15,11 mm) und bei Grad IV bei 83,71 mm (σ 11,83 mm).

Bei der statistischen Auswertung der Patientendaten bezogen auf das Vorhandensein eines Tinnitus und die mögliche Auswirkung dessen auf die Ergebnisse im Freiburger Einsilbertest beziehungsweise im Göttinger Satztest wurden folgende Ergebnisse errechnet.

Die Differenz zwischen der Testung des Freiburger Einsilbertests mit und ohne Hörgerät betrug im Mittelwert 27,30 % (σ 22,62 %) für n=87 Patienten mit Tinnitus. Bei Patienten ohne Tinnitus lag der Mittelwert bei 29,21 % (σ 20,65 %) für n=171. Im T-Test wurde dies als nicht signifikant bewertet.

Die Differenz zwischen der Testung des Göttinger Satztests mit und ohne Hörgeräte betrug im Mittelwert 7,5 dB (σ 7,7 dB) für die Patienten mit Tinnitus bei n=87. Bei Patienten ohne Tinnitus lag der Mittelwert bei 7,9 dB (σ 7,7 dB) bei n=171. Im T-Test wurden auch diese Ergebnisse als nicht signifikant bewertet.

	Tinnitus vorhanden	Kein Tinnitus vorhanden	Gesamt
Anzahl	87	171	258
Delta FBE	27,30 %	29,21 %	28,57 %
Delta GöSa	7,5dB	7,9dB	7,8dB

Tab. 1 Auflistung der Patienten mit Tinnitus sowie ohne Tinnitus sowie deren jeweilige Verbesserung im mittel im Freiburger Einsilbertest sowie im Göttinger Satztest

5.3. Hörgeräte

Des Weiteren wurden die vorhandenen Hörgeräteversorgungen der Patienten eingehend betrachtet. Hierbei wurde unter anderem das Alter, die Zufriedenheit des Patienten, die Hersteller als auch die Verbesserung im Freiburger Einsilbertest und Göttinger Satztest je Hersteller analysiert.

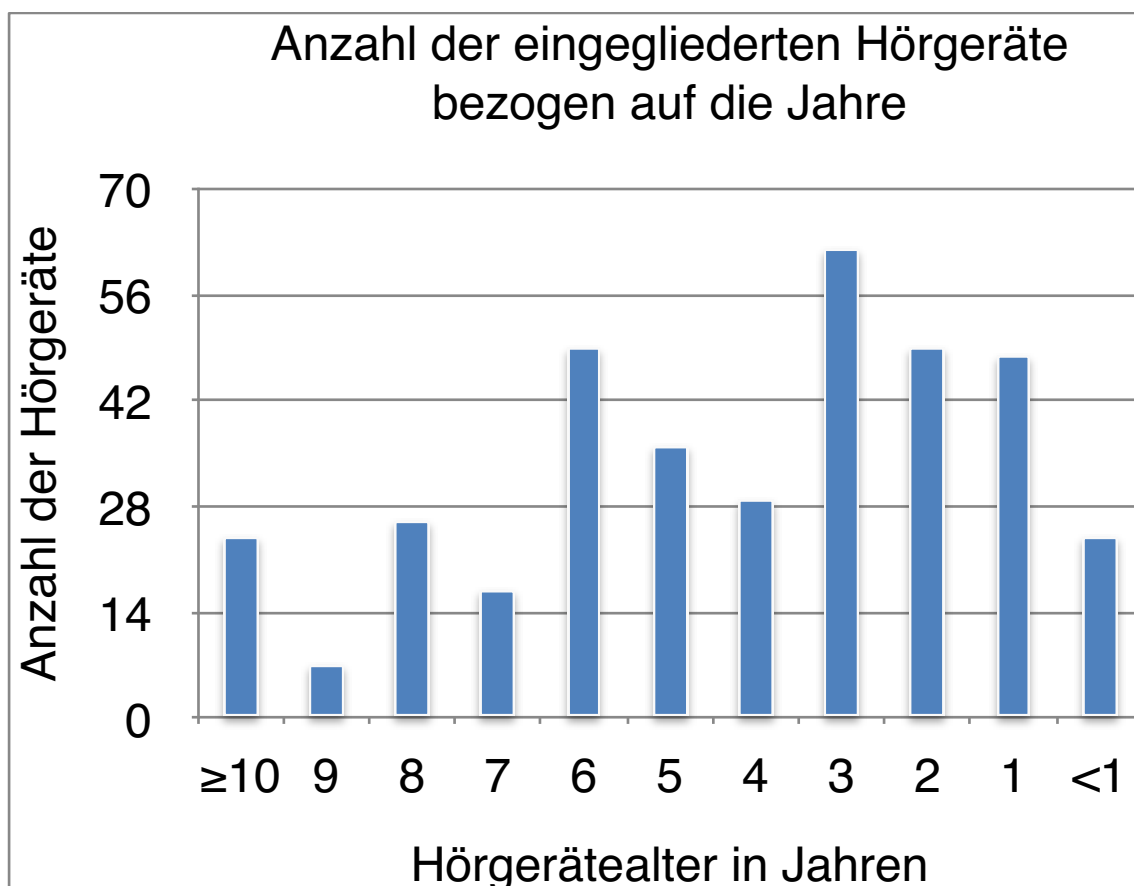


Abb. 9 Histogramm zur Darstellung der Verteilung der absoluten HG-Anzahl je Alter der HG-Versorgung im Zeitraum von unter einem bis größer gleich zehn Jahren bei n=370 Hörgeräteversorgungen. Ein Maximum wird in dieser Studie bei drei (n=62) sowie bei sechs (n=18) Jahren erreicht

Die obige Grafik stellt das Verhältnis in absoluten Zahlen zwischen dem Alter der Hörgeräteversorgungen sowie der Anzahl der Hörgeräte dar. In dieser Studie lag das Maximum mit 62 Geräten bei einem Alter von drei Jahren zum Zeitpunkt der Datenaufnahme. Auffällig ist, dass einige Patienten ihre Hörgeräteversorgung seit über zehn Jahren trugen. Das maximale Alter lag hierbei bei 18 Jahren. Die Grafik zeigt allerdings auch, dass die meisten Hörgeräte nicht älter als drei Jahre alt waren. Mit einer Verteilung von 49 Hörgeräteversorgungen gab es jedoch noch einmal einen Peak im Bereich von sechs Jahren.

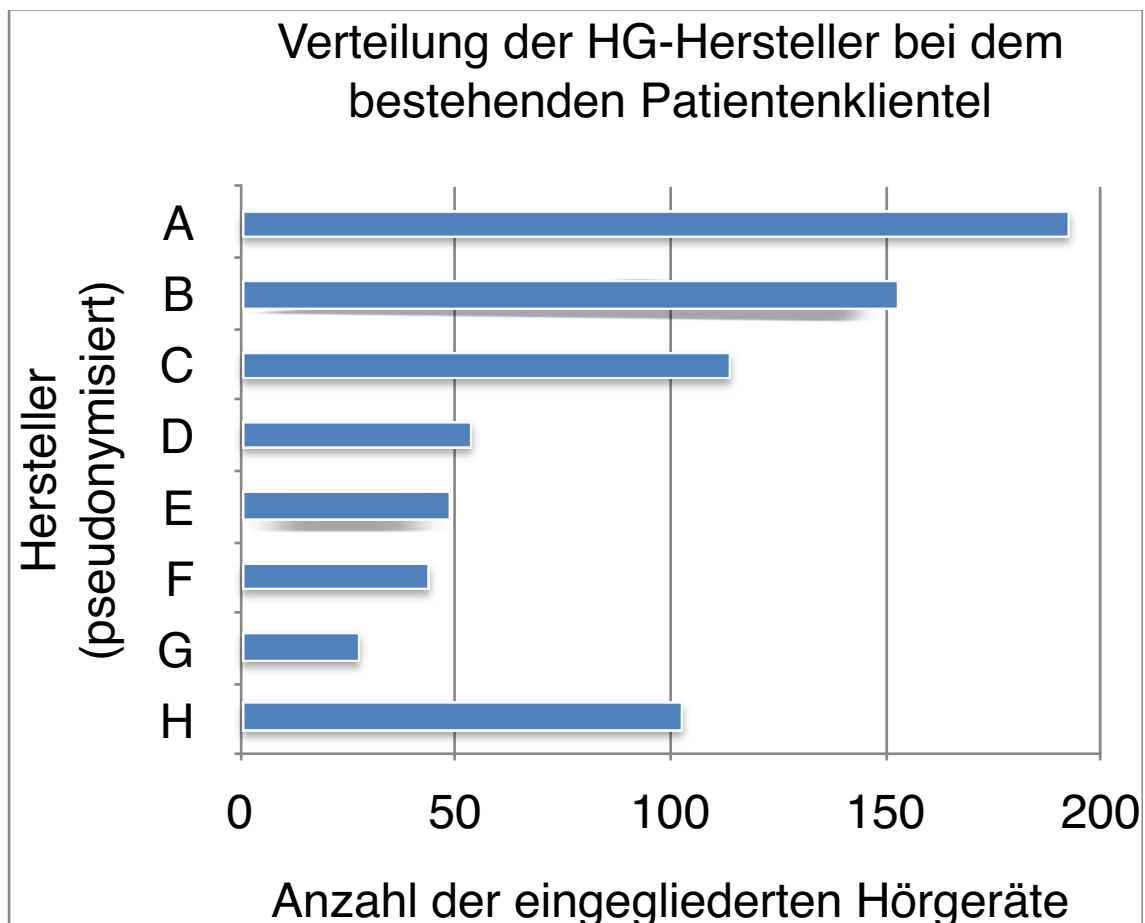


Abb. 10 Balkendiagramm zur Darstellung der Verteilung der absoluten Anzahl der eingegliederten Hörgeräte verteilt auf die jeweiligen pseudonymisierten Hersteller bei $n=740$ Hörgeräten. Wobei Gruppe A bis G sämtliche Hersteller mit einem Anteil am Probandenlientel über 3 % anzeigt. In Gruppe H sind sämtliche anderen Hersteller zusammengefasst

Diese Grafik zeigt die Anzahl der eingegliederten Hörgeräte auf die jeweiligen Hersteller verteilt. Hierbei wurden die Ohren rechts und links separat voneinander betrachtet und in einer Grafik zusammengefasst. Schlussendlich fiel bei der Analyse beim Seitenvergleich auf, dass die Hersteller bis auf vereinzelte Geräte rechts und links gleichmäßig vertreten waren. Dies spiegelt auch den klinischen Alltag wieder.

Hersteller A bis G stellten die sieben am häufigsten vertretenen Hersteller der Probanden dar. Hierzu zählten Phonak, Siemens, Oticon, Kind, AS-Audioservice, Widex und Unitron. Jeder der genannten Hersteller machte einen Hörgeräteanteil von mindestens 3 % am Gesamtklientel aus. Unter Punkt H wurden sämtliche andere Hersteller unter 3 % Anteil, insgesamt zehn, zusammengefasst.

Hersteller A war mit 193 Geräten am häufigsten vertreten, dies entsprach einer Quote von 26,08 %. Hersteller B folgte mit 153 Geräten auf dem nächsten

Rang, dies entsprach einer Quote von 20,68 %. Zusammengefasst ergaben sämtliche Hersteller unter 3 % eine absolute HG-Anzahl von 103. Dies entsprach einer Quote von 13,92 %.

Die Reihenfolge der Verteilung der jeweiligen Hersteller war, wie oben bereits erwähnt, auch betrachtet auf die jeweiligen Seiten, nicht verändert.

