

EUROPÄISCHE UNION DER HÖRAKUSTIKER e. V.

# Förderpreis 2023

## Effektivität einer Hörgeräteversorgung für Patientinnen und Patienten mit nahezu normalem Tonaudiogramm zur Verminderung von Tinnitus

Bachelorarbeit

Verfasserin: Sonja Tänzer, geb. Ziel  
Erstprüfer: Prof. Dr. rer. nat. Dipl.-Phys. Tim Jürgens  
Zweitprüferin: Dipl.-Ing. Siegrid Meier M. A.  
Datum der Abgabe: 30. August 2022

**EUHA**

Europäische Union der  
Hörakustiker e.V.

Bachelorarbeit  
zur Erlangung des akademischen Grades  
Bachelor of Science  
Fachbereich Angewandte Naturwissenschaften  
Studiengang Hörakustik  
Technische Hochschule Lübeck

Herausgeber: Europäische Union der Hörakustiker e. V.  
Saarstraße 52, 55122 Mainz, Deutschland  
Tel. +49 (0)6131 28 30-0  
Fax +49 (0)6131 28 30-30  
E-Mail: [info@euha.org](mailto:info@euha.org)  
Internet: [www.euha.org](http://www.euha.org)

Alle hier vorhandenen Daten, Texte und Grafiken sind urheberrechtlich geschützt. Eine Verwertung über den eigenen privaten Bereich hinaus ist grundsätzlich genehmigungspflichtig.

© EUHA 2023

# Bachelor-Abschlussarbeit

## Thema:

Effektivität einer Hörgeräteversorgung für Patientinnen und Patienten mit nahezu normalem Tonaudiogramm zur Verminderung von Tinnitus

## Zusammenfassung:

In der vorliegenden Studie wird die Effektivität einer Hörgeräteversorgung für Patientinnen und Patienten mit nahezu normalem Tonaudiogramm zur Vermeidung von Tinnitus untersucht. Die Tinnitus-Belastung wurde mithilfe des mini Tinnitus Fragebogens 12 (mini TF12) bestimmt. Zusätzlich wurde mit den Sprachmessungen des Freiburger Sprachverständlichkeitstests (FB) und des Oldenburger Satztests (OLSA) überprüft, ob sich das Sprachverstehen ebenfalls verbessert hat. 17 Studienteilnehmende haben Hörsysteme ausprobiert, die übrigen 4 Teilnehmenden bilden die Referenz-Gruppe ohne Hörsystemversorgung. Das Durchschnittsalter der Teilnehmenden liegt bei 51,5 Jahren und das Geschlechter-Verhältnis ist in etwa ausgewogen.

Die 21 Studienteilnehmenden waren Patientinnen und Patienten der MEDIAN Kaiserberg-Klinik Bad Nauheim. Dort wurde zu Beginn und zum Ende des Klinikaufenthaltes der mini TF12 von den Teilnehmenden beantwortet, um eine Veränderung in der Tinnitus-Belastung feststellen zu können. In der Gruppe der Teilnehmenden mit Hörsystemversorgung wurden zu Beginn die Einsilber des FB bei 60 dB und der OLSA ohne Hörsysteme im Freifeld gemessen. Beide Messungen wurden am Ende mit Hörsystemen wiederholt, um eine Veränderung im Sprachverstehen ermitteln zu können. Zusätzlich wurde am Ende ein Fragebogen zur Hörsystem-Erprobung beantwortet, um die subjektive Einschätzung der Teilnehmenden bewerten zu können. Die Teilnehmenden haben für einen Zeitraum von durchschnittlich 15 Tagen das Hörsystem ausprobieren können. Alle 21 Studienteilnehmenden haben unabhängig von der Hörsystemversorgung die in der Klinik übliche Behandlung erhalten.

Die Auswertung des mini TF12 ergab, dass in der Gruppe der Hörsystemversorgten eine signifikante Reduzierung der Tinnitus-Belastung vorhanden ist. Die Ergebnisse der Referenz-Gruppe zeigen ebenfalls eine Verbesserung, diese ist jedoch mit der vorliegenden Stichprobe nicht signifikant. Bei einer größeren Stichprobe in der Referenz-Gruppe könnte das Ergebnis auch hier

einen signifikanten Unterschied zeigen. In den Sprachmessungen verbesserten sich die meisten Teilnehmenden mit Hörsystemversorgung, aber die Unterschiede sind ebenfalls nicht signifikant. Beim OLSA könnte dies wieder mit einer zu geringen Stichprobe zusammenhängen, beim FB hingegen hatten sehr viele Teilnehmenden ohne Hörsystem ein Sprachverstehen von 100 % und konnten sich deshalb nicht weiter verbessern. Die Auswertung des Fragebogens zur Hörsystem-Erprobung ergab, dass die meisten Teilnehmenden sowohl den Tinnitus gar nicht mehr oder leiser wahrgenommen haben als auch eine Verbesserung im Sprachverstehen bemerkten. Ein Großteil der Teilnehmenden möchte nach dem Klinikaufenthalt eine erneute Hörsystemversorgung anstreben.

**Verfasserin:** Sonja Tänzer geb. Ziel

**Betreuer:** Prof. Dr. Tim Jürgens

**Datum der Abgabe:** 30.08.2022

## Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Personen bedanken, die mir das Schreiben dieser Bachelorarbeit ermöglicht haben.

Mein größter Dank gilt Dr. med. Roland Zeh, der Chefarzt der Abteilung HTS (Hörstörungen, Tinnitus, Schwindel und Cochlea-Implantate) der MEDIAN Kaiserberg-Klinik Bad Nauheim, für die Idee des Themas und die große Unterstützung bei der Umsetzung der Studie.

Ein großer Dank geht an meinen Betreuer und Erstprüfer Prof. Dr. Tim Jürgens für die Unterstützung bei der Auswertung der Datensätze und die guten Literatur-Hinweise. Des Weiteren danke ich Siegrid Meier für die Zweitprüfung der Bachelorarbeit.

Ein weiterer Dank gilt Ingrid Mayenschein, die Hörakustikerin der Klinik, und Cornelia Huber, die Audiometristin der Klinik, für die intensive Einweisung in die Abläufe im Klinik-Alltag und des Audiometers.

Außerdem möchte ich allen Studienteilnehmenden danken, denn ohne ihre Bereitschaft wäre die Studie nicht möglich gewesen. Danke für ihre Neugier, Hörsysteme auszuprobieren und das große Interesse an meiner Arbeit.

Abschließend richte ich noch ein großes Dankeschön an meinen Mann Robin Tänzer und meine Familie und Freunde, die mich in allem unterstützt haben. Ohne euch hätte ich das Studium, vor allem während der Corona-Pandemie, nicht geschafft.

# Inhaltsverzeichnis

Danksagung .....	5
Inhaltsverzeichnis .....	6
Abbildungsverzeichnis .....	8
Tabellenverzeichnis .....	9
Abkürzungen .....	10
1 Einleitung.....	11
2 Grundlagen.....	11
2.1 Tinnitus.....	12
2.2 Schwerhörigkeit.....	13
2.3 Hörstress .....	14
3 Materialien und Methoden.....	15
3.1 Studiendesign .....	15
3.2 MEDIAN Kaiserberg-Klinik Bad Nauheim.....	16
3.3 Auswahl der Studienteilnehmenden.....	16
3.4 Audiometrische Messungen .....	18
3.5 Auswahl des Hörsystems .....	19
3.6 Anpassung des Hörsystems .....	20
3.7 Fragebögen.....	22
4 Resultate.....	23
4.1 Tinnitus-Wahrnehmung der Teilnehmenden.....	23
4.2 Audiometrische Messungen .....	24
4.3 Mini TF 12.....	26
4.4 Fragebogen zur Hörsystem-Erprobung.....	29
4.5 Datalogging.....	32
5 Diskussion.....	34
6 Zusammenfassung.....	37
7 Fazit .....	38

Literaturverzeichnis .....	39
Anhang 1 .....	41
Anhang 2 .....	43
Anhang 3 .....	44

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Alle Tonaudiogramme, die die Studienkriterien erfüllen (farbige, dünne Kurven) und die Kurve der frequenzabhängigen Mittelwerte (schwarze, dicke Kurve), sowie die zugehörigen Standardabweichungen (Fehlerbalken).....	17
Abbildung 2 Sprachverstehen des FB Einsilbertests bei 60 dB seitengetreunt über Kopfhörer gemessen.....	18
Abbildung 3 Verteilung der Schweregrade im mini TF12 bei den Teilnehmenden mit und ohne Hörsystemversorgung jeweils zu Beginn und zum Ende des Klinikaufenthaltes (0 – 7 Punkte = leichtgradig; 8 – 12 Punkte = mittelgradig; 13 – 18 Punkte = schwergradig; 19 – 24 Punkte = schwerstgradig) .....	28
Abbildung 4 Die angegebene und tatsächliche Dauer der Hörsystem-Erprobung bei den Teilnehmenden.....	29
Abbildung 5 Die angegebene (Fragebogen) und ausgewertete (Datalogging) mittlere Tragedauer des Hörsystems pro Tag .....	30
Abbildung 6 Das subjektive Sprachverstehen der Teilnehmenden mit dem Hörsystem im Zweiergespräch, im Gruppengespräch und im Störlärm.....	31
Abbildung 7 Die angegebene Veränderung des Tinnitus beim Tragen des Hörsystems, direkt nach dem Tragen des Hörsystems und ca. 1 Stunde nach dem Tragen des Hörsystems .....	32
Abbildung 8 Die mittlere Tragedauer des Hörsystems pro Tag ermittelt durch die Auswertung der Datalogging-Funktion.....	33

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Tinnitus-Wahrnehmung der Studienteilnehmenden (rot = rechtes Ohr; blau = linkes Ohr) .....	24
Tabelle 2 Ergebnisse des FB und des OLSA jeweils zu Beginn (ohne Hörsystem) und zum Ende (mit Hörsystem) des Klinikaufenthaltes.....	25
Tabelle 3 Die Punktzahl der Teilnehmenden mit Hörsystemversorgung im mini TF12 zu Beginn und zum Ende des Klinikaufenthaltes.....	27
Tabelle 4 Punktzahl der Referenz-Gruppe ohne Hörsystemversorgung im mini TF12 zu Beginn und zum Ende des Klinikaufenthaltes.....	27

## Abkürzungen

ca.	circa
DGHNO-KHC	Deutsche Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie e.V.
FB	Freiburger Sprachverständlichkeitstest
HTS	Abteilung für Hörstörungen, Tinnitus, Schwindel und Cochlea-Implantate in der MEDIAN Kaiserberg-Klinik
mini TF12	mini Tinnitus Fragebogen 12
Nr.	Nummer
OLSA	Oldenburger Satztest
RIC	Receiver-in-the-canal-Hörsystem
SNR	Signal-Rausch-Abstand
SVS	Sprach-Verständlichkeits-Schwelle
VAC+	Voice Aligned Compression

## 1 Einleitung

Die Hörfähigkeit ist im Alltag sehr wichtig, da sie viele Funktionen übernimmt. Darunter fallen die Informationsfunktion, die Wahrnehmungs- und Alarmierungsfunktion, die Aktivierungsfunktion, die Orientierungsfunktion, die Kommunikationsfunktion, die soziale Funktion und die emotionale Wahrnehmungsfunktion. Sobald eine Hörminderung vorliegt oder das Hören durch einen Tinnitus beeinflusst wird, können die einzelnen Funktionen des Hörens dem Betroffenen nur noch eingeschränkt oder gar nicht mehr nützen.

14,1 % der Erwachsenen in Deutschland gaben in einer Umfrage von Statista im Jahr 2018 an, schwerhörig zu sein (Statista, 2021). Die Deutsche Tinnitus-Liga e.V. gibt an, dass das Vorkommen von Tinnitus in der deutschen Bevölkerung an dem untersuchten Stichtag 3,9 % beträgt (Deutsche Tinnitus-Liga e.V.). Hörsysteme können eine mögliche Unterstützung sowohl bei Schwerhörigkeit als auch bei Tinnitus sein. Viele moderne Hörsysteme haben die Möglichkeit einen Tinnitus-Noiser zu aktivieren. Bei diesem werden Klänge genutzt, die vom Tinnitus ablenken und/oder ihn überdecken sollen. Diese Therapiemöglichkeit wird jedoch von der Deutschen Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie e.V. (DGHNO-KHC) nicht empfohlen, da der Nutzen bei Normalhörigen bisher nicht belegt werden konnte (DGHNO-KHC, 2021, S. 20). Tinnitus-Betroffene mit Hörminderung haben bei einer Nutzung des Noisers zusätzlich zum Hörsystem laut der DGHNO-KHC keinen Vorteil in Bezug auf die Reduktion des Tinnitus (DGHNO-KHC, 2021, S. 20). Von der DGHNO-KHC wird deshalb ein ausschließlicher Ausgleich des Hörverlustes über ein Hörsystem empfohlen (DGHNO-KHC, 2021, S. 65).

In dieser Arbeit werden die Ergebnisse der Studie mit 21 Teilnehmenden zum Thema Effektivität einer Hörgeräteversorgung für Patientinnen und Patienten mit nahezu normalem Tonaudiogramm zur Vermeidung von Tinnitus dargestellt. Für die Ermittlung der Datensätze wurde der mini Tinnitus Fragebogen 12 (mini TF12), der Freiburger Sprachverständlichkeitstest (FB) und der Oldenburger Satztest (OLSA) zu Beginn und zum Ende des Klinikaufenthaltes verwendet. Außerdem bewerteten die Studienteilnehmenden in einem Fragebogen die Hörsystem-Erprobung. Es wird untersucht, ob eine Hörsystemversorgung mit einem ausschließlichen Ausgleich des Hörverlustes bei nahezu normalhörenden Menschen mit Tinnitus-Belastung zu einer Reduzierung des Tinnitus führen kann. Des Weiteren wird überprüft, ob eine zusätzliche Verbesserung des Sprachverstehens erreicht werden kann.

## 2 Grundlagen

Im Folgenden werden die wichtigsten Grundlagen in Bezug auf Tinnitus, Schwerhörigkeit und Hörstress erläutert.

## 2.1 Tinnitus

Ein Tinnitus ist die Wahrnehmung eines Geräusches, welches keine Schallquelle außerhalb des Körpers des Betroffenen hat (Eggermont, 2012, S. 1). Die Wahrnehmungen werden häufig als Piepen, Rauschen, Pfeifen oder Klingeln beschrieben. Der Tinnitus kann sowohl ein- als auch beidseitig auftreten und auch die Lautstärke des Geräusches wird von den Betroffenen unterschiedlich wahrgenommen. Besteht ein Tinnitus erst seit weniger als 3 Monaten, so wird er als akut bezeichnet, nach 3 Monaten als chronisch (Delb, 2002, S. 16). Laut einer Studie der Deutschen Tinnitus-Liga e. V. von 1999 gaben 4 Millionen der deutschen Bevölkerung (älter als zehn Jahre) an, zum Zeitpunkt der Studie von einem Tinnitus betroffen zu sein. Darunter waren etwa 2,7 Millionen Menschen mit chronischem Tinnitus, von denen 35 % den Tinnitus nur bei Stille wahrnahmen und bei 44 % war eine Überdeckung durch Umgebungsgeräusche möglich. Eine Wahrnehmung des Tinnitus selbst bei großem Lärm gaben 17 % an.

In Bezug auf den Entstehungsmechanismus wird der objektive vom subjektiven Tinnitus unterschieden. Der objektive Tinnitus entsteht zum Beispiel durch pulsierende Blutgefäße am Hörnerv und kann mit technischen Messgeräten aufgezeichnet werden (Eggermont, 2012, S. 2). Der subjektive Tinnitus kommt häufiger vor als der objektive (Delb, 2002, S. 16). Dieser kann nur vom Betroffenen selbst wahrgenommen werden und ist nicht messbar. Er tritt häufig in Zusammenhang mit einem Hörverlust auf und ist abhängig von dem individuellen Hörvermögen, sowie von psychosomatischen Problemen der Betroffenen (DGHNO-KHC, 2021, S. 5). Im Tonaudiogramm ist meist die Frequenz des Tinnitus dort erkennbar, wo der größte Hörverlust vorliegt. Die Ursache eines subjektiven Tinnitus ist häufig im Innenohr und/ oder im zentralen Nervensystem zu finden (DGHNO-KHC, 2021, S. 8). Der Kortex versucht meist, die durch einen Hörverlust fehlenden Informationen auszugleichen, was zu einem verstärkten Tinnitus und/oder einer Hyperaktivität der äußeren Haarzellen in der Cochlea führen kann (DGHNO-KHC, 2021, S. 6).

Laut einer Studie von Morgenstern haben die meisten Betroffenen (400 von 531 Teilnehmenden) einen kompensierten Tinnitus (Morgenstern, 2015, S. 54). Das bedeutet, dass sie durch ihren Tinnitus keine nennenswerte Belastung und keinen Leidensdruck erleben. Kommen zusätzlich noch psychische, psychosomatische oder soziale Beeinträchtigungen hinzu, die die Lebensqualität beeinflussen, so bezeichnet man den Tinnitus als dekompenziert (Delb, 2002, S. 16). Betroffene mit einem dekompenzierten Tinnitus erleben signifikant mehr Stress als Betroffene mit einem kompensierten Tinnitus (Morgenstern, 2015, S. 103). Zusätzlich lässt sich feststellen, dass weibliche Betroffene ein stärkeres Stressempfinden haben als männliche (Morgenstern, 2015, S.104). Dies könnte daran liegen, dass sie anders auf verschiedene Stressoren wie zum Beispiel emotionalen Stress reagieren. Ebenso haben jüngere Betroffene unter 50

Jahren ein stärkeres Stressempfinden als ältere (Morgenstern, 2015, S. 104). Eine Erklärung dafür könnte der psychosoziale Stress sein, der durch einen sozialen Rückzug der Betroffenen ausgelöst wird. Im Alter ist ein solcher Rückzug gesellschaftlich akzeptierter. Unabhängig vom Tinnitus oder als Folgeerscheinungen des Tinnitus können Schlafstörungen, Angst, Depressionen und Konzentrationsprobleme auftreten, die den Tinnitus noch zusätzlich verstärken können (DGHNO-KHC, 2021, S. 8).

Bei einem akuten Tinnitus kann eine Kortisontherapie helfen den Tinnitus zu reduzieren, insbesondere dann, wenn er in Folge eines Hörsturzes auftritt (DGHNO-KHC, 2021, S.15). Die Therapiemöglichkeiten bei einem chronischen Tinnitus sind unter anderem Tinnituscounselling, die Nutzung von Hörsystemen, Psychotherapie und die Selbsthilfe (DGHNO-KHC, 2021, S. 16ff). Ziel des Tinnituscounselling ist es Betroffene über die Erkrankung aufzuklären und Umgangsstrategien aufzuzeigen. Dadurch können Ängste abgebaut und unrealistischen Heilungserwartungen entgegengewirkt werden. Bei einer zusätzlich bestehenden Hörminderung können Hörsysteme die Tinnitus-Belastung durch einen Ausgleich des Hörverlustes reduzieren. In der Psychotherapie können tinnitusspezifische Begleiterscheinungen wie Ängste und Depressionen behandelt werden. Die Teilnahme an Selbsthilfegruppen und der Austausch mit anderen Betroffenen kann helfen, mit den eigenen Schwierigkeiten und Herausforderungen umzugehen und gibt einem das Gefühl mit seinem Problem nicht allein zu sein.

## 2.2 Schwerhörigkeit

Als hörbeeinträchtigt werden Menschen bezeichnet, die schwerhörig, ertaubt oder gehörlos sind. Ist das Hörvermögen eines Menschen eingeschränkt, so spricht man von einer Schwerhörigkeit. Diese kann von einer geringfügigen Beeinträchtigung bis zu einer an Taubheit grenzenden Schwerhörigkeit reichen. Bei einer Ertaubung und einer Gehörlosigkeit hingegen ist ein vollständiger Hörverlust vorhanden. Eine Gehörlosigkeit ist entweder angeboren oder wurde in der frühen Kindheit erworben. Von einer Ertaubung spricht man, wenn der vollständige Hörverlust erst nach dem natürlichen Spracherwerb eingetreten ist.

Man unterscheidet drei Arten von Schwerhörigkeiten. Bei der Schalleitungsschwerhörigkeit ist das Mittelohr zum Beispiel durch eine Mittelohrentzündung, Cerumen im Gehörgang oder eine Otosklerose betroffen. Eine Schädigung im Innenohr und/oder in den aufsteigenden Hörbahnen wie zum Beispiel Altersschwerhörigkeit (Presbyakusis), Lärmschwerhörigkeit oder eine Schädigung ausgelöst durch ototoxische Medikamente wird als Schallempfindungsschwerhörigkeit bezeichnet. Eine weitere Art ist die Kombination aus beiden Schwerhörigkeiten. Eine Schwerhörigkeit entsteht in den meisten Fällen schleichend über einen längeren Zeitraum hinweg und wird von den Betroffenen nicht immer sofort bemerkt. Anders ist es bei einem Hörsturz, bei dem das

Gehör sofort gemindert ist. Im Falle eines Hörsturzes besteht häufig die Möglichkeit, dass das Gehör sich wieder verbessert. Bei den meisten anderen Ursachen ist eine Schädigung in der Regel bleibend. Schwerhörigkeiten wie zum Beispiel eine Lärmschwerhörigkeit oder eine Presbyakusis betreffen die hohen Frequenzen des Gehörs. Dies liegt an dem Aufbau der Cochlea, bei der die hohen Frequenzen an der Basis abgebildet werden und dieser Bereich durch den eintreffenden Schall schneller geschädigt wird. Bei einer Schallempfindungsschwerhörigkeit im Hochtonbereich spricht man von einer Presbyakusis, wenn die Betroffenen älter als 50 Jahre alt sind. In Deutschland sind 20,8 % der Bevölkerung im Alter von 65 bis 74 Jahren von einer Schwerhörigkeit betroffen (Statista, 2021).

### 2.3 Hörstress

Im Alltag gibt es häufig komplexe und herausfordernde Hörsituationen. Faktoren, die das Sprachverstehen beeinflussen können, sind beispielsweise Störgeräusche, ein Gespräch in einer Gruppe, bei dem mehrere Menschen gleichzeitig sprechen oder eine schlechte Raumakustik. Besonders Menschen mit einer Hörminderung bemerken in solchen Situationen, dass sie sich stärker konzentrieren müssen. Sie hören aufmerksam zu und können trotzdem nicht jedes Wort verstehen. Das nicht Verstandene kann meist mit Hilfe des Mundbildes und aus dem Sachzusammenhang geschlossen werden. Für Menschen mit einer Hörminderung ist es damit wesentlich anstrengender einem Gespräch zu folgen als für Normalhörende. Dieses Phänomen wird als Hörstress bezeichnet und kann auch bei Menschen mit einer leichten Hörminderung auftreten (Becker, 2014, S. 74). Wenn zu der Hörminderung ein Tinnitus hinzukommt, wird sowohl das Hören als auch die Kommunikation zusätzlich belastet. Dieser Stress kann je nach Grad der Hörminderung und dem Druck, den sich die Betroffenen selbst machen, von jedem anders erlebt werden. Um Hörstress zu minimieren, können Hörtaktiken angewandt werden, die das Sprachverstehen erleichtern können. Viele Hörtaktiken werden intuitiv angewandt, wie beispielsweise sich dem Gesprächspartner mit dem „besseren Ohr“ zuzuwenden. In bestimmten Situationen, wie beispielsweise beim Telefonieren, können manche Hörtaktiken nicht angewendet werden. Hier kann es helfen den Gesprächspartner auf die Situation aufmerksam zu machen und ihn zu bitten, deutlicher und langsamer zu sprechen. Technische Hilfsmittel wie Hörsysteme oder eine Übertragungsanlage können die Anstrengung ebenfalls reduzieren. Zusätzlich können Hörpausen der Entspannung dienen und helfen neue Kraft zu schöpfen. Werden keine Maßnahmen zur Verminderung von Hörstress angewandt, so kann dies auch zur Ausbildung oder einer Verstärkung des Tinnitus führen (Eggermont, 2012, S. 32)

## 3 Materialien und Methoden

Dieses Kapitel gibt Informationen über das Studiendesign und die MEDIAN Kaiserberg-Klinik. Es wird auf die Kriterien für die Auswahl der Studienteilnehmenden, die audiometrischen Messungen sowie die Auswahl und die Anpassung der Hörsysteme eingegangen. Die verwendeten Fragebögen werden anschließend erläutert.

### 3.1 Studiendesign

In der Studie geht es darum, den formal normalhörenden Teilnehmenden mit Tinnitus Hörsysteme anzupassen, um zu überprüfen, ob sie davon im Alltag profitieren. Beurteilt werden mögliche Veränderungen durch das Tragen des Hörsystems in Bezug auf den Tinnitus und das Sprachverstehen. Für die Planung der Studie wurden ca. 15 Teilnehmende ausgewählt, die folgende Kriterien erfüllen:

- Alter: 18 – 65 Jahre
- Tinnitus beid- oder einseitig
- Tonaudiogramm: die Summe der Pegel für die Frequenzen 2, 4 und 6 kHz muss auf mindestens einer Seite  $\geq 70$  dB ergeben. Gleichzeitig muss auf dieser Seite mindestens einer dieser Werte  $\geq 30$  dB betragen.
- FB gemessen über Kopfhörer: Sprachverstehen bei 60 dB besser als 80%

Alle Studienteilnehmenden haben vorab eine Einverständniserklärung für die Teilnahme an der Studie unterschrieben (siehe Anhang 1). Während des Klinikaufenthaltes der Teilnehmenden sollen folgende audiometrische Messungen erfolgen:

1. Tonaudiogramm
2. FB gemessen über Kopfhörer
3. Tinnitus-Matching (soweit möglich)
4. FB Einsilber gemessen im Freifeld ohne Hörsystem
5. OLSA ohne Hörsystem
6. FB Einsilber gemessen im Freifeld mit Hörsystem
7. OLSA mit Hörsystem

Um das subjektive Empfinden der Studienteilnehmenden zu erfassen, wird der mini TF12 (siehe Anhang 2) zu Beginn und am Ende des Klinikaufenthaltes verwendet. Außerdem wird am Ende ein selbst erstellter Fragebogen (siehe Anhang 3) ausgehändigt, um die Hörsystem-Erprobung beurteilen zu lassen. Nach der Rücknahme der Hörsysteme wird mittels Datalogging die durchschnittliche Tragedauer pro Tag ausgewertet.

### 3.2 MEDIAN Kaiserberg-Klinik Bad Nauheim

MEDIAN ist in Deutschland der größte private Betreiber von Rehabilitationseinrichtungen. Jährlich werden ca. 230.000 Patientinnen und Patienten von etwa 15.000 Beschäftigten behandelt und betreut (MEDIAN Unternehmensgruppe). Die MEDIAN Kaiserberg-Klinik Bad Nauheim ist eine Rehabilitations-Klinik mit den Abteilungen Orthopädie, sowie Hörstörungen, Tinnitus, Schwindel und Cochlea-Implantate (HTS). In der HTS-Abteilung werden Patientinnen und Patienten mit Schwerhörigkeit, Taubheit, chronischem Tinnitus, Hyperakusis, Schwindel, Gleichgewichtsstörungen und Cochlea-Implantaten behandelt (MEDIAN Kaiserberg-Klinik Bad Nauheim). Die Patientinnen und Patienten erhalten während ihres Aufenthaltes von ca. drei bis fünf Wochen umfangreiche Therapien und werden auf Wunsch psychologisch betreut.

Während des Aufenthaltes erfolgt bei allen Patientinnen und Patienten der HTS-Abteilung eine Betreuung durch Audiotherapeutinnen und Audiotherapeuten. Diese machen in einem Erstgespräch eine ausführliche Anamnese der Hör-Geschichte und des Alltags der Patientinnen und Patienten, der Hörsystemversorgung und der Nutzung von Zubehör. Außerdem werden die Ziele des Klinikaufenthaltes mit den Patientinnen und Patienten zusammen definiert. In weiteren Gesprächen wird intensiv auf das individuelle Audiogramm eingegangen und auf die Möglichkeiten der technischen Unterstützung im Alltag hingewiesen. Entsprechende Geräte können teilweise während des Aufenthaltes ausgeliehen und ausprobiert werden. Die weiteren Themen werden anhand der individuellen Ziele ausgewählt, wie zum Beispiel die Integration von Entspannungsübungen in den Alltag und die Herausforderungen der Umsetzung im beruflichen und privaten Umfeld. Außerdem betreuen die Audiotherapeutinnen und Audiotherapeuten unterschiedliche Gruppen, unter anderem zu den Themen Kommunikationstraining, Wahrnehmungstraining, Musiktherapie und Progressive Muskelrelaxation (MEDIAN Kaiserberg-Klinik Bad Nauheim). Zusätzlich werden Gesprächsgruppen für Tinnitus-Betroffene, Massageanwendungen, sowie Vorträge zu den Themen Tinnitus, Technische Hilfsmittel und Waldbaden angeboten.