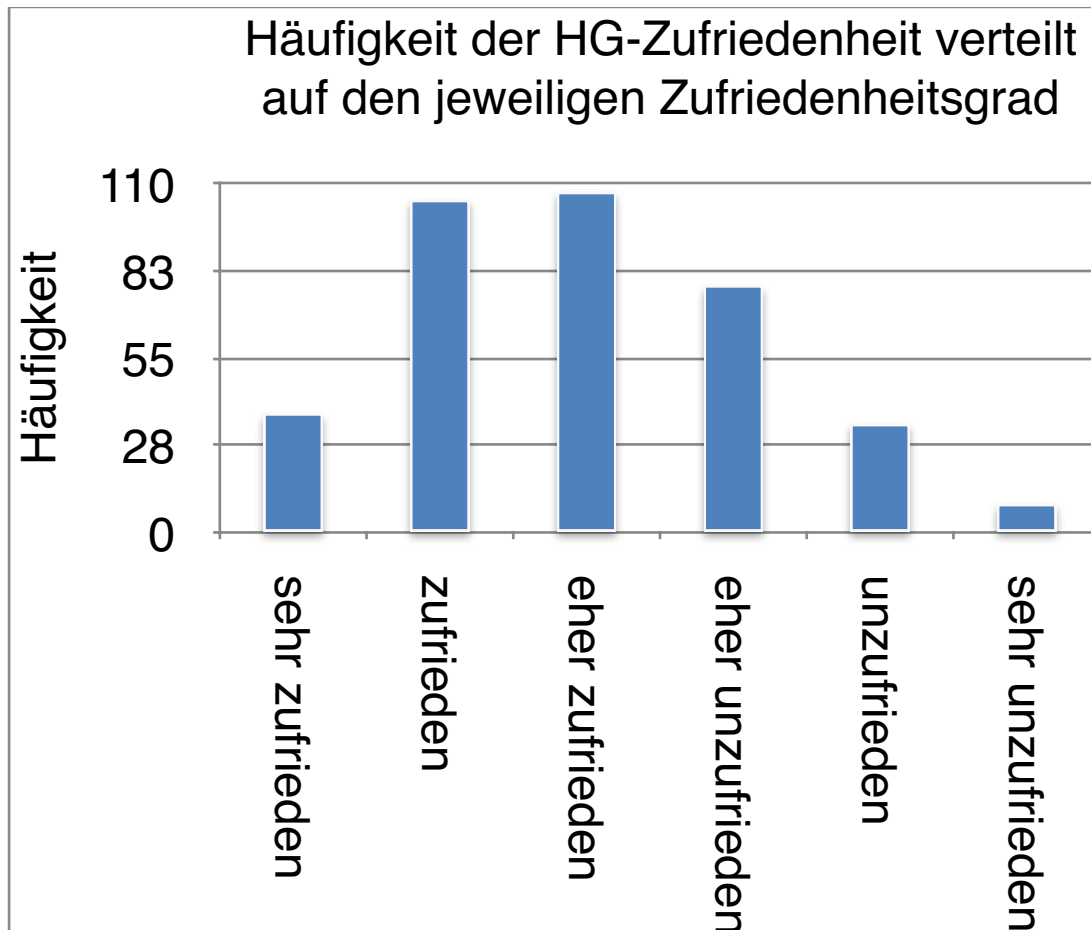


Abb. 11 Histogrammdarstellung der Zufriedenheit des Patientenlientels mit den jeweiligen HG-Versorgungen gemessen mittels HG-Zufriedenheitsfragebogen. Dargestellt wird hierbei lediglich das Ergebnis aus der letzten Frage des Fragebogens. Die Ergebnisse werden in sechs Kategorien aufgeteilt und jeweils in absoluten Zahlen angegeben

Abbildung 11 zeigt die Zufriedenheit der Patienten mit ihren Hörgeräteversorgungen gemessen mittels der letzten Frage des Hörgerätezufriedenheitsfragebogens. Dieser standardisierte Fragebogen ließ Endergebnisse in sechs verschiedenen Qualitäten zu.

Grad 1, welcher der höchsten Zufriedenheitsstufe entspricht, war mit 10 % vertreten. Die Quote stieg bei Grad 2 deutlich an und erreicht einen Wert von 28,38 %, dies entsprach 105 Probanden. Grad 3 war mit 28,92 % minimal häufiger vertreten. Mit sinkender Zufriedenheit sank auch die Quote auf 21,08 %

Ergebnisse

bei Grad 4 und 9,19 % bei Grad 5. Sehr unzufrieden waren lediglich 9, ergo 2,43 %, der befragten Probanden.

Grundsätzlich zeigt die Grafik, dass die Probanden im Schnitt eher mit ihrer Versorgung zufrieden als unzufrieden waren. Zudem ist zu erkennen, dass auch bei den beiden Extremen die Quote im positiven Bereich deutlich höher war.

Die Probanden wurden hierbei für beide Hörgeräte zusammen befragt, da dies mehr der alltäglichen Situation entsprach.

5.4. Freiburger Einsilbertest

Neben der subjektiven, an Fragebögen gemessenen Zufriedenheit wurden auch sprachaudiometrische Ergebnisse in die Studie aufgenommen.

Unter anderem wurden die Veränderungen der Einsilberwerte ohne sowie mit Hörgeräteversorgung explizit betrachtet.

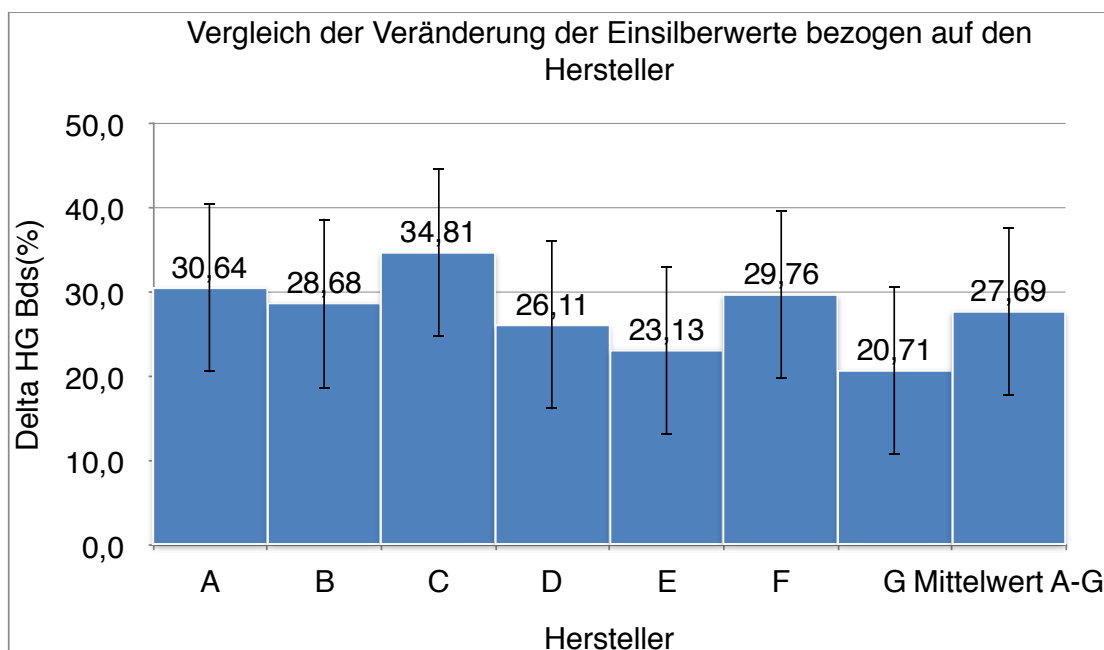


Abb. 12 Vergleich der Delta HG Bds Werte errechnet aus der Differenz der Einsilberwerte mit und ohne Hörgeräteversorgung angegeben in Prozent bezogen auf den pseudonymisierten Hersteller ebenfalls in Prozent sowie der Mittelwert aller Hersteller über 3 % Studienanteil

Die Grafik zeigt die Mittelwerte der Differenz der erzielten Einsilberwerte mit und ohne Hörgeräte, aufgeteilt auf die jeweiligen Hersteller über 3% Studienanteil. Dies berechnete sich aus dem erzielten Wert mit Hörgeräten beidseits gemessen abzüglich dem Wert ohne Hörgeräte ebenfalls beidseits gemessen.

Diese Werte beziehen sich auf alle Hörgeräte des jeweiligen Herstellers unabhängig des jeweiligen HG-Alters. Die Hersteller A-G sind nach ihrer Häufigkeit unter den Probanden aufgereiht. Hersteller G ist der letzte im Detail dargestellte Hersteller mit einer HG-Anzahl über 3 % im gesamten Kollektiv. Hersteller A erreichte eine mittlere Verbesserung von 30,64 % (σ 21,33 %), Hersteller B von 28,68 % (σ 23,54 %). Hersteller C, welcher mit 15,45 % aller HG den dritten Rang bezüglich der Häufigkeit belegt, zeigt hierbei die höchsten Ergebnisse. Die mittlere Verbesserung lag bei 34,81 % (σ 20,94 %). Demgegenüber konnte Hersteller G im Mittel nur ein Ergebnis von 20,71 % (σ 9,17 %) erreichen. Somit erzielten alle Hersteller im Mittel ein Ergebnis welches dem vorgegebenen Ziel in der Hilfsmittelrichtlinie entspricht oder dieses sogar deutlich übertrifft. Alle restlichen Werte wurden auf Grund ihrer geringen Probandenzahl nicht weiter aufgeführt, da sie kein repräsentatives Bild liefern konnten. Grundsätzlich wurden jedoch, bis auf zwei Ausnahmen, auch bei der geringen Anzahl an Probanden, im Schnitt Mittelwertverbesserungen um 20 % erzielt. Betrachtet man die Verbesserung des prozentualen Einsilberverstehens, sprich den Delta HGBds Wert, der Hersteller A-G, sieht man, dass im Mittel eine Verbesserung im Einsilberverstehen von 27,69 % (σ 21,32 %) erreicht wurde.

Die erzielten Werte wurden mittels Varianzanalyse (ANOVA) auf ihre statistische Signifikanz überprüft. Anhand des Levene-Tests wurde die Varianzhomogenität ermittelt, hiermit wurde eine Gleichheit der Varianzen (GöSa: $p=0,016$; FBE: $p=0,035$) bestimmt. Es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Herstellern und den jeweils erzielten Werten in den Sprachverständlichkeitstests. Bezüglich des Göttinger Satztests ergaben sich folgenden Werte $F(7)=0,985$, $p=0,442$. Im Freiburger Einsilbertest wurden diese Ergebnisse erzielt $F(7)=0,803$, $p=0,585$.

Des Weiteren wurde in Untersuchungen überprüft, ob ein Zusammenhang des Alters der Hörgeräteversorgung und der Verbesserung in den Einsilbertests festzustellen war.

Hierbei war erkennbar, dass es starke Schwankungen in den unterschiedlichen Jahren als auch bei den Herstellern selbst gab. Allerdings sind diese Ergebnisse auf Grund der zum Teil geringen HG-Anzahl pro Hersteller pro Jahr als wenig aussagekräftig und repräsentativ einzuschätzen. Betrachtet man nun lediglich das Hörgerätealter unabhängig vom Hersteller, zeigt sich folgendes Bild.

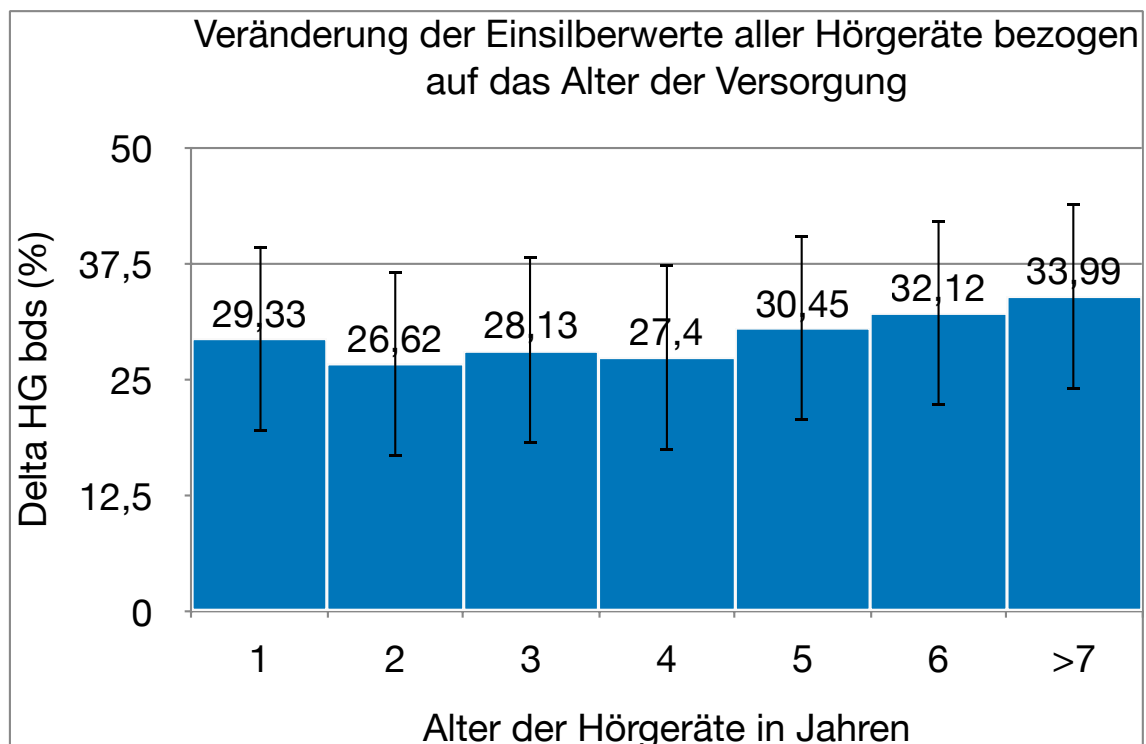


Abb. 13 Differenz der Einsilberwerte mit und ohne Hörgeräteversorgung in Prozent bezogen auf das Alter der Hörgeräte angegeben in Jahren. Hierbei wurden sämtliche Hersteller über 3 % Anteil am Patientenkollektiv betrachtet und zusammengefasst. Die Jahre wurden hierbei von eins bis sechs im Detail dargestellt und alle Hörgeräte über sechs Jahre zusammengefasst

Wie bereits erwähnt, erkennt man keinen klaren Trend bezüglich der Delta HGbds-Werte. In sämtlichen Jahren erreichten die Hörgeräte die in der Hilfsmittelrichtlinie geforderte Verbesserung von über 20 %. Die Hörgeräte mit einer gesamten Tragedauer von einem Jahr erreichten eine mittlere Verbesserung unter allen HG-Herstellern über 3 % Anteil am Patientenkollektiv von 29,33 % (σ 15 %). Die Verbesserung im Einsilbertest sank im zweiten Jahr, hierbei lag der Wert bei 26,62 % (σ 5,36 %). Eine erneute Verbesserung war im dritten Jahr zu verzeichnen, diese lag bei 28,13 % (σ 7,22 %). In dem darauffolgenden Jahr sank die Verbesserung auf 27,4 % (σ 7,98 %). Die größte Differenz der Einsilberwerte wurde in der Gruppe ≥ 7 Jahre erreicht. Hier lag das Ergebnis bei 33,99 % (σ 8,75 %). Bei Überprüfung der ermittelten Werte mittels SPSS ergab sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Alter der HG-Versorgungen und dem erzielten Ergebnis in den Sprachverständlichkeitstests. Der Levene-Test ergab für beide Sprachverständlichkeitstests eine Varianzhomogenität (GöSa: $p=0,065$; FBE: $p=0,166$). Die Ergebnisse der einfaktoriellen ANOVA ergaben für den GöSa $F(6)=2,028$, $p=0,063$. Bezüglich des FBE wurden folgende Werte errechnet $F(7)=0,205$, $p=0,984$.