### 3.3 Auswahl der Studienteilnehmenden

Alle Teilnehmenden der Studie sind Patientinnen und Patienten der Rehabilitationsklinik MEDIAN Kaiserberg-Klinik Bad Nauheim. Zu Beginn des Aufenthalts wird bei allen Patientinnen und Patienten ein Ton- und Sprachaudiogramm erstellt. Aufgrund dieser Audiogramme und der Höranamnese aus dem Aufnahmegespräch werden die Teilnehmenden ausgewählt. Dabei wird darauf geachtet, dass diese unter einem ein- oder beidseitigen Tinnitus leiden. Ein weiteres Kriterium ist eine Hörminderung im hochfrequenten Bereich. Im Tonaudiogramm muss die Summe der Pegel für die Frequenzen 2, 4 und 6 kHz auf mindestens einer Seite  $\geq 70$  dB ergeben. Gleichzeitig muss auf dieser Seite mindestens einer dieser Werte  $\geq 30$  dB betragen. Abbildung 1

zeigt alle Tonaudiogramme der Studienteilnehmenden, die die Kriterien für die Teilnahme an der Studie erfüllen. Sollte nur ein Ohr die Kriterien erfüllen, so ist nur dieses berücksichtigt (dies ist bei den Teilnehmenden Nummer (Nr.) 3, 4, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 19, 20 und 21 der Fall). Bei nahezu allen Studienteilnehmenden ist eine verstärkte Beeinträchtigung in den hohen Frequenzen zu beobachten, während die niedrigen Frequenzen weniger betroffen sind. Dies wird auch in der Kurve der Durchschnittswerte sichtbar.

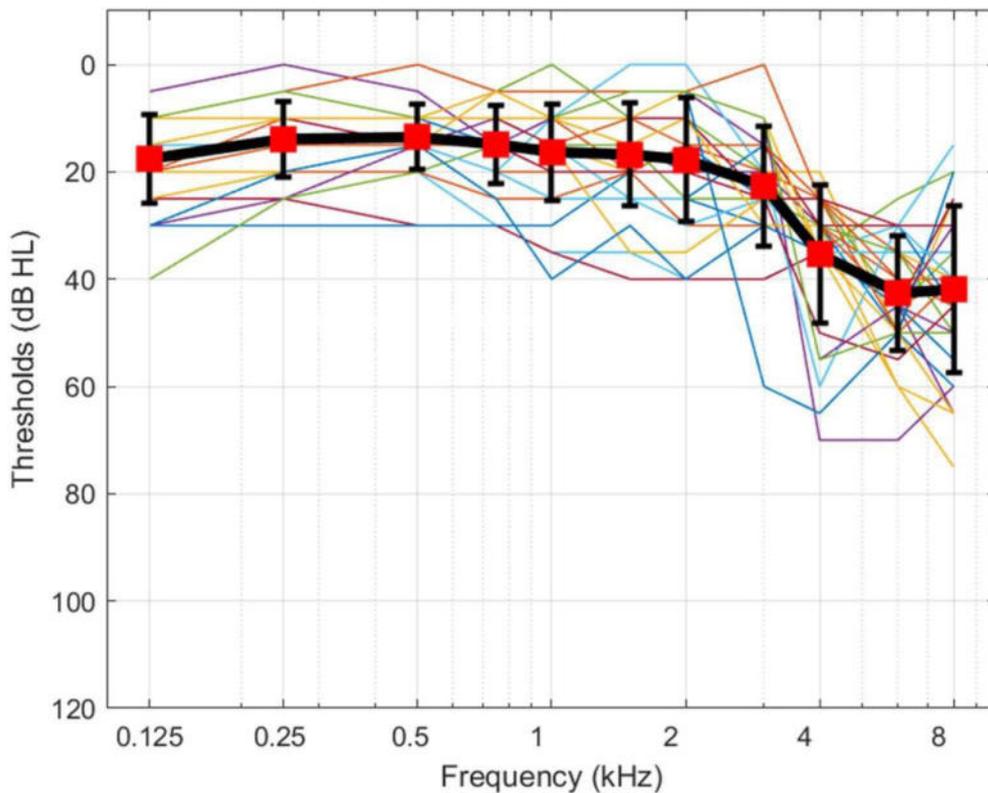


Abbildung 1 Alle Tonaudiogramme, die die Studienkriterien erfüllen (farbige, dünne Kurven) und die Kurve der frequenzabhängigen Mittelwerte (schwarze, dicke Kurve), sowie die zugehörigen Standardabweichungen (Fehlerbalken)

Laut der Richtlinie des Gemeinsamen Bundesausschusses über die Verordnung von Hilfsmitteln in der vertragsärztlichen Versorgung gilt sowohl das Ton- als auch das Sprachaudiogramm als Indikator für eine Versorgung mit Hörsystemen (Gemeinsamer Bundesausschuss, 2021, S. 18f). Im Tonaudiogramm muss für eine binaurale Versorgung auf dem besseren Ohr mindestens 1 Pegel zwischen 500 Hz und 4 kHz  $\geq 30$  dB liegen. Zusätzlich darf das Sprachverstehen auf dem besseren Ohr im FB Einsilbertest bei 65 dB mit Kopfhörern nicht besser als 80 % sein. Bei einer monauralen Versorgung gelten die gleichen Kriterien, jedoch kommt es hier auf die Werte des schlechteren Ohres an. Aufgrund dieser Regelung wurde als Kriterium für die Teilnahme an der Studie festgelegt, dass in Bezug auf das Sprachverstehen keine Hörsystem-Indikation vorliegen darf. Da in der Klinik das Sprachverstehen des FB Einsilbertests üblicherweise bei 60 dB statt bei 65 dB gemessen wird, wird dadurch dieses Kriterium strenger bewertet. Abbildung 2 zeigt das Sprachverstehen aller Studienteilnehmenden im FB Einsilbertest. Gemessen wurde

seitengetrennt bei 60 dB über Kopfhörer. Es werden alle Messwerte gezeigt, bei denen die tonaudiometrischen Kriterien für die Teilnahme an der Studie erfüllt sind. Die meisten Teilnehmenden haben auf mindestens einem Ohr ein Sprachverstehen von 100 %.

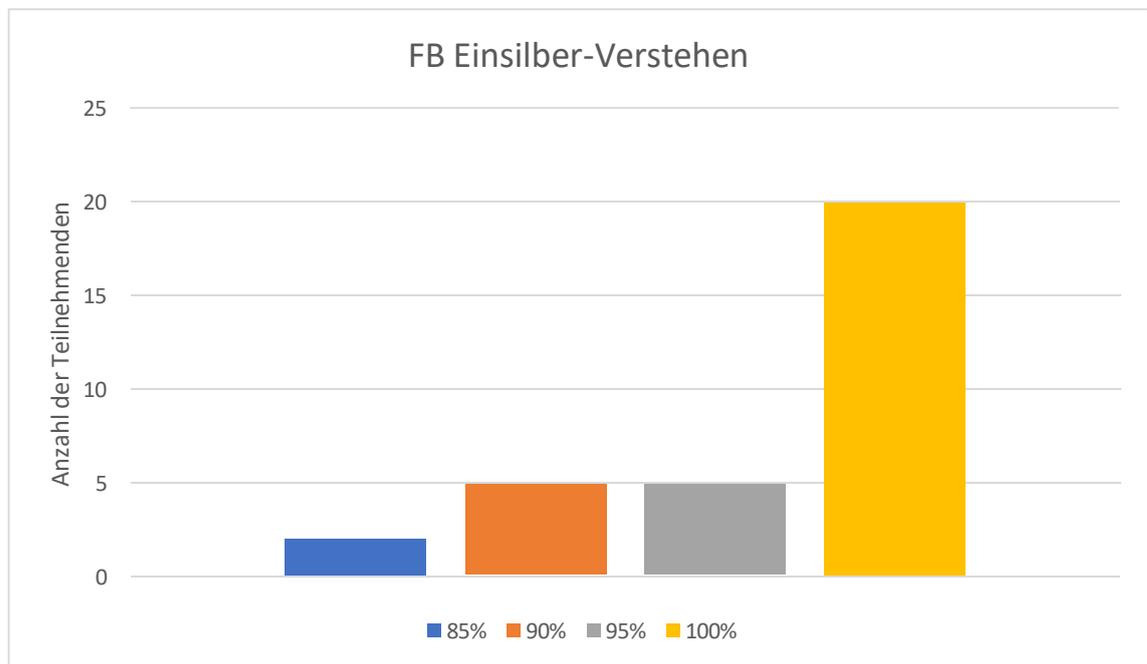


Abbildung 2 Sprachverstehen des FB Einsilbertests bei 60 dB seitengetrennt über Kopfhörer gemessen

Von den insgesamt 21 Studienteilnehmenden waren 17 bereit Hörsysteme auszuprobieren. Die restlichen vier Teilnehmenden werden der Referenz-Gruppe zugeordnet, um zu überprüfen, ob die Hörsystemversorgung einen Einfluss auf die Ergebnisse des mini TF12 Fragebogens hat. Da in der Klinik ausschließlich erwachsene Patientinnen und Patienten behandelt werden, ist das Mindestalter für die Teilnahme an der Studie 18 Jahre. Das Höchstalter wurde auf 65 Jahre begrenzt, da nur eine sehr leichte Hörminderung vorhanden sein sollte und bei der Handhabung des Hörsystems gute feinmotorische Fähigkeiten eine Voraussetzung sind.

### 3.4 Audiometrische Messungen

Die ton- und sprachaudiometrischen Messungen wurden zu Beginn des Klinikaufenthaltes der Teilnehmenden von den Mitarbeiterinnen der Klinik durchgeführt. Alle weiteren Messdaten wurden von der Studienleiterin selbst in der MEDIAN Kaiserberg-Klinik erhoben. Das verwendete Audiometer für das Tinnitus-Matching, den FB und den OLSA ist ein Interacoustics Clinical-Audiometer AC33. Zu Beginn des Klinikaufenthaltes der Teilnehmenden wurde versucht, die individuelle Wahrnehmung des Tinnitus zu bestimmen. Dafür wurden sie gefragt, welche Art von Ohrgeräuschen sie wahrnehmen. Die Teilnehmenden, die angegeben haben, einen Ton zu hören, wurden gebeten mittels Tinnitus-Matching die Frequenz und den Pegel subjektiv einzuschätzen.

Eine wichtige Aufgabe von Hörsystemen ist es, den Signal-Rausch-Abstand (SNR) des Eingangssignals zu verbessern. Um die Effizienz dieser Funktion überprüfen zu können, wurde der OLSA mit 30 Sätzen verwendet. Hierbei wurde der Pegel des sprachsimulierenden Rauschens bei 65 dB belassen und der Pegel des Sprachsignals je nach Sprachverstehen verändert. Sowohl das Sprachsignal als auch das Rauschen kommen aus einem Lautsprecher vor dem Teilnehmenden aus 0 Grad ( $S_0N_0$ ). Das Ergebnis dieses Tests ist eine individuelle Sprach-Verständlichkeits-Schwelle (SVS), die einem Sprachverstehen von 50 % entspricht.

Da der FB in der Hörakustik der am häufigsten verwendete Sprachtest ist, wurde er in der Studie ebenfalls verwendet. Bei allen Studienteilnehmenden wurde eine zufällig ausgewählte Einsilber-Gruppe bei 60 dB im Freifeld gemessen, da wie in der Klinik üblich der FB über Kopfhörer auch bei 60 dB gemessen wird. Zu Beginn der Studienteilnahme erfolgten die Messungen von OLSA und FB ohne Hörsystem und zum Ende wurde jeweils eine Vergleichsmessung mit Hörsystem durchgeführt.

### 3.5 Auswahl des Hörsystems

Für die Studie wurde das Hörsystem More 1 miniRITE T des Herstellers Oticon verwendet. Die Bauform ist ein Hinter-dem-Ohr-System mit ausgelagertem Hörer im Gehörgang (Receiver-in-the-canal-System (RIC)). Diese Bauform hat im Vergleich zu einem In-dem-Ohr-System den Vorteil, dass sie aufgrund der Größe besser zu handhaben ist und die Batterie durch ihre Größe seltener gewechselt werden muss. Das ausgewählte Hörsystem ist auch als Akku-Variante erhältlich, die Klinik bevorzugt jedoch die Batterie-Variante. Das Hörsystem wird mit Zink-Luft-Batterien der Größe 312 betrieben, welche erfahrungsgemäß 5 bis 7 Tage halten. Je nach Hörverlust wurde ein Hörer der Größe 60 oder 85 gewählt und für den besseren Halt in der Ohrmuschel eine Hörerabstützung daran befestigt. Die Technik des Hörsystems unterstützt durch die Verwendung folgender Features (Oticon, 2021):

- MoreSound Intelligence™: mehr Sprachkomfort durch den Einsatz von künstlicher Intelligenz zur Erkennung von Klängen
- MoreSound Amplifier™: zweikanalige Verarbeitung von Signalen mit hoher beziehungsweise niedriger Modulation, um die dominantere Signalart zu priorisieren
- MoreSound Optimizer™: Reduktion von Rückkopplungen
- Spatial Sound™: binaurale Signalverarbeitung zur Unterstützung des Richtungshörens
- Speech Rescue™ (LX): hochfrequente, unhörbare Schallanteile werden in den hörbaren Bereich kopiert (Frequenz-Komposition)
- Soft Speech Booster (LX): mehr Verstärkung bei niedrigen Eingangspegeln bei höheren Frequenzen zum leichteren Verstehen von leiser Sprache

- Direktionalität der Mikrofone durch ein automatisches Richtmikrofonsystem
- Lärm-Management (LX): Modulationsanalyse des Eingangssignals zur Erkennung von Lärm
- 3D Lärm-Management: das Sprachverstehen wird auf der Seite maximiert, auf der der bessere SNR ist; auf der anderen Seite wird Störlärm reduziert
- Clear Dynamics: erweiterte Dynamik bis 113 dB SPL für eine verzerrungsfreie Übertragung in lauten Umgebungen
- Wind Noise Management: Reduktion von Windgeräuschen
- Impulsschall-Management: Reduktion von Impulsschall
- Tinnitus SoundSupport™: Abspielen von Klängen über das Hörsystem, um den Träger von seinem Tinnitus abzulenken und/ oder den Tinnitus zu maskieren
- Konnektivität mit Zubehör mit 2,4 GHz Bluetooth Low Energy

Bei der Auswahl und der Anpassung eines Hörsystems ist nicht nur das Hörgerät, sondern auch die Otoplastik sehr wichtig. Eine individuell angepasste Otoplastik sorgt für einen besseren Halt in der Ohrmuschel und ermöglicht durch den festgelegten Sitz des Hörers im Gehörgang einen gleichbleibenden Klang. Außerdem kann allein durch die akustischen Übertragungseigenschaften der Otoplastik der Klang des Hörsystems angepasst und verändert werden. Da der Klinikaufenthalt der Patientinnen und Patienten jedoch nur wenige Wochen beträgt, ist es in der Klinik nicht üblich eine Otoplastik anfertigen zu lassen. Für das ausgewählte RIC-Hörgerät gibt es serienmäßig hergestellte Domes in unterschiedlichen Größen. In der Studie wurden Domes der Größe 6 mm gewählt. Außerdem wurde darauf geachtet, dass diese so offen wie möglich sind, damit tieffrequenter Schall ungehindert zu- und abfließen kann. Dies ist wichtig, da die Studienteilnehmenden im tieffrequenten Bereich keinen Hörverlust aufweisen und somit das natürliche Hörvermögen voll ausgenutzt werden kann. Da der Hörverlust der Teilnehmenden und damit die Verstärkung des Hörsystems sehr gering ist, sind kaum Probleme aufgrund von Rückkopplungen zu erwarten.

### 3.6 Anpassung des Hörsystems

Für eine bessere Lesbarkeit der Arbeit wird sowohl eine monaurale als auch eine binaurale Versorgung als ein Hörsystem bezeichnet. Die Hörsystemanpassung wurde in der MEDIAN Kaiserberg-Klinik in einem ruhigen Raum vorgenommen. Die verwendete Software zum Anpassen der Hörsysteme heißt „Oticon Genie 2“ und hat die Version 2022.1. In dieser gibt es die Möglichkeit den Patientinnen und Patienten vor der eigentlichen Programmierung des Hörsystems fünf Fragen zur Personalisierung zu stellen. Hierbei werden mehrere Klangbeispiele zu verschiedenen Alltagssituationen über einen Lautsprecher vorgespielt und die Patientinnen und Patienten

entscheiden, welches Klangbeispiel sie als angenehmer empfinden. Währenddessen wird noch kein Hörsystem getragen. Durch die Personalisierung wird die Vorberechnung der Hörsystemeinstellung verändert. Die fünf Fragen der Personalisierung lauten:

1. Ich bevorzuge eher folgendes Klangbild (2 Klangbeispiele)
  - a. Klar und detailreich
  - b. Sanft und harmonisch
2. Ich bevorzuge eher folgende Lautstärke (es werden zwei Lautstärken im Vergleich angeboten)
3. Impulshafte Geräusche, z.B. Geschirr, empfinde ich als unangenehm (1 Klangbeispiel)
  - a. Trifft zu
  - b. Trifft nicht zu
4. In lauten Umgebungen sollten meine Hörsysteme (2 Klangbeispiele)
  - a. Helfen, mich zu fokussieren
  - b. Eher die gesamte Klangkulisse übertragen
5. Ich bevorzuge ein sanftes Klangbild, auch wenn dadurch Klangdetails verloren gehen (2 Klangbeispiele)
  - a. Trifft zu
  - b. Trifft nicht zu

Obwohl die Studienteilnehmenden nur eine geringe Verstärkung benötigen, wurde trotzdem mit dem Hörsystem eine Rückkopplungsmessung durchgeführt. Dabei wurde der Rückkopplungspfad analysiert und die Rückkopplungsgrenze des Hörsystems festgelegt. Außerdem wurde über dem Hörsystem eine Insitu-Audiometrie gemacht. Bei dieser wurden die individuellen Gegebenheiten mit dem Hörsystem im Gehörgang ermittelt und bei der Anpassung berücksichtigt. Die Audiometrie erfolgte mit einem gepulsten Ton, welcher über das Hörsystem wiedergegeben wurde. Die Formel zur Anpassung des Hörsystems wurde bei der herstellereigenen VAC+ (Voice Aligned Compression) Formel belassen. Diese hat im Vergleich zu anderen den Vorteil, dass in jedem Kanal bis zu sieben Kniepunkte vorhanden sind (Oticon, 2021, S.28). Dadurch ist in verschiedenen Pegelbereichen die Verstärkung unterschiedlich. Hohe Pegel haben eine geringere Kompression als niedrige und Sprache wird möglichst wenig komprimiert.

Bei der Hörgeräte-Programmierung wurde bewusst darauf verzichtet, die Hörsystem-Einstellung über den Taster am Hörsystem, über Zubehör oder über die App verändern zu können. Dadurch können sich die Teilnehmenden besser an die zunächst ungewohnte Verstärkung der Basiseinstellung gewöhnen und die neuen Höreindrücke besser mit dem Hören ohne Hörsystem vergleichen. Der Hersteller Oticon gibt die Möglichkeit den Klang-Generator „Tinnitus SoundSupport™“ zu aktivieren (Oticon, 2021, S.33). Bei diesem kann einer von sieben verschiedenen Klängen über

dem Hörsystem abgespielt werden. Der gewählte Klang soll die Patientinnen und Patienten von ihrem Tinnitus ablenken und/ oder den Tinnitus maskieren. Da in der Studie der Tinnitus ausschließlich durch den Ausgleich des Hörverlustes minimiert werden soll, wurde der Klang-Generator nicht aktiviert.

Nach der Programmierung des Hörsystems wurden die Studienteilnehmenden in die richtige Handhabung eingewiesen. Diese beinhaltet das korrekte Einsetzen des Hörsystems, den Batteriewechsel und die Reinigung. Außerdem wurden die Teilnehmenden gebeten aus hygienischen Gründen und wegen der Verlust-Gefahr auf das Tragen des Hörsystems bei sportlichen Aktivitäten zu verzichten. Es wurde abschließend ausdrücklich darum gebeten das Hörsystem so lange wie möglich zu tragen und nur beim Schlafen, beim Duschen und beim Sport abzulegen.

### 3.7 Fragebögen

Die MEDIAN Kaiserberg-Klinik verwendet den mini TF12 nach Goebel und Hiller zur Einschätzung des Schweregrades der Patientinnen und Patienten mit Tinnitus. Diesen Fragebogen gibt es in einer ausführlicheren Fassung, welche jedoch nicht in der Klinik eingesetzt wird. Während des Klinikaufenthaltes beantworten alle Patientinnen und Patienten mit Tinnitus-Belastung unabhängig von der Teilnahme an der Studie den mini TF12 zu Beginn und zum Ende, um eine Veränderung der Belastung feststellen zu können. Die Daten des Fragebogens wurden von der Studienleiterin nicht selbst erhoben. Der Fragebogen beinhaltet 12 Aussagen zu den Themen Konzentration, Schlafprobleme, psychosomatische Belastungsfaktoren, Ängste und Sorgen in Bezug auf den Tinnitus. Eine Aussage ist zum Beispiel „Oft sind meine Ohrgeräusche so schlimm, dass ich sie nicht ignorieren kann.“ oder „Die Ohrgeräusche haben meine Konzentration beeinträchtigt.“. Die Patientinnen und Patienten haben drei verschiedene Auswahlmöglichkeiten die Aussagen zu bewerten („stimmt“, „stimmt teilweise“ und „stimmt nicht“). Bei der Auswertung des Fragebogens wird die Antwort „stimmt“ mit zwei Punkten, die Antwort „stimmt teilweise“ mit einem Punkt und die Antwort „stimmt nicht“ mit null Punkten bewertet. Die vergebenen Punkte werden addiert und können in der Gesamtauswertung zwischen 0 und 24 Punkten liegen. Über die ermittelte Punktzahl kann der Schweregrad der Tinnitus-Belastung zugeordnet werden. Bei 0 – 7 Punkten ist die Belastung leichtgradig, bei 8 – 12 Punkten mittelgradig, bei 13 – 18 Punkten schwergradig und bei 19 – 24 Punkten schwerstgradig.

Am Ende des Klinikaufenthaltes wurden die Studienteilnehmenden gebeten den Fragebogen zur Hörsystem-Erprobung auszufüllen. In diesem gaben sie neben persönlichen Daten wie Alter und Geschlecht auch an, ob in der Vergangenheit schon einmal ein Hörsystem getestet wurde. Außerdem wurden die Teilnehmenden gefragt, wie viele Tage sie das Hörsystem tatsächlich getragen haben und wie lange die durchschnittliche Tragedauer pro Tag war. Des Weiteren wurde

nach dem Klangempfinden des Hörsystems und der Wahrnehmung von vorher unhörbaren Umgebungsgeräuschen gefragt. Von den Teilnehmenden wurde eine Veränderung des Sprachverstehens im Zweiergespräch, im Gruppengespräch und im Störlärm eingeschätzt, sowie eine Veränderung des Tinnitus beim Tragen des Hörsystems, direkt nach dem Tragen des Hörsystems und circa (ca.) eine Stunde nach dem Tragen des Hörsystems beurteilt. Zum Schluss wurde gefragt, ob eine erneute Hörsystemversorgung nach dem Klinikaufenthalt angestrebt wird und falls dies nicht der Fall sein sollte, nach einem Grund gefragt.

## 4 Resultate

Dieses Kapitel beschreibt die Resultate der Studie. Dabei wird auf die Tinnitus-Wahrnehmung der Teilnehmenden, die audiometrischen Messungen, die Fragebögen (mini TF12 und Fragebogen zur Hörsystem-Erprobung) und das Datalogging der Hörsysteme eingegangen. Im Laufe der Studie haben 2 von 18 Teilnehmenden ihre Hörsystemversorgung abgebrochen. Teilnehmer Nr. 5 gab an, dass er nach ein paar Stunden Tragen des Hörsystems Kopfschmerzen bekäme. Er habe es aber über mehrere Tage versucht, es trat jedoch keine Besserung ein. Schon während der Anpassung des Hörsystems berichtete Patientin Nr. 9, dass das Eigenrauschen des Hörsystems zu laut sei, weshalb das Ausprobieren abgelehnt wurde. Die Daten des mini TF12 Fragebogens dieser Patientin wurden zur Gruppe der anderen drei Referenz-Teilnehmenden ohne Hörsystemversorgung dazugezählt.

### 4.1 Tinnitus-Wahrnehmung der Teilnehmenden

Zu Beginn der Studie wurde versucht, bei jedem Teilnehmenden die Art des Tinnitus und wenn möglich mit Hilfe des Audiometers auch die Frequenz und den Lautstärkepegel festzustellen. Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse dieser Untersuchung. Sechs Studienteilnehmende (Nr. 3, 4, 8, 9, 13 und 14) haben nur einen einseitigen Tinnitus. Patient Nr. 12 zeigte sich als sehr geräuschempfindlich, weshalb hier auf die Ermittlung der Frequenz und des Pegels seines tonalen Tinnitus verzichtet wurde. Von einem tonalen Tinnitus berichten zwei Drittel der Teilnehmenden, die anderen nehmen ein Rauschen wahr. Die Tinnitus-Wahrnehmung dieser Teilnehmenden ist unabhängig von der Art des Tinnitus überwiegend im mittel- bis hochfrequenten Bereich.

Tabelle 1 Tinnitus-Wahrnehmung der Studienteilnehmenden (rot = rechtes Ohr; blau = linkes Ohr)

Nr.	Art des Tinnitus	Frequenz in Hz	Lautstärkepegel in dB
1	Ton	4000	55
1	Ton	4000	50
2	Ton	> 8000	
2	Ton	> 8000	
3	Rauschen	mittelfrequent	
4	Rauschen	hochfrequent	
5	Ton	125	30
5	Ton	> 125	
6	Rauschen	hochfrequent	
6	Rauschen	hochfrequent	
7	Ton	8000	50
7	Ton	8000	60
8	Rauschen	hochfrequent	
9	Ton	6000	55
10	Rauschen	hochfrequent	
10	Rauschen	hochfrequent	
11	Ton	6000	75
11	Ton	125	30
12	Ton	hochfrequent	
12	Ton	hochfrequent	
13	Rauschen	hochfrequent	
14	Ton	4000	75
15	Ton	8000	55
15	Ton	8000	60
16	Ton	4000	55
16	Ton	6000	80
17	Ton	8000	35
17	Ton	6000	35
18	Rauschen	hochfrequent	
18	Rauschen	hochfrequent	

## 4.2 Audiometrische Messungen

Die Ergebnisse der Sprachtests FB und OLSA wurden jeweils zu Beginn (ohne Hörsystem) und zum Ende (mit Hörsystem) des Klinikaufenthaltes durchgeführt und werden in Tabelle 2 dargestellt. Die Veränderung berechnet sich aus der Differenz zwischen den Werten zu Beginn und zum Ende des Klinikaufenthaltes. Eine positive Veränderung im FB bedeutet, dass sich das Sprachverstehen verbessert hat, wohingegen eine negative Veränderung im OLSA eine

Verbesserung ist. Bei drei Teilnehmenden wurde zum Ende der Reha keine Messung gemacht, da Patient Nr. 5 die Hörsystem-Probe abgebrochen hat und die Messungen bei Patientin Nr. 8 krankheitsbedingt ausgefallen ist. Teilnehmerin Nr. 9 hat nach der Anpassung die Ausprobe der Hörsysteme abgelehnt. Bei der Ermittlung der Durchschnittswerte wurden diese drei Studienteilnehmenden nicht berücksichtigt. Bei der Messung des FB erreichten vier Patientinnen (Nr. 1, 4, 6 und 18) zu Beginn keine 100 % Sprachverstehen. Betrachtet man diese vier Teilnehmerinnen bei dem Test mit Hörsystem, so war bei allen eine Verbesserung festzustellen. Der Mittelwert des Sprachverstehens dieser Patientinnen verbesserte sich von 90 % auf 98,8 %. Bei Patient Nr. 11 gab es eine Verschlechterung von 100 % auf 95 %. Alle anderen Patienten hatten unabhängig vom Testzeitpunkt ein Sprachverstehen von 100 %. Zu Beginn des Klinikaufenthaltes erreichten die Teilnehmenden im OLSA eine SVS zwischen -1,3 dB und -4,7 dB (Mittelwert von -3,6 dB), am Ende lag die SVS zwischen -1,7 dB und -4,7 dB (Durchschnitt von -4 dB). Dies entspricht einer mittleren Verbesserung um 0,4 dB. Insgesamt konnten sich 10 Teilnehmende verbessern, während sich 5 verschlechterten.