5.5. Göttinger Satztest

Neben dem Freiburger Einsilbertest wurde auch der Göttinger Satztest, einer der Realität angepassten Prüfungssituation, mit in die Studie einbezogen.

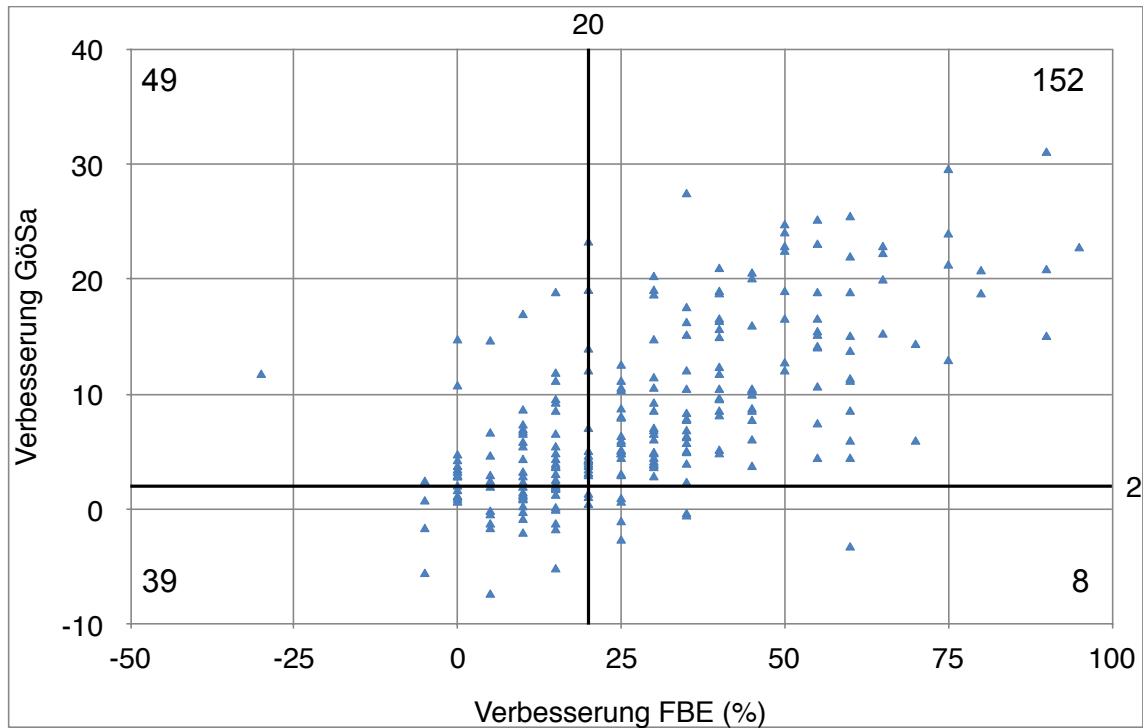


Abb. 14 Hörgerätenutzen, hier definiert als Differenz der Sprachverständlichkeit mit und ohne Hörgeräte, beurteilt mit dem Freiburger Einsilbertest bei 65 dB SPL in Ruhe und dem Göttinger Satztest mit Störgeräuschpegel von 45 dB SPL für $n=248$ Hörgeräteträger. Die eingezeichneten Linien bei 20 % sowie bei 2 dB stellen die jeweiligen Forderungen aus der Hilfsmittelrichtlinie dar. Die Senkrechte stellt hierbei die 20 % Verbesserung im FBE dar, die Horizontale die 2 dB Grenze des GöSa

Die Grafik zeigt den Vergleich zwischen den Ergebnissen beim Göttinger Satztest, errechnet aus der Differenz der Messungen mit und ohne Hörgeräte, zu den Ergebnissen im Freiburger-Einsilbertest, ebenfalls errechnet aus der Differenz der Messungen mit und ohne Hörgeräteversorgung. Dies dient der Beurteilung des Versorgungserfolgs. Verbesserungen im GöSa sind dabei nach oben, Verbesserungen im Freiburger Einsilbertest nach rechts dargestellt.

Für die vorgeschriebene notwendige Verbesserung um 20 % im Freiburger Einsilbertest wurde eine Senkrechte eingezeichnet. Zudem ist, als horizontale Gerade, die ebenfalls den Anforderungen der Hilfsmittelrichtlinie entsprechende 2 dB Marke für den Göttinger Satztest eingezeichnet.

Für $n=152$ (61,29 %) ist eine Verbesserung in beiden Testmodi zu erkennen. Für $n=49$ (19,76 %) ist eine Verbesserung im Göttinger Satztest zu erkennen,

Ergebnisse

jedoch ein Wert unter 20 % im Freiburger-Einsilbertest. Eine Gruppe von $n=8$ (3,22 %) zeigt dagegen eine Verbesserung im Freiburger-Einsilbertest, allerdings keine Verbesserung im Göttinger Satztest. Bei 39 (15,73 %) getesteten Probanden kam ein ungenügendes Ergebnis für den Versorgungserfolg heraus. Hierbei wurden weder die gewünschten Einsilberwerte erzielt, noch die geforderten Werte des Göttinger Satztests. Allerdings ist zu erkennen, dass die Streuung in dieser Gruppe recht gering ausfällt.

Betrachtet man diese Zahlen genauer, fällt auf, dass lediglich 22 Patienten, dies entspricht einer Quote von 8,87 %, im GöSa einen Wert unter 0 dB erreichten. Es trat somit eine mittlere Verschlechterung von -1,8 dB ein. Den Zielwert aus der Hilfsmittelrichtlinie haben 25 Probanden (10,08 %) im GöSa zwar nicht erreicht, allerdings dennoch eine Verbesserung erzielt. Der Mittelwert der Verbesserung lag bei 1,1 dB. Bei 201 Patienten (81,05 %) trat eine Verbesserung im GöSa ein, hierbei lag der Mittelwert bei 10,17 dB Verbesserung.

Im Vergleich hierzu die erzielten Ergebnisse im FBE. 160 Patienten (64,52 %) haben im FBE ein Ergebnis von ≥ 20 % erreicht. Der Mittelwert der Verbesserung lag bei 40,26 %. Den Zielwert erreichten 88 Patienten nicht, es wurde lediglich eine mittlere Verbesserung von 7,80 % erreicht. Eine tatsächliche Verschlechterung im FBE lag bei 6 Patienten (2,42 %) vor. Die durchschnittliche Verschlechterung betrug -9,16 %. Die Gruppe derjenigen, die zwar eine Verbesserung erzielten, diese jedoch nicht dem Ziel der Richtlinie entsprach, lag bei 82 Patienten (33,06 %). Die Mittlere Verbesserung lag bei 9,32 %.

Für den GöSa und den FBE zeigte sich in dieser Arbeit ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Verbesserung dieser Tests. Der Chi-Quadrat-Wert lag bei 28,77. Hierbei ergab die Analyse mittels McNemar Test eine Signifikanz von $p < 0,001$. Dieses Ergebnis gilt als höchst signifikant. Bereits im Jahr 2011 untersuchten Kollmeier et al. den gleichen Zusammenhang [1]. Das Ergebnis von Kollmeier et al. wurde auf Grund der geringen Probandenzahl mittels Edwards Korrektur überprüft. Auch hier ergab sich eine Signifikanz von $p < 0,05$.

Ebenso wie bei Kollmeier stellte sich bei diesem Patientenkollektiv heraus, dass eine alleinige Verbesserung im GöSa häufiger stattfand als eine alleinige Verbesserung im FBE. Die Zahl der Probanden, die in beiden Tests keine zufriedenstellenden Ergebnisse erzielten ist in diesem Patientenkollektiv geringer.

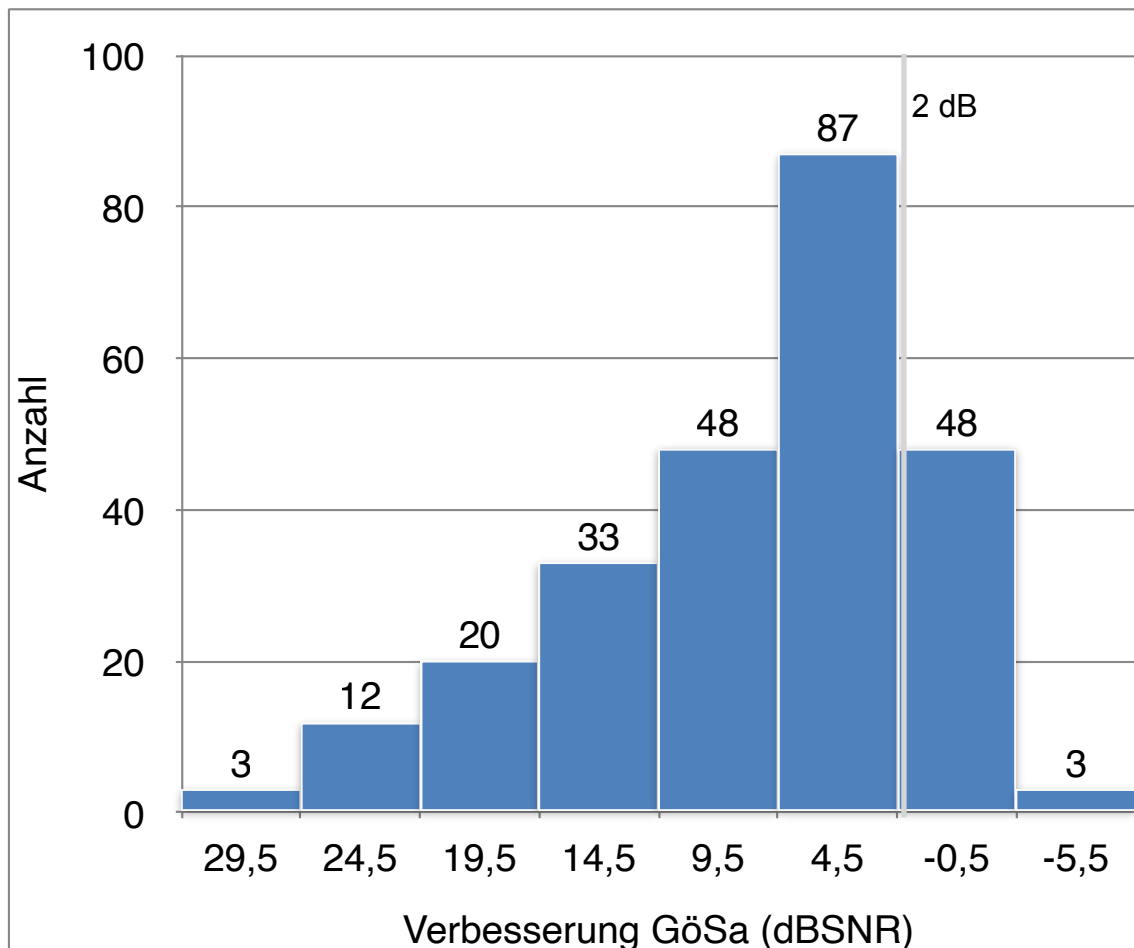


Abb. 15 Histogrammdarstellung des Hörgewinns durch die Hörgeräteversorgung für den Göttinger Satztest bei $n=254$ Probanden in absoluten Zahlen. Hierbei wird die Verbesserung im Göttinger Satztest aus der Differenz der erreichten Werte bei der Testung mit sowie ohne Hörgeräteversorgung berechnet. Die Verbesserung wird in dBSNR angegeben und reicht von einem Bereich von -8 dBSNR bis zu 31 dBSNR. Die Balken sind jeweils 5 dB Schritte breit. Das Ziel der Hilfsmittelrichtlinie von $+2$ dB Verbesserung im GÖSa wird hierbei durch die Senkrechte dargestellt. Sämtliche Werte links der Senkrechten stellen somit die Probanden mit einem Wert über der geforderten Hilfsmittelrichtlinie dar

Abbildung 15 verdeutlicht die Veränderung im Göttinger Satztest durch Verwendung von Hörgeräten. Die positiven Werte stellen eine Verbesserung im Göttinger Satztest dar. Von 254 getesteten Probanden lagen 203 im Bereich von 31 dB bis 2 dB, dies ist der gewünschte Bereich, der laut Hilfsmittelrichtlinie das Ziel einer HG-Versorgung darstellt. Somit verbesserten sich $79,92\%$ der Probanden mit ihren HG-Systemen im Göttinger Satztest.

Grundsätzlich ist erkennbar, dass sich ein Großteil der Probanden durch das Tragen von Hörgeräten im Göttinger Satztest verbesserte. Die Mehrzahl an Probanden lag im Bereich von 2 dB bis 10 dB. Der optimalste Wert, der von einem Probanden erreicht wurde, war eine Verbesserung um $\Delta 31$ dB. Die größte Verschlechterung des GÖSa lag mit $\Delta 7,4$ dB vor.