*Tabelle 2 Ergebnisse des FB und des OLSA jeweils zu Beginn (ohne Hörsystem) und zum Ende (mit Hörsystem) des Klinikaufenthaltes*

Nr.	FB Beginn in %	FB Ende in %	FB Veränderung in %	OLSA Beginn in dB	OLSA Ende in dB	OLSA Veränderung in dB
1	95	100	5	-4,4	-4,2	0,2
2	100	100	0	-3,7	-3,8	-0,1
3	100	100	0	-4	-4,7	-0,7
4	85	100	15	-2,2	-3,4	-1,2
5	95			-4		
6	85	95	10	-1,3	-2,7	-1,4
7	100	100	0	-4	-4,7	-0,7
8	100			-4		
9	100			-3,8		
10	100	100	0	-3,8	-4,6	-0,8
11	100	95	-5	-2,7	-1,7	1
12	100	100	0	-4,6	-3,9	0,7
13	100	100	0	-3,7	-4,2	-0,5
14	100	100	0	-3,4	-4,1	-0,7
15	100	100	0	-4,6	-4,5	0,1
16	100	100	0	-2,4	-4	-1,6
17	100	100	0	-4,7	-4,2	0,5
18	95	100	5	-4,2	-4,7	-0,5
Durchschnitt	97,3	99,3	2	-3,6	-4	-0,4

Die folgende statistische Auswertung wurde mit der Software Jamovi durchgeführt. Da die Datensätze des FB und OLSA von denselben Personen erhoben wurden, sind diese statistisch gesehen voneinander abhängig. Die Nullhypothesen lauten:

1. Es gibt keinen Unterschied beim FB zwischen den Messungen zu Beginn und zum Ende des Klinikaufenthaltes.
2. Es gibt keinen Unterschied beim OLSA zwischen den Messungen zu Beginn und zum Ende des Klinikaufenthaltes.

Zuerst wurden die Daten des FB und OLSA auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk-Test) geprüft. Dies ist beim OLSA der Fall ( $p = 0,793$ ). Beim FB wiederum liegt der p-Wert mit  $< 0,001$  unter  $0,05$ . Das bedeutet, dass nur die Daten des OLSA normalverteilt sind und hier der student's t-Test durchgeführt werden darf. Der p-Wert des student's t-Tests liegt bei  $0,075$  und der Unterschied in den Datensätzen ist damit nicht signifikant (etwas größer als  $0,05$ ). Dadurch wird die Nullhypothese beibehalten und es gilt: Es gibt keinen Unterschied beim OLSA zwischen den Messungen zu Beginn und zum Ende des Klinikaufenthaltes. Da die Daten des FB nicht normalverteilt sind, wird hier der Wilcoxon-Test durchgeführt. Bei diesen Daten ist ebenfalls kein signifikanter Unterschied feststellbar ( $p = 0,17 > 0,05$ ) und es gilt weiterhin: Es gibt keinen Unterschied beim FB zwischen den Messungen zu Beginn und zum Ende des Klinikaufenthaltes.

### 4.3 Mini TF 12

Tabelle 3 zeigt die erreichte Punktzahl der Teilnehmenden, die ein Hörsystem ausprobiert haben im mini TF12 zu Beginn und zum Ende des Klinikaufenthaltes. Die Veränderung berechnet sich aus der Differenz zwischen der Punktzahl zu Beginn und zum Ende. Ein positives Ergebnis bedeutet, dass sich der Tinnitus während des Aufenthaltes verringert hat. Dies ist bei 14 Studienteilnehmenden der Fall. Bei 2 Teilnehmenden (Nr. 6 und 12) trat eine Verschlechterung ein und bei Patient Nr. 2 blieb die Tinnitus-Belastung gleich. Bei den Studienteilnehmenden gab es im Durchschnitt eine Verbesserung um 4,7 Punkte. Patientin Nr. 9 wird zu der Referenz-Gruppe dazugezählt, da keine Hörsystemversorgung stattfand.

Tabelle 3 Die Punktzahl der Teilnehmenden mit Hörsystemversorgung im mini TF12 zu Beginn und zum Ende des Klinikaufenthaltes

Nr.	Beginn	Ende	Veränderung
1	12	5	7
2	12	12	0
3	10	3	7
4	10	5	5
5	18	12	6
6	4	6	-2
7	8	3	5
8	13	4	9
10	19	12	7
11	23	12	11
12	7	8	-1
13	6	4	2
14	12	3	9
15	8	4	4
16	8	5	3
17	18	14	4
18	9	5	4
Durchschnitt	11,6	6,9	4,7

In der Gruppe der Referenz-Teilnehmenden verbesserten sich 3 von 4 Studienteilnehmende und bei Patient Nr. 21 gab es keine Veränderung (siehe Tabelle 4). Die durchschnittliche Verbesserung liegt bei 5 Punkten und ist damit in etwa genauso groß, wie bei den Teilnehmenden mit Hörsystemversorgung. Außerdem sind die erreichten Punktzahlen der Referenz-Gruppe zu Beginn und zum Ende des Klinikaufenthaltes leicht höher als bei den Teilnehmenden, die Hörsysteme getestet haben.

Tabelle 4 Punktzahl der Referenz-Gruppe ohne Hörsystemversorgung im mini TF12 zu Beginn und zum Ende des Klinikaufenthaltes

Nr.	Beginn	Ende	Veränderung
9	14	10	4
19	15	8	7
20	18	9	9
21	7	7	0
Durchschnitt	13,5	8,5	5

Abbildung 3 zeigt die Verteilung der Schweregrade der Teilnehmenden im mini TF12. Bei den Teilnehmenden, die Hörsysteme getestet haben, hatten die meisten zu Beginn des

Klinikaufenthaltes eine mittelgradige Tinnitus-Belastung. Zum Ende überwogen die Teilnehmenden mit einer leichtgradigen Belastung. In der Referenz-Gruppe haben die meisten zu Beginn eine schwergradige und zum Ende des Aufenthaltes eine mittelgradige Belastung.

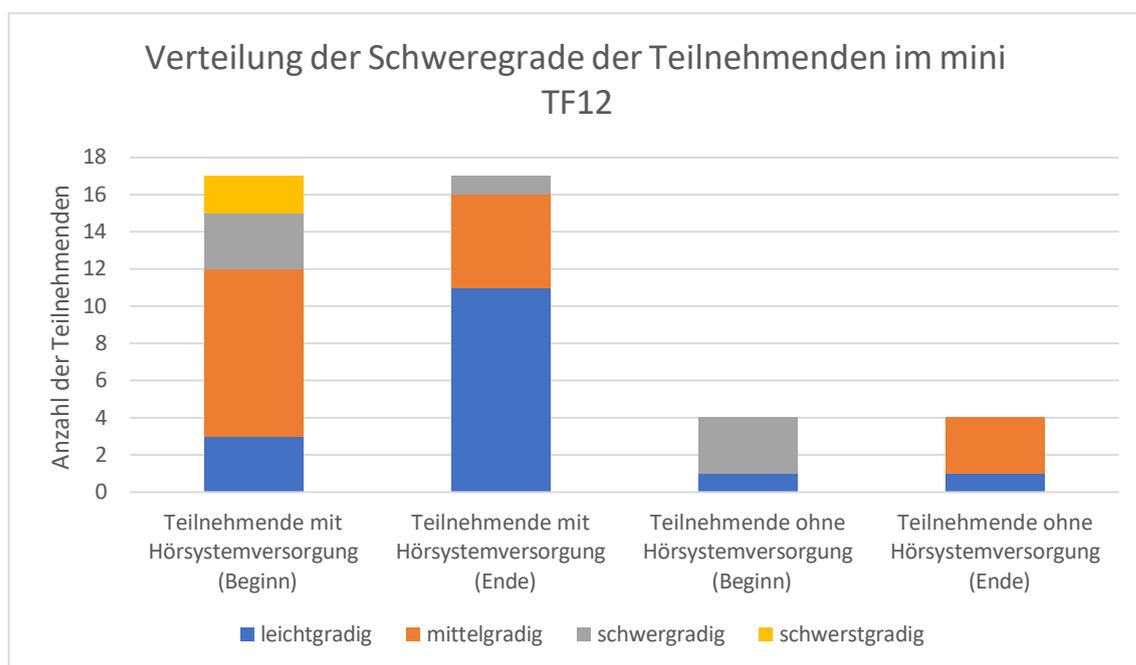


Abbildung 3 Verteilung der Schweregrade im mini TF12 bei den Teilnehmenden mit und ohne Hörsystemversorgung jeweils zu Beginn und zum Ende des Klinikaufenthaltes (0 – 7 Punkte = leichtgradig; 8 – 12 Punkte = mittelgradig; 13 – 18 Punkte = schwergradig; 19 – 24 Punkte = schwerstgradig)

Die folgende statistische Auswertung wurde mit der Software Jamovi durchgeführt. Da die Datensätze des mini TF12 von denselben Personen erhoben wurden, sind diese statistisch gesehen voneinander abhängig. Folgende Nullhypothesen wurden aufgestellt:

1. Es gibt keinen Unterschied bei den Teilnehmenden mit Hörsystemversorgung zwischen den erreichten Punktzahlen im mini TF12 zu Beginn und zum Ende des Klinikaufenthaltes.
2. Es gibt keinen Unterschied bei den Teilnehmenden ohne Hörsystemversorgung zwischen den erreichten Punktzahlen im mini TF12 zu Beginn und zum Ende des Klinikaufenthaltes.

Die Prüfung auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk-Test) ergab, dass beide Datensätze normalverteilt sind (Teilnehmende mit Hörsystemversorgung:  $p = 0,85$ ; Teilnehmende ohne Hörsystemversorgung:  $p = 0,85$ ). Der student's t-Test ergab, dass die Daten der Teilnehmenden mit Hörsystemversorgung mit  $p < 0,001$  einen hoch signifikanten Unterschied aufweisen, weshalb hier die Nullhypothese verworfen werden darf. Es gilt: Es gibt einen Unterschied bei den Teilnehmenden mit Hörsystemversorgung zwischen den erreichten Punktzahlen im mini TF12 zu Beginn und zum Ende des Klinikaufenthaltes. Ein signifikanter Unterschied ist bei den Referenz-

Teilnehmenden nicht vorhanden ( $p = 0,084$ ), weshalb weiterhin Folgendes anzunehmen ist: Es gibt keinen Unterschied bei den Teilnehmenden ohne Hörsystemversorgung zwischen den erreichten Punktzahlen im mini TF12 zu Beginn und zum Ende des Klinikaufenthaltes.

#### 4.4 Fragebogen zur Hörsystem-Erprobung

Obwohl Patient Nr. 5 die Versorgung mit Hörsystem abgebrochen hat, wird er trotzdem in der Auswertung des Fragebogens zur Hörsystem-Erprobung berücksichtigt. 12 von 17 Studienteilnehmenden gaben in Frage 1 an, zwischen 51 und 65 Jahre alt zu sein. In der Altersgruppe von 31 bis 50 Jahren waren 5 Teilnehmende. Es gab keine Teilnehmende die 18 bis 30 Jahre alt waren. Das Geschlechter-Verhältnis (Frage 2) ist mit 9 weiblichen und 8 männlichen Studienteilnehmenden in etwa ausgeglichen. Patient Nr. 14 gab in Frage 3 und 4 an, dass er in den letzten 12 Monaten ein Hörsystem mit Noiser getragen hat. Alle anderen Teilnehmenden haben vor der Teilnahme an der Studie keine Erfahrungen mit Hörsystemen gesammelt.

Abbildung 4 zeigt die Angabe der Studienteilnehmenden, wie viele Tage sie das Hörsystem in etwa getragen haben (Frage 5) und wie lange ihnen das Hörsystem zur Verfügung stand. Auffällig ist, dass viele Teilnehmende eine geringere Anzahl an Tagen angegeben haben als sie das Hörsystem tatsächlich hätten ausprobieren können. So gaben zum Beispiel 6 Teilnehmende an das Hörsystem weniger als 5 Tage getragen zu haben, obwohl nur ein Patient das Hörsystem tatsächlich weniger als 5 Tage zur Probe hatte.

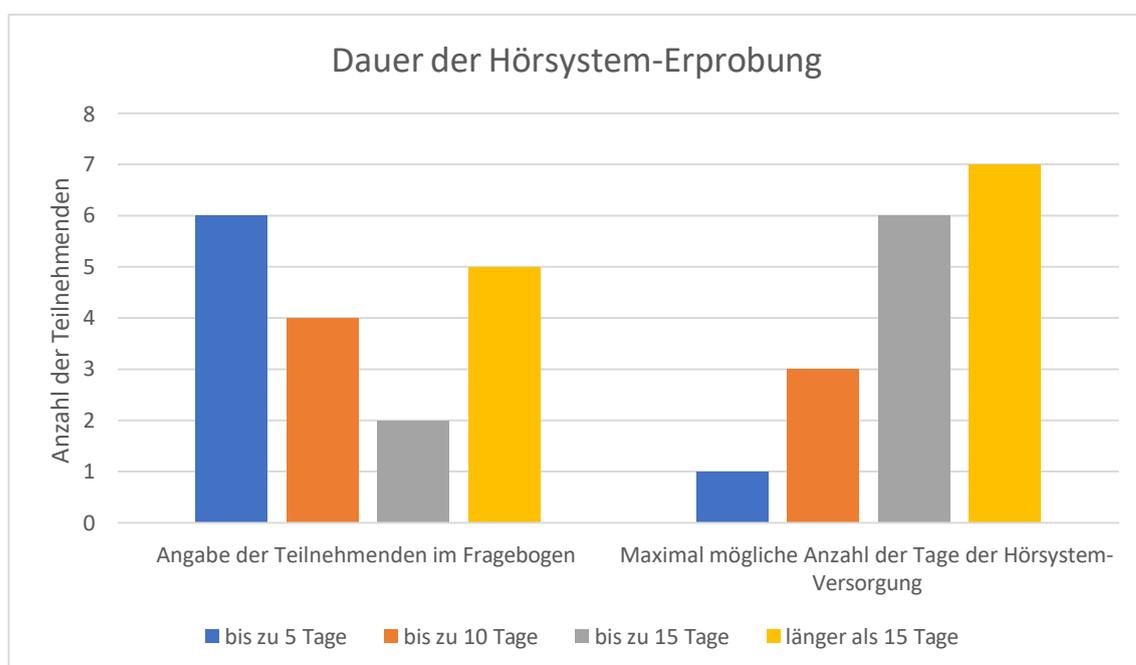


Abbildung 4 Die angegebene und tatsächliche Dauer der Hörsystem-Erprobung bei den Teilnehmenden

In Frage 6 wurde die durchschnittliche Tragedauer des Hörsystems pro Tag ermittelt (siehe Abbildung 5). Hierbei gaben 2 Teilnehmende eine Tragedauer von weniger als 4 Stunden täglich an. Die meisten Teilnehmenden (8 von 17) gaben an, das Hörsystem weniger als 12, aber mehr als 8 Stunden getragen zu haben. Ähnlich wie in Abbildung 4 weichen die Angaben der Teilnehmenden von der statistischen Auswertung des Datalogging ab. Einige Teilnehmende gaben an, das Hörsystem kürzer oder länger getragen zu haben, als dies laut Datalogging der Fall gewesen sein soll.