6. Diskussion

6.1. Eröffnung

Die Arbeit zielt darauf ab, den Nutzen einer Hörgeräteversorgung zu überprüfen. Es wird untersucht, in wieweit die Probanden durch ihre jeweiligen Hörgeräteversorgungen den Anforderungen aus der Hilfsmittelrichtlinie gerecht werden können. Dies impliziert eine Verbesserung im GÖSa um 2 dB und im FBE um 20 % [20]. Hierbei soll vor allem kritisch beleuchtet werden, ob die in der Hilfsmittelrichtlinie genannten Testverfahren vergleichbare Ergebnisse erzielen. Zudem wird dargestellt, in welchem Ausmaß Parameter wie der Hersteller und das Hörgerätealter auf den Versorgungserfolg Einfluss nehmen. Des Weiteren soll aufgezeigt werden, welche Auswirkung ein vorhandener Tinnitus auf das Audiometrieergebnis des Patienten hat.

6.2. Übersicht der Ergebnisse

Im Folgenden sollen kurz die in der Studie erzielten **Ergebnisse zusammengefasst** werden.

Bezogen auf das Geschlecht liegt ein recht homogen aufgeteiltes Patientenkollektiv mit einer Gesamtzahl von 370 Probanden vor. Die Altersverteilung findet, wie es bei einer oftmals altersbedingten Erkrankung zu erwarten ist, im oberen Bereich ihr Maximum. Am häufigsten vertreten ist die Gruppe der 70-79 Jährigen.

Von der Gesamtzahl der Probanden nehmen 34,86 % einen Tinnitus wahr. Die Gruppe der Frauen ist hier etwas häufiger betroffen. Der beidseitig auftretende Tinnitus in Form eines Sinustons ist die häufigste Art des Tinnitus in diesem Kollektiv. Des Weiteren ist zu vermerken, dass der kompensierte Tinnitus mit 65,11 % im Vergleich zum nichtkompensierten Tinnitus häufiger auftritt. Die Patienten haben mittels Visual-Analogue-Scale ihre spontane Beeinträchtigung durch den Tinnitus bewertet. Diese erzielten VAS Werte wurden mit dem jeweils vom Patienten erzielten Tinnitus TF verglichen. Hierbei ist zu erwähnen, dass die Streubreite im ersten Grad der Tinnitusbeeinträchtigung, sprich einem niedrigen Tinnitus TF, recht breit ist. Es wurden recht hohe als auch recht niedrige

Diskussion

VAS Werte erzielt. Die Streubreite geht mit steigendem TF-Wert zurück. Im am stärksten beeinträchtigten TF-Bereich erkennt man, dass die Streubreite sehr gering ist.

Ein weiterer Punkt der Untersuchung bezieht sich auf die Hörgeräteversorgungen. Hierbei wird unter anderem das Alter der HG betrachtet. Es fällt auf, dass ein Großteil der in dieser Studie verwendeten HG nicht älter als drei Jahre alt sind.

Die Zufriedenheit der Probanden mit den jeweiligen Hörgeräten stellt ebenfalls einen Aspekt dieser Studie dar. Aufgeteilt auf sechs Zufriedenheitsgrade werden die ersten drei Grade am häufigsten belegt. Mit gut 67,3 % ist das Gesamtkollektiv eher zufrieden mit den jeweiligen Versorgungen als unzufrieden. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass ungefähr ein Drittel eher unzufrieden mit ihren Hörgeräteversorgungen ist. Positiv fällt auf, dass gerade die extrem negativen Gruppen kaum belegt sind.

Zentrale Rolle dieser Arbeit stellt auch die Betrachtung der Sprachverständlichkeitstests dar. Hierzu wird sowohl der Freiburger Einsilbertest als auch der Göttinger Satztest angewendet.

In einer Testreihe wird die Veränderung der erzielten Einsilberwerte bezogen auf den Hersteller verglichen. Es fällt auf, dass alle Hersteller die in der Hilfsmittelrichtlinie geforderte Verbesserung von 20 % erzielen. Die meisten Hersteller liegen sogar um einige Prozentpunkte über den gewünschten Werten. Allerdings handelt es sich hierbei um die gemittelten Werte aller Probanden je Hersteller. Betrachtet man die Probanden einzeln, erkennt man, dass dieses Ziel nicht bei jedem Probanden erreicht wird.

Es wird zudem betrachtet, ob das Alter der HG einen Einfluss auf die Veränderung der erzielten Einsilberwerte hat. Die statistische Berechnung zeigt keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Alter der Hörgeräte und der Verbesserung im Freiburger Einsilbertest ($p= 0,984$).

Den zweiten zentralen Punkt stellt der Göttinger Satztest dar. Hierbei werden unter anderem die erzielten Werte der Probanden im FBE mit denen des Göttinger Satztests verglichen. Ein Großteil der Patienten erzielten in beiden Testungen ein der Forderung der Hilfsmittelrichtlinie entsprechendes Ergebnis. Es stellt sich heraus, dass die HG-Versorgungen bei 81 % der Patienten zu einer Verbesserung der Ergebnisse im GöSa führen, hingegen nur bei 64,5 % im

FBE. Dieser Unterschied wurde mit dem McNemar test auf Signifikanz geprüft. Der Chi-Quadrat-Wert lag bei 28,77. Dies ist somit mit $p < 0,001$ signifikant.

6.3. Erörterung einzelner Parameter

6.3.1. Ergebnisteil

Im folgenden sollen die erzielten **Ergebnisse dieser Studie** aufgearbeitet und kritisch beleuchtet werden.

Der Mittelwert des Alters des Kollektivs liegt erwartungsgemäß bei einem höheren Lebensalter von 62,8 Jahren. Der Wert war in sofern voraussehbar, als dass es sich bei einer mit Hörgeräten versorgten Schwerhörigkeit häufig um ein altersbedingtes Leiden handelt [10]. Es ist möglich, dass sich dieser Wert im Laufe der Zeit nach unten bewegen wird, da die durch Freizeitlärm bedingte Schwerhörigkeit unter Jugendlichen stetig zunimmt. Dieser Abwärtstrend wird allerdings durch den demographischen Wandel und dem damit verbundenen Anstieg der älter werdenden Menschen teilweise ausgeglichen [17].

Ebenso zeigt sich eine relativ homogene Geschlechterverteilung. Ein auffälliger Punkt ist, dass der Anteil an Frauen im geringeren Alter von unter 50 Jahren höher ist als der der Männer. Dies kann daran liegen, dass die Hemmschwelle von Frauen ein Hörgeräte zu tragen geringer ist. Da die Menge an Probanden in diesem Bereich jedoch vergleichsweise gering ist, fällt dies in den Bereich der Spekulation. In der aktuellen Literatur bietet eine Studie von Moser et al. aus dem Jahr 2017 Vergleichswerte [79]. Hierbei beziehen sich die Autoren unter anderem auf eine Arbeit von Roth et al., diese zeigt, dass in Europa 30 % der Männer und 20 % der Frauen in der siebten Altersdekade an Schwerhörigkeit erkrankt sind und bereits 55 % der Männer beziehungsweise 45 % der Frauen in der achten Altersdekade [80]. Grundsätzlich sprechen die Autoren der 2017 veröffentlichten Arbeit davon, dass Männer häufiger betroffen sind als Frauen, allerdings beziehen sich die Werte der Arbeit vor allem auf Probanden über dem 60. Lebensjahr [79]. Dies deckt sich mit den Ergebnissen dieser Arbeit, allerdings finden sich keine Vergleichswerte für die jüngeren Altersgruppen.

Ein Tinnitus liegt bei 34,86 % der Probanden vor. Verglichen mit der Arbeit von Hoffmann und Reed aus dem Jahr 2004 ist dieser Wert als recht hoch anzuse-

Diskussion

hen. Erzielt wurden bei dieser Untersuchung 5-15 % [75]. Allerdings beziehen sich die Werte der genannten Arbeit auf ein durchmischtes Kollektiv aus hörgeschädigten und nicht hörgeschädigten Probanden. Somit sind die Rahmenbedingungen in anderen Untersuchungen nicht mit denen dieser Arbeit zu vergleichen. Daher ist der in dieser Studie erzielte Wert als legitim anzusehen.

Betrachtet man die Verteilung der Häufigkeit, mit welcher Art sich der Tinnitus präsentiert, sieht man, dass der Sinuston mit 59,69 % am häufigsten auftritt. Die aktuelle Literatur bietet diesbezüglich keine Vergleichswerte.

Zur Beeinträchtigung des Patienten durch den Tinnitus wurden zwei Testverfahren durchgeführt.

Für den Tinnitus-VAS ergibt sich ein Mittelwert von 51,22 mm \pm 26,37 mm. Das Ergebnis der Standardabweichung zeigt eine große Varianz in den erzielten Ergebnissen. Dies spiegelt auch den klinischen Alltag wieder. Ein Tinnitus ist ein komplexes, sehr variables Krankheitsbild. Eine objektive Beurteilung, welche die Vergleichbarkeit der vorliegenden Tinnitus ermöglichen könnte, ist kaum möglich. Daher ist die subjektive Einschätzung des Patienten eines der wenigen Diagnostika, welche die Therapie des Tinnitus lenken kann.

Betrachtet man die jeweils erzielten Ergebnisse im spezifischeren Tinnitus TF liegt der Mittelwert bei 30,93 Punkten \pm 19,08 Punkte. Die Standardabweichung sowie der Mittelwert sind hierbei kleiner als beim zugehörigen Tinnitus VAS. Dies kann durchaus daran liegen, dass sich die Probanden zur Beurteilung ihrer Beeinträchtigung mehr Zeit nehmen, als auch expliziter im Detail über ihren Tinnitus, gelenkt durch die jeweiligen Fragen, Gedanken machen. Diese Werte wurden patientenbezogen miteinander verglichen. Im Bereich des Tinnitus Score I erzielen die Probanden im VAS ein Mittelwert von 34,17 mm mit einer Standardabweichung von 21,53 mm. Die selben Patienten erzielen im TF einen Score im Mittel von 15,06 Punkten \pm 9,1 Punkte. Ein extremes Beispiel stellt ein Patient dar, welcher im VAS einen Score von 75 mm angibt, dies entspricht einer recht starken Einschränkung und im TF einen Score von 17 Punkten. Dies ist eine Differenz von 58 in einem Test, welcher auf das gleiche Problem abzielt. Im Gegensatz dazu gibt ein Patient im VAS einen Wert von 4,7 mm an und erreichte im TF einen Wert von 24 Punkten. Dies entspricht jedoch lediglich einer Differenz von 19,3. Bei Grad II geben die Probanden im Mittel einen VAS-Wert von 52,05 mm \pm 15,57 mm an, im TF erreichen sie einen Punktwert von 35,74 Punkten \pm 5,5 Punkten. Bei Grad III liegen die Ergebnisse des VAS im

Mittel bei 75 mm \pm 15,11 mm und im TF bei 50,58 Punkten \pm 4,2 Punkte. Betrachtet man Grad IV erkennt man, dass die Streuung geringer ist. Hier liegt der Tinnitus VAS Mittelwert bei 83,71 mm \pm 11,83 mm und der TF bei 65,86 Punkten \pm 6,5 Punkte. Diese Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass die Streubreite der empfundenen Beeinträchtigung bei einem vergleichsweise schwachen Tinnitus breiter ist als bei einem starken Tinnitus. Allerdings ist zu erwähnen, dass die Probandenzahl pro Gruppe gesunken ist. Grad I werden 31 Patienten zugeordnet, Grad IV lediglich 7. Daher ist die Aussagekraft dieser Ergebnisse als mäßig anzusehen. Zudem handelt es sich bei einem Tinnitus, wie oben mehrfach beschrieben, um ein subjektives Empfinden welches zudem stark von der psychischen Verfassung des Individuums beeinflusst wird [81]. Eine weitere, aus dem Fachbereich der Psychologie stammende Untersuchungsmethode zur tiefgreifenderen Einschätzung der Auswirkung des Tinnitus auf das Individuum ist wünschenswert, überschreitet aber möglicherweise den Raum der allgemeinen Diagnostik im Rahmen der HNO-ärztlichen Untersuchung.

Ein wichtiger Aspekt dieser Studie ist der Zusammenhang zwischen den erzielten objektiven sprachaudiometrischen Tests und der jeweiligen subjektiven Beeinflussung durch den Tinnitus.

Es stellt sich sowohl für den GöSa als auch für den FBE heraus, dass ein Tinnitus keinen signifikanten Einfluss auf die entsprechenden Ergebnisse hat.

Bislang wurde dieser Zusammenhang in der Literatur noch nicht beschrieben, daher ist dieses Ergebnis von besonderer Bedeutung. Grundsätzlich wäre auch ein umgekehrtes Ergebnis denkbar gewesen, begründet dadurch, dass der Tinnitus ein ständiges Störgeräusch darstellt und dadurch das Sprachverstehen zusätzlich erschwert. Die Daten widerlegen dies allerdings. Da es sich hierbei um die ersten Ergebnisse dieser Art handelt, sollte dieser Zusammenhang exakter untersucht werden. Zudem sollte geprüft werden, ob die Art des Tinnitus einen Einfluss auf die audiometrischen Ergebnisse hat. Hierzu ist ein größeres Probandenkollektiv in den jeweiligen Subgruppen von Nöten.

Die mittlere Tragedauer der HG Versorgungungen liegen zwischen vier und fünf Jahren. Betrachtet man nun das Patientenkollektiv dieser Studie fällt auf, dass die Patienten zum Teil Hörgeräte verwenden, welche bis zu 18 Jahre alt sind. Allerdings ist zudem ersichtlich, dass der überwiegende Teil der Versorgungungen nicht älter als sechs Jahre alt sind. Ein Peak des HG-Alters ist bei drei und sechs Jahren zu verzeichnen. Es spiegelt somit nicht den klinischen Alltag wie-

Diskussion

der, dass die Patienten häufig ihre HG Versorgung wechseln. Es ist sicherlich ratsam den Patienten über große technische Neuerungen mit einem sichtbaren Verbesserungspotenzial zu informieren. Gerade wenn eine HG Versorgung eine Altersgrenze von über zehn Jahren überschritten hat, sollte man den Patienten über neuere Versorgungen beraten. Interessant wäre in diesem Fall zu ermitteln, ob die Patienten, welche ihre HG Versorgung über zehn Jahre tragen, einen signifikanten Unterschied bezüglich der HG Zufriedenheit, der Tonaudiometrie sowie der Sprachaudiometrie erzielen.

Dass die Einschätzung des Hörerlebnis von mehr als den erzielten Ergebnissen in den objektiven sprachaudiometrischen Tests abhängt, zeigen die erzielten Scores in den HG-Zufriedenheitsfragebögen. Die Ergebnisse der subjektiven Fragebögen zeigen zum Teil trotz guter objektiver Audiometrieergebnisse keine zufriedenstellenden Werte auf. Dies mag zum Teil an der persönlichen Ablehnung des Patienten durch eine gefühlte Stigmatisierung des Hörgeräts liegen. Im Gesamtkollektiv zeigen die erzielten Werte des standardisierten HG-Zufriedenheitsfragebogens, dass gut zwei Drittel der Probanden grundsätzlich zufrieden mit ihren Versorgungen sind. Dieser Wert stellt für den Praktiker eine grobe Orientierung dar, ob und wie viel Verbesserungspotenzial bei der jeweiligen Versorgung vorhanden ist. Gerade die Patienten aus den Subgruppen „unzufrieden“ und „sehr unzufrieden“ bedürfen einer intensiveren Betreuung um auch diese, wenn auch kleinere Gruppe an Patienten, zufriedenzustellen. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, in wieweit die erzielten Ergebnisse in Zusammenhang mit ton- oder sprachaudiometrischen Ergebnissen stehen und welche augenscheinlich nicht fassbaren Größen in dieses komplexe Ergebnis mit hineinspielen. Des Weiteren wird aus dem oben Genannten ersichtlich, dass eine ausschließlich objektive Messung nicht ausreicht, um den Versorgungserfolg umfassend zu beurteilen.

Es stellt sich heraus, dass sowohl der Hersteller als auch das Alter der Hörgeräteversorgung keinen signifikanten Einfluss auf die Ergebnisse in den Sprachverständlichkeitstests haben. Bezogen auf das Alter ergab sich in der Varianzanalyse ein Ergebnis für den GöSa von $F(6)=2,028$, $p=0,063$. Bezüglich des FBE wurden folgende Werte errechnet $F(7)=0,205$, $p=0,984$. Auch die Berechnungen der Signifikanz zwischen den Sprachverständlichkeitstests und dem Hersteller der HG-Versorgungen zeigen keine signifikanten Zusammenhänge. Bezüglich des GöSa ergaben sich folgende Werte $F(7)=0,985$, $p=0,442$. Im

Freiburger Einsilbertest wurden diese Ergebnisse erzielt $F(7)=0,803, p=0,585$. Neueste Technologien führen somit in der Regel nicht zu einem besseren Sprachverstehen. Hieraus ergibt sich für den Praktiker als auch für den Patienten die Frage, wann eine Hörgeräteversorgung als erneuerungsbedürftig gilt. Grundlegend ist hierbei zu sagen, dass eine Hörgeräteversorgung technisch einwandfrei funktionieren sollte. Es ist sekundär, ob ein Gerät auf dem neuesten Stand der Technik ist, solange es die geforderten Grundvoraussetzungen erfüllt. Ob ein Patient durch gewisse technische Gadgets wie Apps etc. einen beträchtlichen Vorteil erzielt, bleibt offen [21]. Dies ist sicherlich individuell sehr unterschiedlich und bedarf einer weiteren dezidierten Untersuchung. Zudem ist es individuell auch äußerst unterschiedlich wie schnell sich ein Patient auf eine neue HG-Versorgung einstellen kann. Daher ist davon abzuraten einem gut eingestellten Patienten mit funktionstüchtigem älteren HG eine neue Versorgung anzufertigen, da auch diese neue Versorgung einer zeitintensiven Feinanpassung bedarf.

Bezogen auf die Tragedauer der Hörgeräteversorgung in diesem Probandenkollektiv zeigt sich, wie oben ausführlich beschrieben, dass dies allerdings auch nicht dem klinischen Alltag entspricht.

Grundsätzlich ist zu sagen, dass neben der technischen Einstellung auch die regelmäßige Überprüfung des Hörvermögens des Patienten eine wichtige Rolle spielt. So zeigt ein Artikel aus dem Jahr 2014 von Löhler et al. in der „HNO“ (Springer Verlag), dass es durchaus zu gravierenden gesundheitlichen Schäden kommen kann, wenn die Verordnung sowie Überprüfung der HG-Versorgung komplett aus der Hand des HNO-Arzttes genommen wird [82]. Des Weiteren ist es unumgänglich die Verstärkung der Hörleistung durch die Hörgeräte adaptiv an den Hörverlust anzupassen. Es ist nur für den Mediziner ersichtlich, ob ein gesundheitliches Grundproblem Auslöser für eine Verschlechterung in den audiometrischen Tests ist oder ob diese auf eine natürliche Degeneration des Hörvermögens zurückzuführen ist.

Der Zusammenhang zwischen Hörverlust und Demenz wurde wissenschaftlich ebenfalls schon häufig beschrieben. Wie schon Livingston 2017 in einem Artikel in der „Lancet“ mit dem Thema der Demenzprävention resümiert, besteht ein kausaler Zusammenhang zwischen dem Hörverlust und der Entwicklung beziehungsweise dem Fortschreiten von Demenz [14]. Zudem macht die Hörminderung mit 9 % den höchsten Einzelanteil an modifizierbaren Risikofaktoren bei

Diskussion

der Demenz aus [15]. Dies unterstreicht die Notwendigkeit der regelmäßigen ärztlichen Untersuchung [82].

Ein weiteres zentrales Ergebnis ist, dass bei einer Probandenzahl von $n=248$ lediglich 152 Probanden die in der Hilfsmittelrichtlinie geforderten Ziele erreichten. Hierzu zählt zum einen die Verbesserung im FBE um 20 % und im GöSa um 2 dB [20]. Dieser Wert entspricht einer Quote von 61,29 %.

Wie schon anfänglich erwähnt, eignet sich ein Testverfahren im Störgeräusch, wie es der GöSa darstellt, zur Indikation und Überprüfung von HG-Versorgungen auch explizit für Patienten mit geringer Hörstörung, welche vor allem beim Sprachverstehen im Störschall Probleme aufweisen [51]. Die Problematik ist bei diesen Patienten wie folgt begründet. Bei einer Messung in Ruhe werden die Patienten auch ohne HG-Versorgung akzeptable Ergebnisse erzielen, die Differenz zum Ergebnis mit HG-Versorgung wird gering sein. Somit werden die Patienten im FBE möglicherweise kein zufriedenstellendes Ergebnis erzielen, während das Ergebnis im GöSa durchaus den Zielwert erreicht. Dies könnte auch die erzielten Werte erklären. Eine Verbesserung im FBE erreichten lediglich 160 Probanden (64,52 %), hingegen erreichten im GöSa 201 Probanden (81,05 %) den geforderten Zielwert. Wie schon Kollmeier 2011 resümierte, können dadurch Probanden mit geringgradiger Schwerhörigkeit mit selektiven Sprachverständlichkeitsproblematiken im Störschall mittels GöSa gerechter beurteilt werden [1]. Eine Verbesserung ausschließlich im GöSa und eine nicht ausreichende Verbesserung im FBE wurde von $n=49$ Probanden erzielt, dies entspricht einer Quote von 19,76 %. Eine Verbesserung lediglich im FBE mit einer unzureichenden Verbesserung im GöSa wird von $n=8$ Probanden erzielt, dies entspricht einer Quote von 3,23 %. Es fällt auf, dass 39 Patienten, ergo 15,73 %, die geforderten Werte weder im GöSa noch im FBE erreichen. Dies bedeutet wiederum, dass die Testkriterien zur gleichen Aussage führen. Indes ist zu erwähnen, dass sich diese Werte alle in einem geringen Varianzbereich befinden. Eine tatsächliche Verschlechterung trat bei lediglich 22 Probanden im GöSa auf, das heißt es wurde ein DeltaGöSa Wert unter 0 dB erzielt. Dies entspricht 8,87 %. Der Mittelwert der Verschlechterung liegt hierbei bei -1,8 dB. Die maximale Verschlechterung liegt bei -7,4 dB. Grundsätzlich gilt, dass eine Verschlechterung ab -2 dB für den Patienten auch als diese wahrgenommen wird. Dies trifft wiederum auf fünf Probanden zu. Gerade bei diesen Probanden sollte herausgefunden werden, wie es durch eine Hörhilfe zu einer merklichen Ver-

schlechterung kommen kann. Eine unterhalb der Richtlinien liegende Verbesserung tritt bei 25 Probanden (10,08 %) auf. Hier liegt die mittlere Verbesserung bei 1,1 dB. Dies unterschreitet das geforderte Ziel um 0,9 dB. Allerdings sollte auch dieser Wert zu Denken geben, da die Hörhilfen meist einer zeit- und kostenintensiven Anpassung bedürfen und es durchaus im Sinne des Patienten als auch der GKV ist, ein Ergebnis zu erzielen, welches eben so in der Hilfsmittelrichtlinie niedergeschrieben ist. Betrachtet man im Gegensatz dazu sämtliche Verbesserungen im GöSa, sprich alle Werte über 0 dB, erzielen 226 Probanden eine Verbesserung von durchschnittlich 9,14 dB. Eine Verbesserung über das Ziel der Hilfsmittelrichtlinie von 2 dB hinaus erreichten 201 Patienten, das heißt 81,05 %, diese liegt im Mittel bei 10,2 dB. Die maximale Verbesserung liegt bei 31 dB. Im Vergleich hierzu tritt bei $n=6$ Probanden, 2,42 %, eine Verschlechterung im FBE ein, sprich ein Wert unter 0 %. $N=88$ haben das gewünschte Ziel von über 20 % nicht erreicht. Im Vergleich hierzu wird bei $n=160$ das Ziel von 20 % erreicht und überschritten. Dies entspricht einer Rate von 64,52 %. Der Mittelwert der Verbesserung liegt bei 40,59 %. Eine maximale Verbesserung erreicht ein Patient mit einem Wert von 95 %.

Auch beim FBE liegen einige Probanden zwar in einem verbesserten Bereich, erreichen allerdings nicht die gegebenen Vorgaben. Dies ist bei $n=82$ Patienten, ergo 33,06 %, mit einer mittleren Verbesserung um 9,09 % der Fall.

Wenn man nun die Gesamtzahl aller Patienten betrachtet, welche das Ziel in beiden Tests nicht erreicht haben, schließt dies eine Zahl von $n=39$ ein. Dies bedeutet aber nicht, dass die Patienten keinerlei Verbesserung erzielt haben. Betrachtet man nun lediglich die Probanden, die sich tatsächlich durch eine HG Versorgung verschlechtert haben ist dies bei einer Zahl von $n=2$ Probanden für $\Delta\text{GöSa} < 0$ dB sowie $\Delta\text{FBE} < 0$ % der Fall. Der Unterschied der sich daraus ergibt ist, dass bei $n=37$ Probanden eine minimale, allerdings nicht ausreichende Verbesserung in beiden Tests erzielt wurde. Somit zeigt sich, dass die Versorgung einen positiven Effekt hat, dieser aber bei weitem noch nicht den Anforderungen der GKV entspricht. Wie groß der notwendige Aufwand ist und welche Fehler bei der Einstellung der Geräte entstanden ist, lässt sich nicht durch die Ergebnisse ableiten.

Ein einfacher Einflussfaktor ist, dass es sich bei den Werten der Probanden um Fehlmessungen handelt. Zudem kann es sich um Probanden handeln, bei welchen die HG-Versorgung nicht die Versorgung der ersten Wahl darstellt, son-

Diskussion

dem dass es sich hierbei um Patienten handelt die mit einem CI besser versorgt wären. Zudem zeigen die Zahlen nicht, wie knapp ein Proband das Ziel in den jeweiligen Testreihen verpasst hat. Es wird lediglich dargestellt, ob ein Proband das Ziel erreicht hat. Wie oben allerdings ersichtlich, liegen die Probanden, welche die Zielforderung nicht erreicht haben, meist knapp vor dem geforderten Bereich. In einer Arbeit von Kollmeier et al. (2011) wurden vergleichbare Ergebnisse erzielt, jedoch bei einer deutlich geringeren Patientenzahl [1]. Es kann mittels McNemar Test belegt werden, dass ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Ergebnissen im FBE und GöSa vorhanden ist. Auf Grund der Probandenzahl konnte ein Signifikanzniveau von 99 % erzielt werden. Dies bestärkt die Aussage der Arbeit Kollmeiers [1].