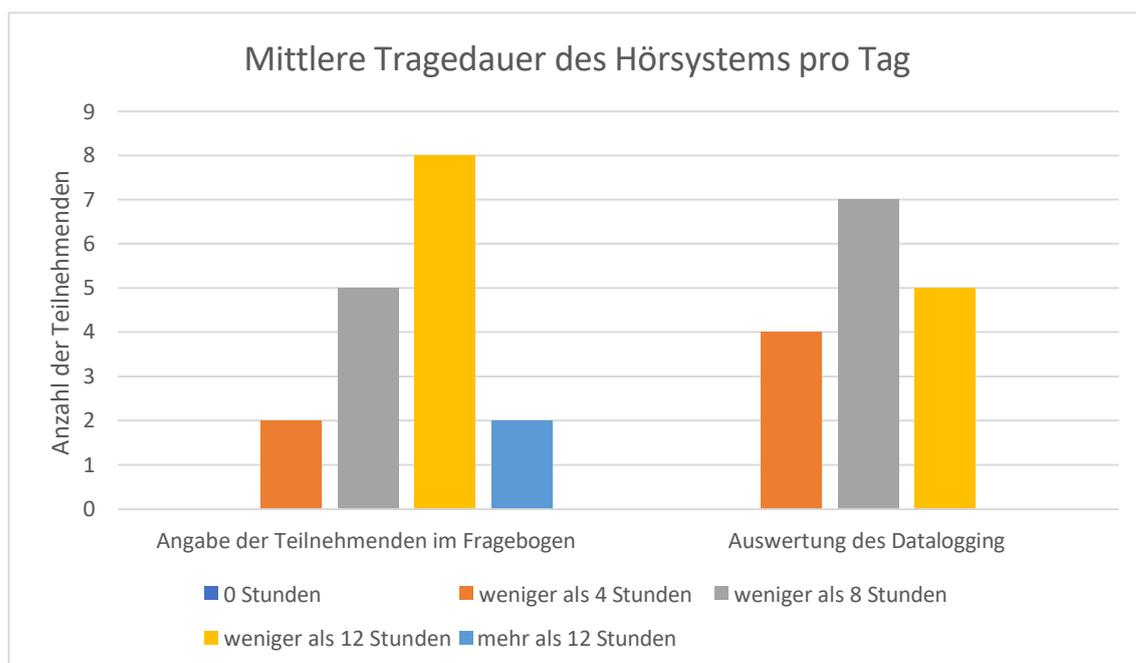


Abbildung 5 Die angegebene (Fragebogen) und ausgewertete (Datalogging) mittlere Tragedauer des Hörsystems pro Tag

13 von 17 Studienteilnehmenden gaben in Frage 7 an, dass der Klang des Hörsystems nach den ersten paar Tagen Eingewöhnungszeit angenehm war. Die meisten Teilnehmenden (14 von 17) haben mit dem Hörsystem viele Umgebungsgeräusche gehört, die sie vorher nicht mehr wahrgenommen haben (Frage 8). In Frage 9 wurden die Teilnehmenden gebeten ihr Sprachverstehen mit dem Hörsystem einzuschätzen (Abbildung 6). Im Zweiergespräch und im Gruppengespräch trug das Hörsystem für jeweils 12 Teilnehmende zu einer Verbesserung bei (besser oder etwas besser). Im Störlärm war dies bei 11 Teilnehmenden der Fall. Eine Verschlechterung (etwas schlechter oder schlechter) bemerkten im Zweiergespräch und im Gruppengespräch jeweils 2 und im Störlärm 4 Studienteilnehmende. Je 3 Teilnehmende gaben an, dass das Sprachverstehen im Zweiergespräch und im Gruppengespräch gleichgeblieben sei. Im Störlärm bemerkten 2 Teilnehmende keinen Unterschied.

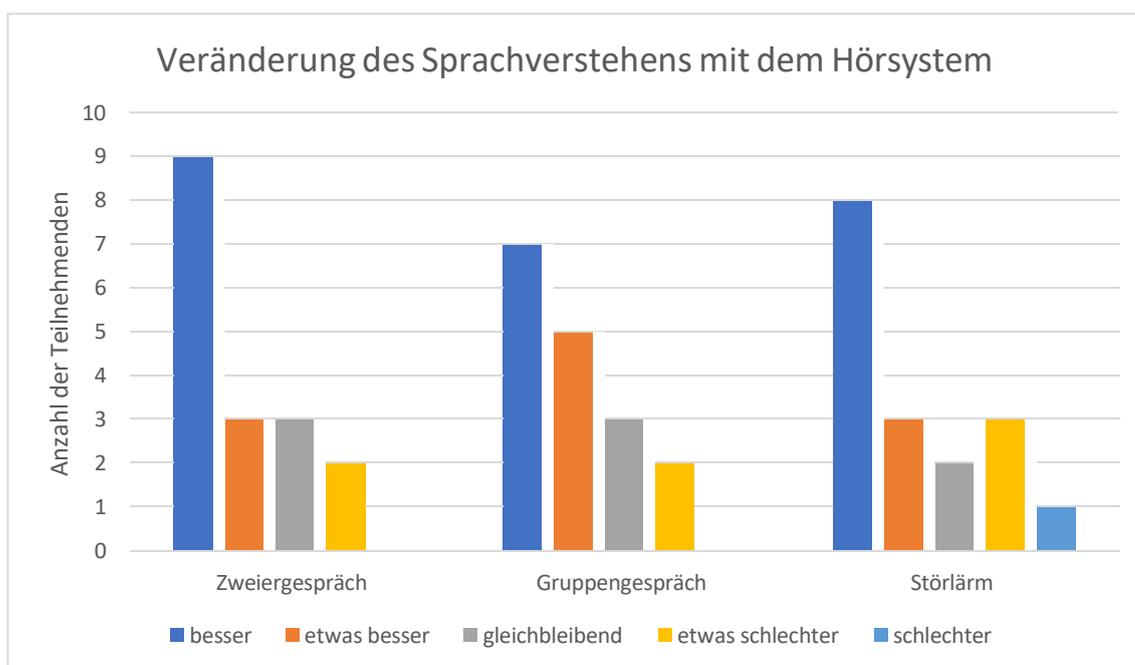


Abbildung 6 Das subjektive Sprachverstehen der Teilnehmenden mit dem Hörsystem im Zweiergespräch, im Gruppengespräch und im Störlärm

Bei den Fragen 10 bis 12 haben die Teilnehmenden angegeben, inwieweit sich der Tinnitus beim Tragen des Hörsystems, direkt nach dem Tragen des Hörsystems und ca. 1 Stunde nach dem Tragen des Hörsystems verändert hat (Abbildung 7). Patient Nr. 11 hat bei der Frage danach, wie sich der Tinnitus ca. 1 Stunde nach dem Tragen des Hörsystems verändert hat, nicht geantwortet. Bei den meisten Teilnehmenden war der Tinnitus beim Tragen des Hörsystems überwiegend gar nicht mehr wahrnehmbar (5 Teilnehmende) oder er ist überwiegend leiser geworden (7 Teilnehmende). Direkt nach dem Tragen des Hörsystems (10 Teilnehmende) und ca. 1 Stunde nach dem Tragen des Hörsystems (9 Teilnehmende) ist der Tinnitus bei den meisten überwiegend gleichgeblieben und bei jeweils einer Person überwiegend lauter geworden.

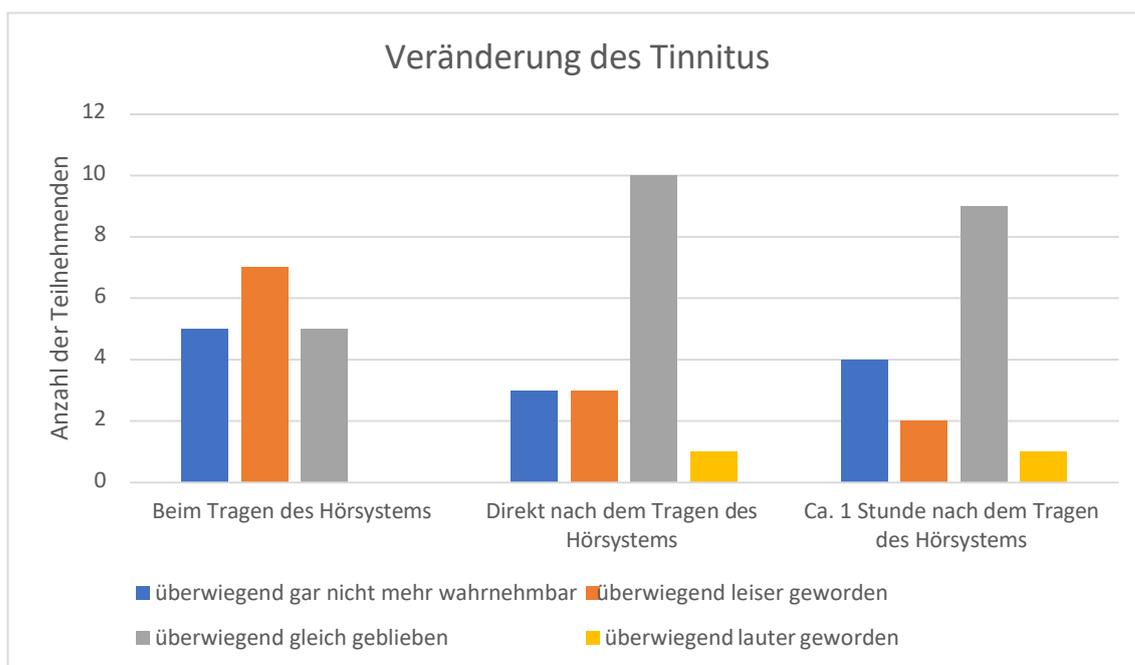


Abbildung 7 Die angegebene Veränderung des Tinnitus beim Tragen des Hörsystems, direkt nach dem Tragen des Hörsystems und ca. 1 Stunde nach dem Tragen des Hörsystems

12 von 17 Studienteilnehmenden gaben in Frage 13 an, nach dem Aufenthalt in der Klinik eine Hörsystemversorgung anzustreben. 4 Teilnehmende lehnten dies ab mit der Begründung, dass der Hörverlust (Patientinnen Nr. 1 und 17) oder die Belastung (Patientin Nr. 7) noch nicht groß genug sei und/oder das Eigenrauschen des Hörsystems gestört habe (Teilnehmende Nr. 12 und 17). Patientin Nr. 13 war unschlüssig, ob sie ein weiteres Mal ein Hörsystem testen möchte.

#### 4.5 Datalogging

Die Auswertung des Datalogging der Hörsysteme ergab, dass 11 von 16 Studienteilnehmende das Hörsystem durchschnittlich länger als 5 Stunden pro Tag getragen haben (siehe Abbildung 8). Es erfolgte keine Auswertung des Datalogging bei Patient Nr. 5, der aufgrund von Kopfschmerzen die Ausprobe abgebrochen hat und bei Patientin Nr. 9, die die Hörsystem-Ausprobe während der Programmierung abgelehnt hat. Bei Studienteilnehmer Nr. 12 wurde eine durchschnittliche Tragedauer von 6 min pro Tag angegeben, jedoch mit der Bemerkung, dass das Hörsystem sehr häufig ein- und ausgeschaltet wurde und dass dadurch die Tragedauer schlecht zu ermitteln sei. Bei Patient Nr. 2 gab die Software den Hinweis, dass das Hörsystem nicht ausgeschaltet wurde, jedoch deckt sich der ermittelte Wert des Datalogging (8 h 12 min) in etwa mit der subjektiven Angabe des Patienten im Fragebogen zur Hörsystem-Erprobung (weniger als 8 h). 3 Teilnehmende (Nr. 7, 11 und 18) haben eine binaurale Hörsystemversorgung ausprobiert, jedoch eines der beiden weniger lange getragen. Die Teilnehmenden Nr. 7 und 11 erfüllen jeweils auf der linken Seite nicht die Kriterien der Studie im Tonaudiogramm. Von beiden wurde jedoch eine binaurale Ausprobe gewünscht. Die Kriterien im Tonaudiogramm werden bei

Patientin Nr. 18 beidseitig erfüllt, jedoch ist der Hörverlust auf beiden Seiten unterschiedlich ausgeprägt.

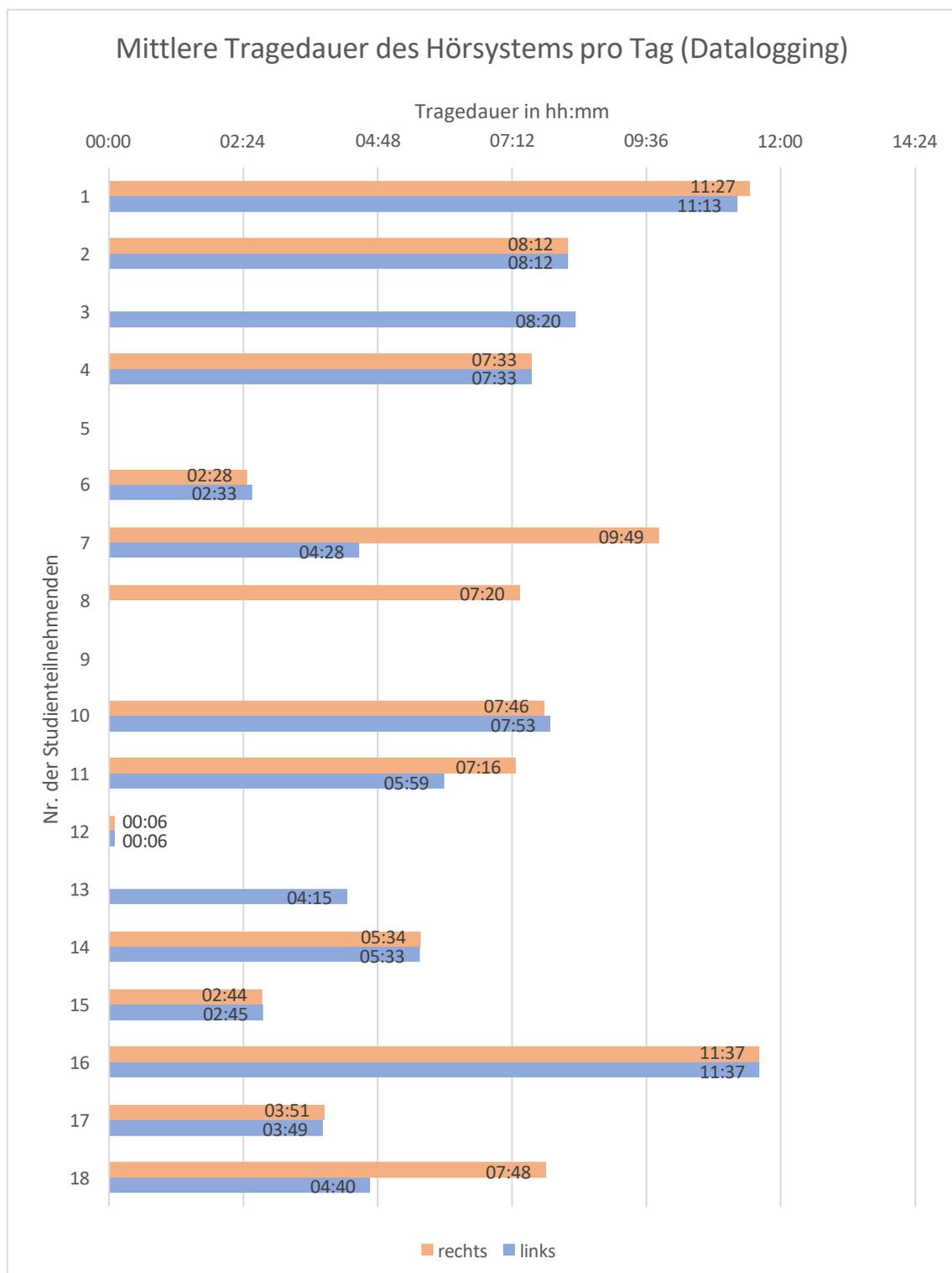


Abbildung 8 Die mittlere Tragedauer des Hörsystems pro Tag ermittelt durch die Auswertung der Datalogging-Funktion

## 5 Diskussion

Die Ergebnisse der Studie weisen sowohl auf eine Reduktion der Tinnitus-Belastung als auch auf eine Verbesserung des Sprachverstehens durch die Nutzung eines Hörsystems hin. Im Folgenden werden die Auswertung der Daten und mögliche Ursachen diskutiert.