Die Frage die sich aus alldem Genannten ergibt ist, ob die Forderung in der Hilfsmittelrichtlinie zu wenig differenziert ist. Kann man von einem geringgradig Schwerhörigen eine ähnliche Verbesserung fordern wie von einem hochgradig Schwerhörigen. Oder ist es sinnvoller, die Schwerhörigen je nach Ausmaß der Störung in verschiedene Gruppen einzuteilen und die Ergebnisse adaptiv an das Mögliche anzupassen.

6.3.2. Material und Methode

Zudem sollen die gewählten Parameter aus dem Bereich **Material und Methode** kritisch beleuchtet werden.

Die Studie bezieht sich auf ein Patientenkollektiv, das im Zeitraum von 2012-2017 in der Audiologie der Universitätsklinik Erlangen zur HG-Kontrolle vorstellig wurde. Nicht alle Patienten konnten in diese Studie aufgenommen werden.

Zu den Einschlusskriterien zählt, dass der Patient über 18 Jahre alt ist. Dies ist deshalb sinnvoll, da somit mit einheitlichen sprachaudiometrischen Tests für Erwachsene gearbeitet werden kann. Folglich besteht eine direkte Vergleichbarkeit aller Testergebnisse ohne Umrechnungstabellen und damit verbundenen Abweichungen und Fehlern. Eine Überlegung besteht darin das Altersspektrum einzugrenzen, um lediglich die Patientengruppe der klassischen Altersschwerhörigkeit zu analysieren, da dies das Patientenkollektiv weiter vereinheitlichen würde. Bei dem hier gewählten Patientenkollektiv handelt es sich um eine heterogene Gruppe im Alter von 21 bis 98 Jahren. Sicherlich liegen bei

diesen Patienten unterschiedliche Ätiologien vor. Allerdings spiegelt diese Verteilung auch das Publikum in der HNO-ärztlichen Praxis wider und wurde somit für diese Studie als sinnvoll erachtet.

Ein weiteres Kriterium, welches bei der Auswahl der Patienten Beachtung gefunden hat, ist die Darstellung der Schwerhörigkeit. Gefordert wird, dass lediglich Patienten in die Studie aufgenommen werden, welche einen symmetrischen Hörverlust sensorineuralem Ursprungs mit einer maximalen Diskrepanz von 20 dB zwischen der rechten und der linken Seite haben. Sinnvoll ist dies insofern, als dass man das breite Spektrum der möglichen Auslöser der Schwerhörigkeit und damit verbunden das enorm unterschiedliche Bild der daraus resultierenden Hörprobleme einschränkt. Dies führt zu einer gewissen Homogenisierung der Ergebnisse. Allerdings ist hierbei auch zu erwähnen, dass die Hörstörungen der gewählten Probanden ebenfalls von extremer Schwerhörigkeit mit minimalem Resthörvermögen bis hin zur geringen Schwerhörigkeit reichen.

Im Probandenkollektiv befinden sich auch Patienten mit starker, an Taubheit grenzender Hörminderung. Diese Patienten wären unter Umständen mit einem Cochlea Implantat sinnvoller versorgt. Die Werte dieser Patienten können das Gesamtbild verzerren. Die geringe Häufigkeit im Gesamtkollektiv macht dies aber vernachlässigbar.

Eine weitere Voraussetzung ist, dass die Patienten Hörgeräteerfahrung von mindestens drei Monaten vorweisen können. Dies ist insofern ein sinnvoller Mindestzeitraum, da die Patienten eine gewisse Zeit mit der Adaption an ihre Hörgeräte verbracht haben und die größten Fehleinstellungen, falls vorhanden, von dem jeweiligen betreuenden Akustiker behoben werden konnten. Dies könnte sich sonst durchaus mit stark abweichenden Ergebnissen bei der audiometrischen HG-Kontrolle widerspiegeln. Des Weiteren konnten die Patienten das Hören mit Hörgeräten auch in geräuschvollen Kulissen, welches als eines der schwierigsten Situationen gilt, üben. Somit sollte auch die Prüfung mit Hörgeräten bei den Sprachtests mit Störgeräusch keine ungewohnte Situation darstellen. Eine solche Phase von drei Monaten stellt im Mittel einen gut gewählten Zeitraum dar. Sicherlich gibt es einige Patienten, die für die Gewöhnung an ihre HG-Versorgungen einen längeren Zeitraum benötigen. Allerdings fallen von den 371 Probanden lediglich 24 in die Gruppe derjenigen, die unter 12 Monate HG-Erfahrung mit den jeweiligen Geräten haben.

Zudem gilt „Deutsch“ als Muttersprache als *conditio sine qua non*. Dieses Krite-

Diskussion

rium ist deshalb so wichtig, da die Sprachverständlichkeitstests auf einer einwandfreien Sprachkenntnis basieren. Eine Sprachbarriere könnte das Ergebnis falsch negativ beeinflussen. Dies wurde schon des öfteren als spezielle Kritik am Freiburger Einsilbertest genannt. Kritisiert wurde hierbei, dass sowohl regionale Unterschiede als auch altersspezifische Unterschiede zu einem differierenden Ergebnis führen können [44], [45].

Die oben genannten Kriterien zeigen, dass es einen gewissen Variationsbereich bei den Ein- und Ausschlusskriterien gibt. Allerdings wurden die Kriterien bei dieser Studie bewusst, wie oben argumentiert, eben so festgelegt.

Die Anzahl der Probanden von $n=371$ ist im Vergleich mit ähnlichen Arbeiten als groß anzusehen. Ein Teil der Studie wurde mit einer Arbeit von Kollmeier aus dem Jahr 2011 verglichen [1]. In Kollmeiers Arbeit wurden, in dem für diese Studie bedeutenden Teil, lediglich $n=35$ Probanden betrachtet. Dies zeigt, dass die von dieser Arbeit analysierte Menge deutlich größer ist, was im Umkehrschluss zu fundierteren, statistisch aussagekräftigeren Ergebnissen führt. Allerdings stellte sich auch heraus, dass zum Teil unvollständige Datensätze gelöscht werden mussten. Dies ist auf mangelhafte Eintragung der Ergebnisse in das Verarbeitungsprogramm zurückzuführen. Dies führt dazu, dass in gewissen Teiluntersuchungen lediglich eine Probandenanzahl von $n=72$ berücksichtigt werden konnte.

Eine weitere Frage, welche bei der Begutachtung der gewählten Parameter aufgekomen war, ist, ob es bei den jeweiligen Messungen zur Verunreinigung der Ergebnisse kommen kann.

Bei der Reintonaudiometrie gibt der Patient durch eine Patiententaste an, ob er den jeweiligen Testton wahrgenommen hat und daran wird adaptiv Lautstärke und Frequenz angepasst. Dieses Verfahren gilt als recht sicher. Eine negative Veränderung kann vor allem bei Messung der Knochenleitung stattfinden, wenn der Knochenleitungshörer nicht richtig auf dem Processus mastoideus aufgesetzt ist. Dies fällt allerdings bei der Begutachtung der erzielten Ergebnisse meist direkt auf. Daraus folgt eine erneute Testung. Aus Qualitätssicherungsgründen werden die Ergebnisse für jede Frequenz bei der Tonaudiometrie sowohl bei der Knochenleitung, als auch bei der Luftleitung von vornherein doppelt erhoben. Dies schließt auch eine absichtliche Täuschung durch den Patienten weitestgehend aus.

Bei dem Freiburger Sprachtest werden dem Probanden Einsilber sowie Zahlen getrennt voneinander in unterschiedlichen Lautstärken vorgespielt [29]. Diese soll der Proband im Anschluss wiederholen. Eine Fehlerquelle stellt hierbei die unklare Aussprache des Probanden dar. Ein Beispiel hierfür ist das Testwort „Ring“. Dieses kann bei einer undeutlichen Aussprache durchaus mit dem Wort „Ding“ oder „fing“ verwechselt werden. Da die Ergebnisse von einer Person bewertet werden, liegt auch hier wieder eine mögliche Fehlerquelle.

Falls die Aufmerksamkeit des Prüfers für den Moment der Antwort gestört wird, kann er das Ergebnis falsch positiv oder falsch negativ bewerten. Eine Möglichkeit, diesen Fehler zu beheben besteht darin, das Testwort im Anschluss erneut zu spielen. Allerdings kann dies beim Probanden zu einem gewissen „Trainingseffekt“ führen. Eine weitere Möglichkeit, welche allerdings zur Modifikation des Testablaufs führt, wäre, dass der Proband das jeweils vorgespielte Testwort auf einem Tablet-PC aus einer vorgegeben Wortliste auswählt oder mittels Tastatur eingibt. Dies birgt allerdings die Gefahr, dass gerade ältere weniger technikaffine Patienten Schwierigkeiten mit dem Testverfahren bekommen. Zudem können sich die Patienten durch Antwortmöglichkeiten leiten lassen und richtig verstandene Testwörter falsch auswählen. Außerdem gibt es bei einer Auswahl aus einer Liste von mehreren Wörtern auch die Möglichkeit durch Zufall das richtige Wort, welches eigentlich nicht verstanden wurde, auszuwählen. Die von der Uniklinik Erlangen gewählte Testung des Freiburger Sprachtests stellt eine alltagstaugliche Variante dar. Die oben genannten Fehler werden durch das geschulte Personal minimiert. Allerdings liegt hier sicherlich ein Bereich mit Verbesserungspotenzial in der Audiometrie.

Eine andere mögliche Fehlerquelle ist dadurch gegeben, dass die Ergebnisse von unterschiedlichen Prüfern erfasst werden. Da bereits ein einzelner unterschiedlich eingetragener Wert zu einem veränderten Gesamtergebnis führt, sollte auch dieser Aspekt nicht unbeachtet bleiben. Falls ein Mitarbeiter häufiger die Testwörter wiederholt um augenscheinlich „sicherere“ Ergebnisse zu erzielen, kann dies durchaus dazu führen, dass diese Probanden im Mittel besser abschneiden. Um bestmöglich vergleichbare Werte zu erzielen, sollte man die Mitarbeiter regelmäßig gemeinsam erneut unterweisen. Gegebenenfalls stellt die Aufzeichnung der Tests mit einem Recorder und anschließender Auswertung eine Verbesserungsmöglichkeit dar, dies ist jedoch ein zusätzlicher Zeitaufwand mit bedingt großem Verbesserungspotenzial. Die gleichen Fehlerquel-

Diskussion

len, die den Freiburger Sprachtest beeinflussen, können auch den Göttinger Satztest verfälschen. Auch hier ist die Aussprache des Patienten eine gewisse, nicht zu unterschätzende Fehlerquelle.

Zudem ist die Testdauer beider sprachaudiometrischer Testverfahren ein weiterer möglicher beeinflussender Faktor. Hierbei fällt auf, dass die Konzentration einiger Patienten mit zunehmender Testdauer nachlässt. Allerdings ist die Kürzung der Testreihen keine sinnvolle Alternative um diese Fehlerquelle zu minimieren, da die Aussagekraft des Ergebnis darunter stark leidet.

Häufig wurde die Reformierung der audiometrischen Diagnostik und Hörgerätekontrolle gefordert. Dies liegt unter anderem daran, dass der in der Hilfsmittelrichtlinie als Standard festgelegte audiometrische Test, der Freiburger Einsilbertest als veraltet gilt. Eine interessante Übersichtsarbeit lieferte Steffens 2016 hierzu bereits ab [42]. Grundlage des FBE sind Untersuchungen der Sprache aus dem 19. Jahrhundert. Hierzu wurde allerdings nicht die gesprochene Sprache als Basis genommen, sondern die geschriebene Sprache [40]. Dass die geschriebene Sprache des 19. Jahrhundert nur noch bedingt viel mit der gesprochenen Sprache des 21. Jahrhunderts zu tun hat, liegt auf der Hand. Der größte Vorteil des FBE ist, dass es sich hierbei um einen DIN normierten Test mit jahrzehntelanger Anwendung handelt [29]. Daraus ergibt sich der nächste Vorteil, nämlich dass eine Vielzahl an repräsentativen Studien existiert. Ein Nachteil, den der FBE mit sich bringt ist, dass die Testreihen aus unterschiedlich gut verständlichen Wörtern bestehen. Die statistische Aussagekraft ist, wie bereits in der Einleitung dieser Arbeit erwähnt, begrenzt. Das bedeutet, dass eine Schwankung in den Ergebnissen der Probanden nicht zwangsläufig auf ein schlechteres Sprachverstehen zurückzuführen ist [48].

Prinzipiell zeigen die oben genannten Argumente, dass eine Novellierung des Freiburger Einsilbertests beziehungsweise die Einführung eines neuen Testverfahrens anzustreben ist. Bezüglich einer Novellierung ist es sinnvoll, die gesprochene zeitgemäße Sprache des 21. Jahrhunderts in einer sorgfältig angelegten Untersuchung zu analysieren. Hierbei sollten regionale und altersabhängige Begriffe ausgegrenzt werden. Sinnvoll ist es, auf die Ausgewogenheit der verschiedenen Schwierigkeitsgrade bestimmter Einsilber zu achten. Dies führt zu einem einheitlicheren Ergebnis zwischen den Probanden und mindert das Risiko einer Fehleinschätzung des Sprachverstehens. Der größte Vorteil, den

der GöSa bietet ist, dass dieser für die Testung in Ruhe als auch im Störgeräusch konzipiert wurde. Daher lassen sich die Ergebnisse für beide Tests ohne komplexe Umrechnungstabellen, welche wiederum zu Fehlern führen könnten, vergleichen. Nachteilig ist zu bewerten, dass dieser Test nicht durch eine DIN-Norm streng normiert, sondern lediglich standardisiert ist. Eine Normierung führt möglicherweise zu weniger praxisinternen Fehlern. Fehlt diese, kann sich dies wiederum negativ auf die Vergleichbarkeit unterschiedlicher Behandler auswirken. Zudem können sich durch fehlende Normierungen Fehler im Testablauf manifestieren, die ebenfalls eine exakte Vergleichbarkeit verhindern.

Die Frage, die sich aus der Gesamtheit der aufgeführten Argumente ergibt, ist, welche Tests sich anstelle des FBE eignen. Ist es sinnvoll, zwei unterschiedliche Tests zu wählen oder einen Test wie den GöSa, welchen man ohne zusätzlichen Aufwand in Ruhe wie auch im Störgeräusch durchführen kann.

Ebenso stellt sich die Frage ob es sinnvoll ist eine Erneuerung der Testverfahren zu fordern oder ob eine Erneuerung zu größeren Problemen führen würde. Sicherlich wäre hierbei sinnvoll, einen Test einzuführen welcher ebenfalls DIN normiert und gegebenenfalls schon erprobt ist.

Neben den ton- und sprachaudiometrischen Tests erfolgt auch eine Untersuchung des Tinnitus. Zur Ermittlung der Beeinträchtigung des Patienten durch den Tinnitus werden zwei Testverfahren durchgeführt. Zum einen erfolgt eine schnelle Spontaneinschätzung mittels VAS. Hierbei soll der Proband seine Beeinträchtigung durch den Tinnitus in einem Bereich von 0 bis 10 cm (=100 mm) selbst einschätzen. Dabei steht 100 für eine sehr starke Einschränkung durch den Tinnitus und 0 für keine Einschränkung. Der direkte Vorteil des Verfahrens besteht in der zweifellos schnellen und einfachen Durchführung. Allerdings ist die Aussagekraft nur bedingt zuverlässig. Da es sich hierbei lediglich um eine Momentaufnahme der Beeinträchtigung handelt, kann diese fälschlich hoch oder niedrig sein. Zudem kann es zu einer Aussage kommen, die der Patient bei tiefgreifender Überlegung gegebenenfalls abändern würde. Die Erfassung des VAS ist sicherlich eine einfache Variante um zu ermitteln, in wieweit sich der Patient durch den Tinnitus beeinträchtigt fühlt, allerdings sollte stets die mäßige Aussagekraft bedacht werden und daher der Test nur als grob orientierende Einschätzung angesehen werden.

Des Weiteren wird der Tinnitus-TF ermittelt. Hierzu muss der Patient, wie im

Diskussion

Abschnitt Material und Methode bereits erklärt, einen Fragebogen mit alltags-spezifischen Fragen und die daraus folgende Einschränkung durch den Tinnitus beantworten. Aus dem erzielten TF-Wert errechnet sich der dazugehörige Tinnitus Score von Grad I bis IV [78]. Die Aussagekraft dieses Tests ist im Vergleich zum VAS generell als höher anzusetzen. Allerdings ist auch hier zu erwähnen, dass es sich bei beiden Verfahren um subjektive Einschätzungen des Probanden selbst handelt, welche sehr stark von der jeweiligen psychischen Konstitution abhängen und daher bei jedem Individuum tagesformabhängig dynamisch variieren können. Die Aufnahme beider Verfahren zur Diagnostik der psychischen Folgen eines Tinnitus ist als sinnvoll anzusehen, allerdings muss hierbei beachtet werden, dass eine weiterführende Diagnostik für die Indikation einer adjuvanten psychologischen Therapie sinnvoll und notwendig ist.

Die Länge des Untersuchungszeitraums wurde auf fünf Jahre festgelegt. Der Zeitraum vermag Schwankungen, welche auf technische Fehler bei den audiometrischen Tests zurückzuführen sind leicht auszugleichen, da diese, wenn sie auftreten sollten, auf Grund der exakten regelmäßigen Geräteüberprüfung nicht länger als maximal vier Wochen andauern würden. Man kann davon ausgehen, dass in dem gewählten Untersuchungszeitraum technische Neurungen bezüglich der Hörerätesysteme erfolgten und diese im relevanten Maß Einzug in die Studie genommen haben.

Ein Argument, welches für einen kürzeren Testzeitraum sprechen würde, ist die minimale Abweichung der Testmodi. Diese Variabilität führt zur eingeschränkten Vergleichbarkeit. Allerdings würde diese Arbeit bei Patienten, die lediglich im Zeitraum von Januar bis September 2017 untersucht wurden, auf eine Probandenzahl von $n=64$ sinken. Betrachtet man den Zeitraum 2016 sowie 2017 zusammen erreicht man eine Probandenzahl von $n=153$. Dies zeigt, dass die Verkürzung des Zeitraums zur Homogenisierung der Testmodi zu einer deutlichen Einbuße an Probanden führen würde und dies im Weiteren zu weniger fundierten Ergebnissen. Aus den genannten Argumenten wurde entschieden den Untersuchungszeitraum auf fünf Jahre anzusetzen da die Variation der Testmodi in diesem Zeitraum gering war und die Anzahl an Probanden als überdurchschnittlich groß anzusehen ist. Dies wiederum könnte zu möglichen neuen beziehungsweise aussagekräftigeren Ergebnissen führen.

6.3.3. Schlussfolgerung

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, gemessen durch Tinnitus-TF und Tinnitus-VAS, dass ein Tinnitus eine starke psychische Beeinträchtigung für das Individuum darstellen kann, jedoch keinen signifikanten Einfluss auf das Sprachverstehen des Patienten mit Hörgeräteversorgung ausübt. Des Weiteren wird ersichtlich, dass die persönliche Empfindung bezüglich der Auswirkung des Tinnitus auf das Individuum interindividuell stark schwanken.

Die Ergebnisse in den audiometrischen Untersuchungen legen nahe, dass es nicht sinnvoll ist dem Patienten überdurchschnittlich häufig neue HG-Versorgungen anzufertigen, da das Alter der Hörgeräte keinen signifikanten Einfluss auf die erzielten Sprachverständlichkeitsergebnisse hat. Es zeigt sich, dass es sekundär ist, welchen Hersteller und welche technische Ausführung das HG aufweist, solange das Gerät vom Patienten regelmäßig getragen wird und vom HNO-Arzt oder Hörgeräteakustiker auf einwandfreie Funktion überprüft wird. Eine vollkommene Hörgerätezufriedenheit beim Patienten zu erzielen ist eine komplexe Aufgabe, da dies von vielen Faktoren abhängt. Einige Faktoren, wie beispielsweise die Einstellung des Patienten zu seiner Versorgung, entziehen sich der Modulation durch den Behandler. Die Ergebnisse dieser Studie haben belegt, dass etwa ein Drittel aller Hörgeräteträger nicht ausreichend zufrieden ist. Hier sollten Verbesserungsmöglichkeiten gefunden werden.

Zur Diagnostik als auch zur Überprüfung der HG-Versorgung sollte neben dem Standard in Form von ton- und sprachaudiometrischen Tests die Verwendung von Fragebögen bezüglich der subjektiven Empfindungen des Patienten als weitere wichtige Untersuchungsmethode einbezogen werden.

7. Literaturverzeichnis

- 1) Kollmeier B, Lenarz T, Winkler A, Zokoll MA, Sukowski H, Brand T, Wagener KC (2011) Hörgeräteindikation und -überprüfung nach modernen Verfahren der Sprachaudiometrie im Deutschen. HNO 59:1012–1021
doi/10.1007/s00106-011-2345-5
- 2) Plinkert PK, Klingmann C (2010) Hören und Gleichgewicht. Im Blick des gesellschaftlichen Wandels, 1.Aufl. Springer, Vienna: 3-8
- 3) Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM, Siegelbaum SA, Hudspeth AJ (2012) Principles of Neural Science, 5.Aufl. McGraw-Hill Education Ltd, New York: 801–815
- 4) Reiß M (2009) Facharztwissen HNO-Heilkunde, 1.Aufl. Springer, Berlin, Heidelberg: 141-147
- 5) Böhme G, Welzl-Müller K (1998) Hörprüfungen im Erwachsenen- und Kindesalter, 5.Aufl. Hogrefe Verlag, Bern: 39-47
- 6) Birbaumer N, Schmidt RF (2010) Biologische Psychologie, 7.Aufl. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg: 422 doi/10.1007/978-3-540-95938-0
- 7) Behrends J, Bischofberger J, Deutzmann R, Ehmke H, Frings S (2016) Duale Reihe – Physiologie, 3.Aufl. Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart: 671-703
- 8) Behrbohm H, Kaschke O, Nawka T (2012) Kurzlehrbuch Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, 2.Aufl. Georg Thieme Verlag, Stuttgart: 7
- 9) Schaaf C, Zschocke J (2013) Ohren und Gehör. In: Basiswissen Humangenetik, 1.Aufl. Springer, Berlin, Heidelberg: 272-319
- 10) Meister H (2018) Hörstörung und kognitiver Abbau im Alter. Heilberufe 6:14
doi:10.1007/s00058-018-3498-3
- 11) Decker-Maruska M (2018) Hörprobleme im Alter — oft verschwiegen und unterschätzt. Heilberufe 6:10-13 doi:10.1007/s00058-018-3497-4

Literaturverzeichnis

- 12) Dörfler C, Hocke T, Hast A, Hoppe U (2020) Sprachverstehen mit Hörgeräten für 10 Standardaudiogramme. HNO 68:40–47
doi:10.1007/s00106-019-00780-5
- 13) Spreng M (1982) Auswirkungen des Lärms auf das Hören. Audiol Akustik 21:66-74
- 14) Livingston G, Sommerlad A, Orgeta V, Costafreda SG, Huntley J, Ames D, Ballard C, Banerjee S, Burns A, Cohen-Mansfield J, Cooper C, Fox N, Gitlin LN, Howard R, Kales HC, Larson EB, Ritchie K, Rockwood K, Sampson EL, Samus Q, Schneider LS, Selbæk G, Teri L, Mukadam N, Livingston G (2017) Dementia prevention, intervention, and care. The Lancet 390(10113):2673-2734
- 15) Müller T (2018) Hörgerät als wirksamste Demenzprävention? InFo Neurologie 20:52-53 doi:10.1007/s15005-018-2620-z
- 16) Bundeszentrale für politische Bildung, Dossier : Demographischer Wandel; Bonn (2019) <https://www.bpb.de/politik/innenpolitik/demografischer-wandel/> (Stand: 16.Juli 2019 20:13)
- 17) Steffens T, Marcrum SC (2018) Fachärztliches Basiswissen zur Wirksamkeit von Hörgeräten in Abhängigkeit der Art und Pathophysiologie einer Hörstörung. HNO 6:122-127 doi:10.1007/s00106-017-0457-2
- 18) Zenner HP, Struwe U, Schuschke G, Spreng M, Stange G, Plath P, Babisch W, Rebentisch E, Plinkert P, Bachmann KD, Ising H, Lehnert G (1999) Gehörschäden durch Freizeitlärm. HNO 47:236-248
- 19) audibene GmbH, Hörgerätetechnologien (2019) Geschichte der Hörgeräte <https://www.audibene.de/news/geschichte-der-hoergeraete/> (Stand 14.Juli 2019 15:14)
- 20) Gemeinsamer Bundesausschuss (2020) Hilfsmittel-Richtlinie über die Verordnung von Hilfsmitteln in der vertragsärztlichen Versorgung (Hilfsmittel-Richtlinie/ HilfsM-RL) zuletzt geändert am 17. September 2020. BAnz AT 30.09.2020 B2, Gemeinsamer Bundesausschuss, Berlin
- 21) Kießlich J (2016) Blick in die Zukunft Hörgerätetechnologie: Novitäten ante portas. Springer Medizin 46:14 doi:10.1007/s00060-016-5274-9

- 22) Meister H, Rählmann S, Walger M, Margolf-Hackl S, Kießling J (2015) Hearing aid fitting in older persons with hearing impairment: the influence of cognitive function, age, and hearing loss on hearing aid benefit. *Clin Interv Aging* 10:435-44
- 23) Kochkin S (2010) MarkeTrak VIII: Consumer satisfaction with hearing aids is slowly increasing. *Hearing Journal* 63:20-27
- 24) Abrams HB, Kihm J (2015) An introduction to MarkeTrak IX: A new baseline for the hearing aid market. *Hearing Review* 22:16-21
- 25) Lottner A, Iro H, Schützenberger A, Hoppe U (2019) Hörgeräteversorgung – Kann die Begrenzung der Leistungspflicht der Krankenkassen durch Festbeträge bei medizinischer Indikation erfolgreich vor den Sozialgerichten angefochten werden? *Laryngo-Rhino-Otol* 98:708–714
- 26) Braun B, Dietrich A, Akcicek B, Wollenberg B, Schönweiler R, Löhler J (2015) Hörgeräteversorgung. Folgen der Festbetragsverdopplung auf Compliance, Ergebnisqualität und Zuzahlung. *HNO*: 850-856
- 27) Bundesministerium für Gesundheit, Gesetzliche Krankenversicherung Endgültige Rechnungsergebnisse; Bonn (2016)
- 28) Wette C (2014) Festbeträge für Hörgeräte sind keine Vertragspreise. *HNO Nachrichten* 44(4):21-22
- 29) Winkler A, Holube I (2015) Der Freiburger Sprachverständnistest und die Norm DIN EN ISO 8253-3. Conference: Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Audiologie (DGA)At: Bochum, Germany: 1
- 30) Brusis T, Wolf U, Meister EF (2013) Die Königsteiner Empfehlung von 2012 – Wesentliche Neuerungen und Änderungen. *Z Laryngol Rhinol Otol* 92:647–654
- 31) Thiele C, Sukowski H, Lenarz T, Lesinski-Schiedat A (2012) Göttingen Sentence in Noise for Different Audiogram Classes. *Laryngo-Rhino-Otol* 91:782–788
- 32) Cox RM, Alexander GC (1995) The Abbreviated Profile of Hearing Aid Benefit. *Ear Hear* 16:176–86