Alle Teilnehmenden waren zum Zeitpunkt der Studie in der MEDIAN Kaiserberg-Klinik zur Rehabilitation. Die zahlreichen zusätzlichen Therapie-Anwendungen, die ärztlichen und therapeutischen Gespräche, sowie der intensive Austausch mit anderen Betroffenen können ebenfalls eine Reduktion des Tinnitus hervorrufen. In dieser Studie war es deshalb nicht möglich ausschließlich den Effekt einer Hörsystemversorgung zu überprüfen. Unter den Teilnehmenden (ohne Referenz-Gruppe) sind 6 Personen, die nur mit jeweils einem Ohr die Kriterien der Studie im Tonaudiogramm erfüllen. Die Sprachmessungen sind jedoch nicht seitengetreunt über Kopfhörer durchführbar, da die abschließenden Messungen mit Hörsystem erfolgen. Dadurch kann der Teilnehmende durch das Nutzen des „zu guten Ohres“ bei den Sprachmessungen im Freifeld ein besseres Ergebnis erreichen.

In der Hörakustik ist es üblich eine vergleichende Hörsystem-Anpassung zu machen. Das bedeutet, dass Patientinnen und Patienten mehrere Hörsysteme unterschiedlicher Hersteller und/oder Preisstufen jeweils über mehrere Tage ausprobieren und miteinander vergleichen können. Dies war in der Studie nicht möglich, da die Teilnehmenden im Durchschnitt nur 15 Tage ein vorgegebenes Hörsystem ausprobiert haben. Ein Nachteil der Bauform des gewählten Hörsystems ist, dass die Mikrofone hinter dem Ohr sitzen. Dadurch kann die Ohrmuschel ihre natürliche Funktion der Schallbündelung nicht erfüllen. Diese Funktion betrifft vor allem die hochfrequenten Schallanteile (Ulrich, 2017, S. 16). Außerdem hilft die Ohrmuschel dabei Windgeräusche zu reduzieren (Ulrich, 2017, S. 16). Moderne Hörsysteme versuchen den Effekt der Ohrmuschel technisch nachzubilden, dies kann jedoch keine reale Ohrmuschel ersetzen. In einer Studie von Denk et al. wurde zudem herausgefunden das Normalhörende mit Hinter-dem-Ohr-Systemen ein schlechteres Sprachverstehen haben (Denk, 2021, S. 4). Dieses Phänomen könnte bei manchen Teilnehmenden auch die Verschlechterung des Sprachverstehens begründen, wenn diese noch „zu gut“ auf dem versorgten Ohr hören. Einige der Teilnehmenden bemängelten, dass das Eigenrauschen der Mikrofone des Hörsystems hörbar, beziehungsweise zu laut war. Dies wurde während der Hörsystem-Programmierung in einem ruhigen Raum oft als „2. Tinnitus“ empfunden, jedoch wurde das Eigenrauschen von den meisten im Alltag nicht mehr wahrgenommen.

Des Weiteren wurde von einigen wenigen Teilnehmenden der Okklusionseffekt bemerkt. Dieser bewirkt, dass die Trägerin oder der Träger des Hörsystems ihre oder seine eigene Stimme als überlaut und dumpf empfindet. Der Effekt kommt durch ein Verschließen des Gehörgangs mit

dem Hörer und dem Dome zustande, wodurch tieffrequente Schallanteile nicht mehr abfließen können. Der Okklusionseffekt war auch in der Studie während der Anpassung des Hörsystems im Insitu-Audiogramm sichtbar. Hier wurde in den tiefen Frequenzen eine Pegeldifferenz zur ursprünglichen Hörschwelle von bis zu 20 dB gemessen. Bei der Hörsystem-Auswahl wurde bei allen Teilnehmenden der kleinste Dome gewählt, um diesen Effekt zu minimieren. Er konnte aufgrund eines geringen Gehörgangs-Volumens jedoch nicht bei allen Teilnehmenden so weit reduziert werden, dass er nicht mehr hörbar war. Die Studie von Cubick et al. zeigt, dass offene Domes bis zu einer Frequenz von 2 kHz akustisch transparent sind (Cubick, 2022, S. 5). Diese Eigenschaft der offenen Versorgung wird dafür genutzt, dass die tieffrequenten Schallanteile auf natürlichem Wege gehört werden können. Dadurch wird das gute Hörvermögen der Teilnehmenden in diesem Frequenzbereich genutzt. Eine offene Versorgung hat jedoch den Nachteil, dass Störschall ungehindert in das Ohr kommt und damit das Hörgerät umgeht (Ulrich, 2017, S. 961). Dadurch wird das Feature der Störschallreduzierung des Hörgerätes im Tieftonbereich unwirksam, da Störschall häufig tieffrequent ist (Ulrich, 2017, S. 868 und S. 961). Dieses Feature kann jedoch für ein entspanntes Hören und ein gutes Sprachverstehen wichtig sein.

Bei der Frage nach der Dauer der Hörsystem-Erprobung haben 8 von 16 Studienteilnehmenden angegeben, dass sie das Hörsystem nicht an allen Tagen getragen haben. Die Auswertung der durchschnittlichen Tragedauer der Hörsysteme pro Tag erfolgte über die subjektive Einschätzung der Teilnehmenden, sowie über das Datalogging der Hörsysteme. Bei 10 von 16 Patienten stimmten die Angaben nicht überein. Dies kann dadurch erklärt werden, dass im Datalogging die durchschnittliche Tragedauer berechnet wird. Wird das Hörsystem nicht täglich getragen, so kann es hier zu Abweichungen kommen.

Bei der Auswahl der Patienten für die Studie und während der Studie wurde der FB verwendet, um das Sprachverstehen der Patienten zu beurteilen. Ein Nachteil des Tests ist jedoch, dass der Schwierigkeitsgrad der Wörtergruppen nicht ausgeglichen ist (Ulrich, 2017, S. 237). Es gibt somit Wörtergruppen die leichter verständlich sind als andere. Außerdem sind manche Wörter des FB veraltet und werden im Alltag nicht mehr verwendet (Ulrich, 2017, S. 237). Bei dem Wort „Torf“ zum Beispiel wird häufig „Dorf“ gesagt, auch wenn „Torf“ tatsächlich verstanden wurde. Dies kann dazu führen, dass die Messergebnisse untereinander nicht gut vergleichbar sind. In Bezug auf die Studie kann dies auch eine Erklärung dafür sein, dass die Teilnehmenden Nr. 6 und 11 bei der Messung des FB mit Hörsystem jeweils ein Wort falsch verstanden haben. Der OLSA ist mit einer Test-Retest-Genauigkeit von 0,7 dB sehr gut geeignet, um Veränderungen im Sprachverstehen feststellen zu können, da hier kaum ein Lerneffekt besteht (Wagner, 2004, S.153).

Die statistische Auswertung des FB und des OLSA ergab, dass der Unterschied in den Datensätzen bei beiden Sprachmessungen nicht signifikant ist. Allerdings haben die meisten

Teilnehmenden bereits zu Beginn der Studienteilnahme im FB ein Sprachverstehen von 100 % ohne Hörsystem und konnten sich deshalb nicht mehr verbessern. Dadurch hätte kein signifikanter Unterschied gemessen werden können. Beim OLSA allerdings ist der p-Wert bei 0,075 und liegt damit nur knapp oberhalb der Grenze von 0,05. Wenn die Zahl der Teilnehmenden an der Studie größer gewesen wäre, hätte es sein können, dass hier ein signifikanter Unterschied sichtbar ist. Das gleiche ist auch bei den Ergebnissen des mini TF12 der Referenz-Gruppe der Fall. Hier lag der p-Wert mit 0,084 ebenfalls leicht über 0,05. Aus den Ergebnissen der statistischen Auswertung von FB, OLSA und dem mini TF12, lässt sich schließen, dass sich durch die Hörsystemversorgung die Tinnitus-Belastung verringert, es aber keine Auswirkung auf das Sprachverstehen gibt. Außerdem deutet das Ergebnis der Referenz-Gruppe darauf hin, dass der Klinikaufenthalt keine Auswirkung auf die Tinnitus-Belastung haben könnte, jedoch ist die Stichprobengröße für eine gesicherte Aussage zu klein.

Das subjektive Empfinden der meisten Teilnehmenden war, dass sich das Sprachverstehen in allen drei Bereichen (im Zweiergespräch, im Gruppengespräch und im Störlärm) mit Hörsystem verbessert hat. Bei den Teilnehmenden, die mit Hörsystem keine Veränderung des Sprachverstehens bemerken, kann es sein, dass sie auch ohne Hörsystem ein sehr gutes Sprachverstehen haben. Eine Verschlechterung des Sprachverstehens könnte dadurch zustande kommen, dass sich die Teilnehmenden noch nicht an die frequenzabhängige Verstärkung des Hörsystems gewöhnt haben. Eventuell ist bei diesen Studienteilnehmenden eine längere Eingewöhnungszeit und/ oder ein erneutes Einstellen des Hörsystems notwendig. In der statistischen Auswertung des OLSA ist zwar nur eine Tendenz zur Verbesserung des Sprachverstehens erkennbar, die Teilnehmenden selbst bestätigen jedoch im Fragebogen, dass das Hörsystem eine Unterstützung in vielen Situationen ist. In Bezug auf die Tinnitus-Belastung spiegelt sich das Ergebnis des mini TF12 in der subjektiven Einschätzung der Teilnehmenden während des Tragens des Hörsystems wieder. 12 von 17 Teilnehmenden gaben an, dass der Tinnitus überwiegend gar nicht mehr wahrnehmbar oder überwiegend leiser geworden ist. Bei den Angaben der Teilnehmenden in Bezug auf die Wahrnehmung des Tinnitus direkt nach dem Tragen des Hörsystems und ca. 1 Stunde nach dem Tragen des Hörsystems ist die Fragestellung nicht eindeutig interpretierbar. Gemeint war mit der Fragestellung, dass sich die Antworten auf die Tinnitus-Belastung vor der Hörsystemversorgung beziehen sollen. Da dies nicht klar beschrieben wurde könnte es auch sein, dass manche Patienten ihre Antworten auf die Tinnitus-Belastung beim Tragen des Hörsystems bezogen haben. Aufgrund dieses Umstandes können die Antworten auf die Fragen 11 und 12 nicht eindeutig ausgewertet werden. Insgesamt waren die meisten Studienteilnehmer einer weiteren Hörsystemversorgung nach dem Klinikaufenthalt positiv eingestellt, was für einen Erfolg der Versorgung spricht.

## 6 Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wird die Effektivität einer Hörgeräteversorgung für Patientinnen und Patienten mit nahezu normalem Tonaudiogramm zur Vermeidung von Tinnitus untersucht. Die Tinnitus-Belastung wurde mithilfe des mini Tinnitus Fragebogens 12 (mini TF12) bestimmt. Zusätzlich wurde mit den Sprachmessungen des Freiburger Sprachverständlichkeitstests (FB) und des Oldenburger Satztests (OLSA) überprüft, ob sich das Sprachverstehen ebenfalls verbessert hat. 17 Studienteilnehmende haben Hörsysteme ausprobiert, die übrigen 4 Teilnehmenden bilden die Referenz-Gruppe ohne Hörsystemversorgung. Das Durchschnittsalter der Teilnehmenden liegt bei 51,5 Jahren und das Geschlechter-Verhältnis ist in etwa ausgewogen.

Die 21 Studienteilnehmenden waren Patientinnen und Patienten der MEDIAN Kaiserberg-Klinik Bad Nauheim. Dort wurde zu Beginn und zum Ende des Klinikaufenthaltes der mini TF12 von den Teilnehmenden beantwortet, um eine Veränderung in der Tinnitus-Belastung feststellen zu können. In der Gruppe der Teilnehmenden mit Hörsystemversorgung wurden zu Beginn die Einzelwerte des FB bei 60 dB und der OLSA ohne Hörsysteme im Freifeld gemessen. Beide Messungen wurden am Ende mit Hörsystemen wiederholt, um eine Veränderung im Sprachverstehen ermitteln zu können. Zusätzlich wurde am Ende ein Fragebogen zur Hörsystem-Erprobung beantwortet, um die subjektive Einschätzung der Teilnehmenden bewerten zu können. Die Teilnehmenden haben für einen Zeitraum von durchschnittlich 15 Tagen das Hörsystem ausprobieren können. Alle 21 Studienteilnehmenden haben unabhängig von der Hörsystemversorgung die in der Klinik übliche Behandlung erhalten.