- 33) Holube I, Kollmeier B (1994) Modifikation eines Fragebogens zur Erfassung des subjektiven Hörvermögens und dessen Beziehung zur Sprachverständlichkeit in Ruhe und in Störgeräuschen. *Z Audiol* 33:22–35
- 34) Löhler J, Wollenberg B, Schönweiler R (2017) APHAB-Scores zur individuellen Beurteilung des Nutzens von Hörgeräteversorgungen. *HNO* 65:901–909 doi/10.1007/s00106-017-0350-z
- 35) Sturtz J, Mann WJ (2017) *Praxis der HNO-Heilkunde, Kopf- und Halschirurgie*, 3.Aufl. Georg Thieme Verlag, Stuttgart: 25
- 36) Löhler J, Akcicek B, Kappe T, Wollenberg B, Schlattmann P, Schönweiler R (2016) Die Abhängigkeit von APHABu-Scores von Hörverlusten in Standardaudiogrammen. *Laryngo-Rhino-Otol* 95: 540–545 doi./10.1055/s-0041-111569
- 37) Mallinger E, OPUS FAU (2011) Training Effects and List Equivalency of the Freiburg Speech Intelligibility Test in Noise. In: *Opus4-fau*
<https://opus4.kobv.de/opus4-fau/frontdoor/index/index/docId/1809>
(Stand: 14.Mai 2019 08:21)
- 38) Spreng M (2000) Diskriminationsentscheidende Bedeutung von Kurzzeitschallereignissen. Institut Physiologie und experimentelle Pathophysiologie, AG Biokybernetik. Uni-Erlangen
- 39) Deutsche Institut für Normung e.V (1991) DIN ISO 8253-1 Akustik: Grundlegende Prüfverfahren der Reintonaudiometrie. Beuth-Verlag, Berli
- 40) Mrowinski D, Scholz G (2006) *Audiometrie. Eine Anleitung für die praktische Hörprüfung*, 3.Aufl. Thieme Verlag, Stuttgart: 35-47
- 41) Winkler A, Holube I (2016) Test-Retest-Reliabilität des Freiburger Einsilbertests. *HNO* 64:564–571 doi/10.1007/s00106-016-0166-2
- 42) Steffens T (2016) Verwendungshäufigkeit der Freiburger Einsilber in der Gegenwartssprache. *HNO* 64:549–556 doi/10.1007/s00106-016-0163-5
- 43) Alich G (1985) Anmerkungen zum Freiburger Sprachverständnistest (FST). *Sprache – Stimme – Gehör. Zeitschrift für Kommunikationsstörungen* 9:1-6
- 44) Bangert H (1980) Probleme bei der Ermittlung des Diskriminationsverlustes nach dem Freiburger Sprachtest. *Audiologische Akustik* 19:166–170

- 45) Kießling J (2010) Moderne Sprachtests auf dem Weg von der Forschung in die Praxis. HNO 58(6):595–596
- 46) Kollmeier B (1992) Moderne Verfahren der Sprachaudiometrie. Median Verlag von Killisch-Horn GmbH, Heidelberg: 7-10
- 47) Wedel vH (1986) Untersuchungen zum Freiburger Sprachtest – Vergleichbarkeit der Gruppen im Hinblick auf Diagnose und Rehabilitation (Hörgeräteanpassung und Hörtraining). Audiologische Akustik 25:60–73
- 48) Thornton AR, Raffin MJM (1978) Speech discrimination scores modified as a binomial variable. Journal of Speech and Hearing Research 21:507-518
- 49) Schorn K (2006) Die Aufgaben des HNO-Arzt bei der Hörgeräteversorgung Teil 2: Überprüfung von Anpassbericht, subjektiver Zufriedenheit, Ohrpassstück und Hörgerät. HNO 54:233–251
- 50) Müller-Deile J (2009) Sprachverständlichkeitsuntersuchungen bei Cochlear-implantatpatienten. HNO 57:580–592
- 51) Niemeyer W (2000) Kritisches zur Begutachtung der Lärmschwerhörigkeit. In: Ganz vH, Iro H HNO Praxis heute, Band 20. Springer, Berlin, Heidelberg: 1–44
- 52) Kollmeier B, Wesselkamp M (1997) Development and evaluation of a German sentence test for objective and subjective speech intelligibility assessment. The Journal of the Acoustical Society of America 102:2412
doi/10.1121/1.419624
- 53) Hunsmann EL (2004) Sprachverstehen im Störlärm mit dem Hochmair-Schulz-Moser (HSM)-Satztest. Audiometrische Normwerte junger Erwachsener bei binaural alternierender Sprachdarbietung mit Einsteckhörern. Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der Medizinischen Fakultät der Bayrischen Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg: 3
- 54) Brand T, Kollmeier B (2002) Efficient adaptive procedures for threshold and concurrent slope estimates for psychophysics and speech intelligibility tests. J Acoust Soc Am 111:2801–2810 doi:10.1121/1.1479152

- 55) Wagener K, Kollmeier B (2004) Göttinger Satztest und Oldenburger Satztest. *Zeitschrift für Audiologie* 43(3):134–141
- 56) Hesse G, Laubert A (2010) Zur Pharmakotherapie des akuten und chronischen Tinnitus. *HNO* 58:990 doi/10.1007/s00106-010-2179-6
- 57) Biesinger E, Iro H (2005) *HNO Praxis heute. Tinnitus*. Springer, Heidelberg: 2-6 doi/10.1007/3-540-27491-X
- 58) Dietrich V, Nieschalk M, Stoll W, Rajan R, Pantev C (2001) Cortical reorganization in patients with high frequency cochlear hearing loss. *Hear Res* 158:95–101
- 59) Mühlnickel W, Elbert T, Taub E, Flor H (1998) Reorganization of auditory cortex in tinnitus. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 95:10340–10343
- 60) Mazurek B (2005) Tinnitus. Ein interdisziplinärer Ansatz in der Therapie ist sinnvoll. *HNO* 56:668 doi/10.1007/s00106-008-1773-3
- 61) Eggermont JJ (2005) Tinnitus: neurobiological substrates. *Drug Discov Today* 10:1283–1290
- 62) Jastreboff PJ (1990) Phantomauditoryperception (tinnitus): mechanisms of generation and perception. *Neurosci Res* 8:221–254
- 63) Wedel vH, Wedel vUC (2000) Eine Bestandsaufnahme zur Tinnitus-Retraining-Therapie. *HNO* 48:887–901
- 64) Moller AR (2006) *Hearing: anatomy, physiology, and disorders of the auditory system*. Academic Press, Amsterdam
- 65) Jastreboff PJ, Hazell JW, Graham RL (1994) Neurophysiological model of tinnitus: dependence of the minimal masking level on treatment outcom. *Hear Res* 80:216–232
- 66) Hallam RS, Rachman S, Hinchcliffe R (1984) Psychological aspects of tinnitus. In: Rachman S *Contributions to medical psychology*, Aufl. 3. Pergamon, Oxford: 357-366

- 67) Hallam RS (1997) Psychological approaches to the evaluation and management of tinnitus distress. In: Hazell JWP Tinnitus. Churchill Livingstone, Edinburgh: 131-143
- 68) Morley S, Eccleston C, Williams A (1999) Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials of cognitive behaviour therapy and behaviour therapy for chronic pain in adults, excluding headache. Pain 80:1–13
- 69) Folmer RL, Griest SE, Martin WH (2001) Chronic tinnitus as phantom auditory pain. Otolaryngol Head Neck Surg 124:394–400
- 70) AWMF (2015) Leitlinie Chronischer Tinnitus. Leitlinie der Deutsche Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie e.V. 017-064:1-31
- 71) Hesse G (2016) Tinnitus-Retraining-Therapie. HNO 64:350–351
doi/10.1007/s00106-016-0173-3
- 72) Delb W, D'Amelio R, Boisten C, Plinkert PK (2002) HNO Kombinierte Anwendung von Tinnitusretrainingtherapie (TRT) und Gruppenverhaltenstherapie. HNO 50:997-1004 doi/10.1007/s00106-002-0645-5
- 73) D'Amelio R, Archonti C, Scholz S, Falkai P (2004) Akuter Tinnitus - Psychische Korrelate und Ausmaß der Belastung bei Patienten. HNO 52(7):599–603
doi/10.1007/s00106-003-0944-5
- 74) Cline ME, Herman J, Shaw ER, Morton RD (1992) Standardization of the Visual Analogue Scale. Nursing Research: November-December 1992
41(6): 378-379
- 75) Hoffmann HJ, Reed G (2006) Epidemiology of tinnitus. In: Snow JB Tinnitus: Theory and Management. Hamilton: BC Decker: 6–41
- 76) Kreuzer PM, Vielsmeier V, Langguth B (2013) Chronic tinnitus: an interdisciplinary challenge. Deutsches Ärzteblatt Int 110(16):278–84
doi/10.3238/arztebl.2013.0278
- 77) World Health Organisation, Prevention of blindness and deafness; Genega (2018) https://www.who.int/pbd/deafness/hearing_impairment_grades/en/
(Stand: 13. Juni 2019, 07:11)

Literaturverzeichnis

78) Goebel G, Hiller W (1998) Tinnitus-Fragebogen (TF). Ein Instrument zur Erfassung von Belastungen und Schweregrad bei Tinnitus. Hogrefe, Göttingen

79) Moser S, Luxenberger W, Freidl W (2017) Wahrnehmung von Hörproblemen bei älteren Menschen. HNO 65:671–679 doi/10.1007/s00106-017-0334-z

80) Roth TN, Hanebuth D, Probst R (2011) Prevalence of age-related hearing loss in Europe: a review. Eur Arch Otorhinolaryngol 268:1101–1107

81) Stiefelhagen P (2017) Was Sie gegen Ohrgeräusche empfehlen können. MMW - Fortschritte der Medizin 159:22 doi/10.1007/s15006-017-0305-z

82) Löhler J, Akcicek B, Wienke A, Hoppe U (2014) Komplikationen bei der Hörgeräteversorgung ohne HNO-Arzt. HNO 62:360 doi/10.1007/s00106-013-2826-9

8. Abkürzungsverzeichnis

APHAB: Abbreviated Profile of Hearing Aid Benefit

ANOVA: Analysis of Variance

CI: Cochlea Implant

dB: Dezibel

Δ : Differenz

FBE: Freiburger Einsilbertest

GKV: Gesetzliche Krankenversicherung

GHz: Gigahertz

GöSa: Göttinger Satztest

Hz: Hertz

HdO: Hinter dem Ohr

HSM: Hochmair-Schulz-Moser Satztest

HG: Hörgerät

IIC: Invisible in Canal

kHz: Kilohertz

MRT: Magnetresonanztomographie

MARIC: Microphone and Receiver in Canal

Delta HGbds: mittlere prozentuale Verbesserung des Frankfurter Einsilbertest

OLInv: Oldenburger Inventar

OLSA: Oldenburger Satztest

PET: Positronen Emissions Tomographie

Abkürzungsverzeichnis

PTA: Pure Tone Average

WHO: World Health Organisation

RIC: Receiver in Canal

(r/l): rechts/links

SNR = S/N: Signal to noise ratio

SPL: Sound pressure Level

L50: Spracherkennungsschwelle im Störschall

SVS: Sprachverständlichkeitsschwelle

σ : Standardabweichung

SPSS: Statistical Package of Social Sciences

TF: Tinnitusfragebogen

UCL: Unbehaglichkeitsschwelle

VAS: Visual Analogue Scale

9. Danksagung

Zunächst möchte ich mich an dieser Stelle bei meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr. Dr. Ulrich Hoppe, dafür bedanken, dass er mir diese Arbeit anvertraut hat. Zudem danke ich ihm für sein offenes Ohr in sämtlichen Angelegenheiten, sein großes Engagement und die intensive Betreuung. Des Weiteren möchte ich meinen Dank an die Mitarbeiter der HNO Klinik Erlangen, insbesondere der Audiologie, aussprechen, welche mich während meiner Hospitation stets sehr freundlich und gewissenhaft betreut haben.

Frau Albert möchte ich namentlich erwähnen, da sie mir vor allem in den organisatorischen Dingen ausgesprochen hilfreich zur Seite stand.

Zudem möchte ich einigen Personen aus meinem privaten Umfeld danken, die mich auf verschiedenste Art und Weise unterstützt haben.

Hierzu zählen meine Familie als auch mein Partner, welche mir stets mit Rat und Tat zur Seite standen, mich allzeit unterstützten und mich mental antrieben.

Mein besonderer Dank gilt meinem Bruder, Dr. Constantin Dörfler, da ich ohne ihn nicht auf diese Arbeit aufmerksam geworden wäre. Zudem danke ich ihm dafür, mich in die Materie der Hals-Nasen-Ohren Heilkunde eingeführt zu haben.