Die Auswertung des mini TF12 ergab, dass in der Gruppe der Hörsystemversorgten eine signifikante Reduzierung der Tinnitus-Belastung vorhanden ist. Die Ergebnisse der Referenz-Gruppe zeigen ebenfalls eine Verbesserung, diese ist jedoch mit der vorliegenden Stichprobe nicht signifikant. Bei einer größeren Stichprobe in der Referenz-Gruppe könnte das Ergebnis auch hier einen signifikanten Unterschied zeigen. In den Sprachmessungen verbesserten sich die meisten Teilnehmenden mit Hörsystemversorgung, aber die Unterschiede sind ebenfalls nicht signifikant. Beim OLSA könnte dies wieder mit einer zu geringen Stichprobe zusammenhängen, beim FB hingegen hatten sehr viele Teilnehmenden ohne Hörsystem ein Sprachverstehen von 100 % und konnten sich deshalb nicht weiter verbessern. Die Auswertung des Fragebogens zur Hörsystem-Erprobung ergab, dass die meisten Teilnehmenden sowohl den Tinnitus gar nicht mehr oder leiser wahrgenommen haben als auch eine Verbesserung im Sprachverstehen bemerkten. Ein Großteil der Teilnehmenden möchte nach dem Klinikaufenthalt eine erneute Hörsystemversorgung anstreben.

## 7 Fazit

Die Untersuchung der Effektivität einer Hörgeräteversorgung für Patientinnen und Patienten mit nahezu normalem Tonaudiogramm ergab, dass sich im Durchschnitt die Tinnitus-Belastung reduziert. Dies passierte sowohl bei den Teilnehmenden mit Hörsystemversorgung als auch in der Referenz-Gruppe. Jedoch ergaben die Studienergebnisse, dass nur bei den Teilnehmenden mit Hörsystemversorgung ein signifikanter Unterschied zwischen der Befragung zu Beginn und zum Ende des Klinikaufenthaltes besteht. Für ein aussagekräftiges Ergebnis in der Referenz-Gruppe war die Stichprobe hier zu klein. Des Weiteren zeigten die Ergebnisse der Sprachmessungen FB und OLSA, dass zwar eine Verbesserung vorliegt, diese jedoch nicht signifikant ist. Diese Ergebnisse spiegeln sich auch in der Bewertung der Teilnehmenden im Fragebogen zur Hörsystem-Erprobung wieder. Die meisten Teilnehmenden waren mit der Hörsystem-Anpassung zufrieden und haben Interesse an einer weiteren Hörsystemversorgung. Daraus lässt sich schließen, dass die technische Unterstützung von Hörsystemen auch bei nahezu normalhörenden Menschen mit Tinnitus eine Reduktion der Tinnitus-Belastung herbeiführen kann.

## Literaturverzeichnis

- Becker, M. (2014). *Sozialpsychologische Aspekte bei hörbeeinträchtigten Menschen*. In: Adelt, A. et al. (Hrsg.). Spektrum Patholinguistik 7: Schwerpunktthema: Hören - Zuhören - Dazu gehören: Sprachtherapie bei Hörstörungen und Cochlea-Implantat, Band 7, Universitätsverlag Potsdam, Potsdam. Verfügbar unter:  
<https://books.google.de/books?hl=de&lr=&id=5e82BAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA71>, aufgerufen am: 24.08.2022
- Cubick, J. et al. (2022). *The Acoustics of Instant Ear Tips and Their Implications for Hearing-Aid Fitting*. In: Ear & Hearing, American Auditory Society
- Delb, W. et al. (2002). *Tinnitus*. Hogrefe- Verlag. Göttingen, Webseite:  
[https://books.google.de/books?id=jDGIWhsQJvQC&printsec=frontcover&hl=de&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.de/books?id=jDGIWhsQJvQC&printsec=frontcover&hl=de&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false), aufgerufen am: 27.08.2022
- Denk, F. et al. (2021). *Influence of wearing hearing aids on speech intelligibility in spatial scenarios for normal-hearing listeners*
- Deutsche Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie e.V. (DGHNO-KHC). (2021). *S3-Leitlinie Chronischer Tinnitus*, publiziert bei: AWMF online, Webseite: [https://www.awmf.org/uploads/tx\\_szleitlinien/017-064l\\_S3\\_Chronischer\\_Tinnitus\\_2021-09\\_1.pdf](https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/017-064l_S3_Chronischer_Tinnitus_2021-09_1.pdf), aufgerufen am: 28.08.2022
- Deutsche Tinnitus-Liga e.V. *Was ist Tinnitus?*, Webseite: <https://www.tinnitus-liga.de/pages/tinnitus-sonstige-hoerbeeintraechtungen/tinnitus.php>, aufgerufen am: 27.08.2022
- Eggermont, J. (2012). *The Neuroscience of Tinnitus*. Oxford University Press, Webseite:  
[https://www.google.de/books/edition/The\\_Neuroscience\\_of\\_Tinnitus/H7es-fUjM\\_asC?hl=de&gbpv=1](https://www.google.de/books/edition/The_Neuroscience_of_Tinnitus/H7es-fUjM_asC?hl=de&gbpv=1), aufgerufen am: 24.08.2022
- Gemeinsamer Bundesausschuss (2021). *Richtlinie des Gemeinsamen Bundesausschusses über die Verordnung von Hilfsmitteln in der vertragsärztlichen Versorgung (Hilfsmittel-Richtlinie)*. Bundesanzeiger (Banz AT 15.04.2021 B3)
- MEDIAN Kaiserberg-Klinik Bad Nauheim, Webseite: <https://www.median-kliniken.de/de/median-kaiserberg-klinik-bad-nauheim/behandlungsgebiete/hts/>, aufgerufen am 18.08.2022
- MEDIAN Unternehmensgruppe, Webseite: <https://www.median-kliniken.de/de/>, aufgerufen am 18.08.2022

- Morgenstern, T. (2015). *Stresserleben, depressive Belastung und somatische Beschwerden bei chronischem Tinnitus unter geschlechts- und altersspezifischen Aspekten*, Webseite: <https://refubium.fu-berlin.de/bitstream/handle/fub188/9068/doctoralthesis.pdf>, aufgerufen am: 23.08.2022
- Oticon (2021). *Technik und Produkte*. Übersicht für Experten Version Nr. 13
- Statista (2021). *Anteil der Schwerhörigen nach Altersgruppen in Deutschland bis 2018*, Webseite: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/913261/umfrage/anteil-der-schwerhoerigen-nach-altersgruppen-in-deutschland/>, aufgerufen am: 29.08.2022
- Ulrich, J. et al. (2017). *Hörakustik 3.0 Theorie und Praxis (3. Auflage)*. DOZ Verlag Heidelberg
- Wagner, K. (2004). *Sentence intelligibility in noise for listeners with normal hearing and hearing impairment: Influence of measurement procedure and masking parameters*, publiziert in: International Journal of Audiology

# Anhang 1

## Einverständniserklärung

Sonja Ziel	Sonja Ziel
Technische Hochschule Lübeck	MEDIAN Kaiserberg-Klinik Bad Nauheim
Mönkhofer Weg 239	Am Kaiserberg 8-10
23562 Lübeck	61231 Bad Nauheim
0451 3006	06032 703-710
sonja.ziel@stud.th-luebeck.de	sonja.ziel@median-kliniken.de

### **Einverständniserklärung zur Mitwirkung an der Studie „Versorgung von Tinnitus-Patienten ohne Hörsystem-Indikation mit Hörsystemen“**

In der Bachelorarbeit-Studie geht es darum formal normalhörenden Patienten mit Tinnitus Hörsysteme anzupassen, um zu überprüfen, ob sie davon im Alltag profitieren. Dafür werden folgende Daten erhoben:

- Alter
- Geschlecht
- Ton- und Sprachaudiometrische Messungen, Oldenburger Satztest, Tinnitus-Matching
- Ergebnis des mini-TF12 Fragebogens
- Datalogging der Hörsysteme (Protokolliert die Verwendung der Lautstärkeregelung und der Programme, sowie Nutzungsdauer pro Tag)
- Ergebnis des Fragebogens zur Hörsystem-Erprobung

Hiermit erkläre ich, dass ich über die Ziele und den Ablauf der Studie informiert wurde und diese verstanden habe. Ich hatte ausreichend Gelegenheit, mich bei der verantwortlichen Person über die Studie zu informieren, sowie auftretende Fragen zu stellen. Diese wurden mir verständlich beantwortet.

Mir ist bekannt, dass diese Studie in erster Linie der Wissenserweiterung dient und gegebenenfalls auch keinen persönlichen Vorteil für mich bringen kann. Ich bin über die mit der Teilnahme an der Studie verbundenen Risiken (Verstärkung des Tinnitus, Fehleinstellung der Hörsysteme) informiert worden.

Die Ansprechperson (Studienleitung) für weitere Fragen oder Gesprächsbedarf der Studienteilnehmenden lautet:

Sonja Ziel	Sonja Ziel
Technische Hochschule Lübeck	MEDIAN Kaiserberg-Klinik Bad Nauheim
Mönkhofer Weg 239	Am Kaiserberg 8-10
23562 Lübeck	61231 Bad Nauheim
0451 3006	06032 703-710
sonja.ziel@stud.th-luebeck.de	sonja.ziel@median-kliniken.de

Mit meiner Unterschrift erkläre ich, dass ich das Vorhaben und die Information verstanden habe und freiwillig an der Studie teilnehme. Ich habe verstanden, dass ich jederzeit ohne Angabe von Gründen aus der Studie ausscheiden kann, ohne dass mir persönliche Nachteile entstehen. Auch die Versuchsleiterin kann die Studie jederzeit beenden.

Mir ist bekannt, dass meine Daten anonym gespeichert und ausschließlich für wissenschaftliche Zwecke verwendet werden. Da keine personenbezogenen Daten erhoben werden, habe ich verstanden, dass nach Abschluss der Datenerhebung prinzipiell keine Zuordnung mehr zwischen den Daten im Datensatz und meinen personenbezogenen Daten [Name, Adresse und Alter] möglich ist – der Datensatz ist anonym. Mir ist bewusst, dass nach Abschluss dieser Datenerhebung keine gezielte Löschung meines persönlichen Datensatzes mehr möglich ist, da dieser nicht zugeordnet werden kann. Eine Löschung meiner persönlichen Daten ist ausschließlich direkt nach der Durchführung der Untersuchung möglich. Eine Löschung aller erhobenen Originaldaten ist nach Ablauf der gesetzlichen Aufbewahrungsfrist von mindestens 10 Jahren vorgesehen. Ich habe verstanden, dass die Ergebnisse und Daten dieser Studie als wissenschaftliche Publikationen veröffentlicht werden und, dass dies in anonymisierter Form, d.h. ohne dass die Daten einer spezifischen Person zugeordnet werden können, geschieht.

Ich habe eine Kopie dieser Einverständniserklärung erhalten.

\_\_\_\_\_  
Datum

\_\_\_\_\_  
Unterschrift Studienteilnehmer

\_\_\_\_\_  
Unterschrift Studienleitung

## Anhang 2

Mini Tinnitus Fragebogen nach Goebel und Hiller (Mini TF12):

1. Ich bin mir der Ohrgeräusche vom Aufwachen bis zum Schlafengehen bewusst.
2. Ich mache mir wegen der Ohrgeräusche Sorgen, ob mit meinem Körper ernstlich etwas nicht in Ordnung ist.
3. Wenn die Ohrgeräusche andauern, wird mein Leben nicht mehr lebenswert sein.
4. Auf Grund der Ohrgeräusche bin ich mit meiner Familie und meinen Freunden gereizter.
5. Ich Sorge mich, dass die Ohrgeräusche meine körperliche Gesundheit schädigen könnten.
6. Wegen der Ohrgeräusche fällt es mir schwer, mich zu entspannen.
7. Oft sind meine Ohrgeräusche so schlimm, dass ich sie nicht ignorieren kann.
8. Wegen der Ohrgeräusche brauche ich länger zum Einschlafen.
9. Wegen der Ohrgeräusche bin ich leichter niedergeschlagen.
10. Ich denke oft darüber nach, ob die Ohrgeräusche jemals weggehen werden.
11. Ich bin Opfer meiner Ohrgeräusche.
12. Die Ohrgeräusche haben meine Konzentration beeinträchtigt.

## Anhang 3

### Fragebogen zur Hörsystem-Erprobung

1. Wie alt sind Sie?
  - 18 – 30 Jahre
  - 31 – 50 Jahre
  - 51 – 65 Jahre
2. Welcher geschlechtlichen Identität fühlen Sie sich zugeordnet?
  - männlich
  - weiblich
  - divers
3. Haben Sie früher schon einmal Hörsysteme getestet?
  - ja
  - nein
4. Wenn ja, in welchem Zeitraum war das etwa?
  - in den letzten 6 Monaten
  - in den letzten 12 Monaten
  - in den letzten 3 Jahren
  - vor mehr als 3 Jahren
5. Wie lange konnten Sie in der Kaiserberg-Klinik die Hörsysteme erproben?
  - bis zu 5 Tagen
  - bis zu 10 Tagen
  - bis zu 15 Tagen
  - länger als 15 Tage
6. Wie lange haben Sie die Hörsysteme durchschnittlich pro Tag getragen?
  - 0 Stunden
  - weniger als 4 Stunden
  - weniger als 8 Stunden
  - weniger als 12 Stunden
  - mehr als 12 Stunden
7. War der Klang der Hörsysteme nach den ersten paar Tagen Eingewöhnungszeit angenehm?
  - ja
  - nein

8. Haben Sie mit den Hörsystemen viele Umgebungsgeräusche gehört, die Sie vorher nicht mehr wahrgenommen haben?
- ja
  - nein

9. Das Sprachverstehen mit den Hörsystemen ist

im Zweiergespräch	im Gruppengespräch	im Störlärm
<input type="radio"/> besser	<input type="radio"/> besser	<input type="radio"/> besser
<input type="radio"/> etwas besser	<input type="radio"/> etwas besser	<input type="radio"/> etwas besser
<input type="radio"/> gleichbleibend	<input type="radio"/> gleichbleibend	<input type="radio"/> gleichbleibend
<input type="radio"/> etwas schlechter	<input type="radio"/> etwas schlechter	<input type="radio"/> etwas schlechter
<input type="radio"/> schlechter	<input type="radio"/> schlechter	<input type="radio"/> schlechter

10. **Beim Tragen** der Hörsysteme ist der Tinnitus

- überwiegend gar nicht mehr wahrnehmbar
- überwiegend leiser geworden
- überwiegend gleich geblieben
- überwiegend lauter geworden

11. **Direkt nach dem Tragen** der Hörsysteme ist der Tinnitus

- überwiegend gar nicht mehr wahrnehmbar
- überwiegend leiser geworden
- überwiegend gleich geblieben
- überwiegend lauter geworden

12. **Ca. 1 Stunde nach dem Tragen** der Hörsysteme ist der Tinnitus

- überwiegend gar nicht mehr wahrnehmbar
- überwiegend leiser geworden
- überwiegend gleich geblieben
- überwiegend lauter geworden

13. Streben Sie eine Hörsystem-Versorgung nach der Reha an?

- ja
- nein

14. Wenn nein, warum nicht?

---



---



---



---