

Aus der Klinik für Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde
der Medizinischen Fakultät Charité - Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

Einfluss einer Cochlea Implantat-Versorgung auf Sprachverstehen, Lebensqualität
und Tinnitus
- Ergebnisse einer prospektiven Studie

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité - Universitätsmedizin Berlin

von

Sandra Schumpa

aus Kitzingen

Datum der Promotion: 30.05.2015

Inhaltsverzeichnis

1. Abstrakt	4
2. Abstract	5
3. Einleitung	6
3.1. Auswirkungen der Schwerhörigkeit	6
3.2. Cochlea Implantation	10
3.3. Gegenwärtiger Stand der Forschung	12
3.3.1. Folgen der CI-Versorgung	13
3.3.2. Einflussfaktoren auf den Therapieerfolg	16
4. Zielstellung	19
5. Patienten und Methoden	20
5.1. Patienten	20
5.2. Methoden	20
5.2.1. Audiometrische Untersuchungen	20
5.2.2. Fragebögen	24
5.2.2.1. Subjektive Bewertung des Hörvermögens und des Tinnitus	24
5.2.2.2. Bewertung der Lebensqualität	27
5.2.2.3. Psychometrische Fragebögen	30
5.2.3. Statistische Auswertung	34
6. Ergebnisse	35
6.1. Beschreibung der Patientenkohorte	35
6.1.1. Altersverteilung	35
6.1.2. Ertaubungsdauer	35
6.1.3. Lebenszeit in Taubheit	35
6.2. Ergebnisse der audiometrischen Untersuchungen	35
6.3. Ergebnisse der Fragebögen	36

6.3.1. OI-R: Veränderungen nach Cochlea Implantation.....	36
6.3.2. TF: Veränderungen nach Cochlea Implantation	37
6.3.3. Klinikeigener Tinnitusbogen: Veränderungen nach Cochlea Implantation.....	40
6.3.4. NCIQ: Veränderungen nach Cochlea Implantation	42
6.3.5. SF-36: Veränderungen nach Cochlea Implantation	43
6.3.6. PSQ: Veränderungen nach Cochlea Implantation.....	44
6.3.7. Brief-COPE: Veränderungen nach Cochlea Implantation	45
6.3.8. ADS-L: Veränderungen nach Cochlea Implantation	46
6.3.9. GAD-7: Veränderungen nach Cochlea Implantation	47
6.3.10. Patientenzufriedenheit und Tragedauer.....	47
6.4. Zusammenhänge zwischen Lebensqualität, depressiver Symptomatik, Bewältigungsstrategien, Tinnituswahrnehmung, subjektiver Hörverbesserung, Stress- und Angsterleben.....	48
6.4.1. Korrelation zwischen hörspezifischer und allgemeiner Lebensqualität.....	48
6.4.2. Korrelation zwischen Lebensqualität und Stressbelastung	49
6.4.3. Korrelation zwischen Lebensqualität und Stressbewältigungsstrategien.....	51
6.4.4. Korrelation zwischen Lebensqualität und depressiver Symptomatik	53
6.4.5. Korrelation zwischen Lebensqualität und Angstsymptomatik.....	54
6.4.6. Korrelation zwischen Lebensqualität und subjektiv empfundener Hörleistung	55
6.4.7. Korrelation zwischen Lebensqualität und Tinnituswahrnehmung.....	56
6.4.8. Korrelation zwischen Tinnituswahrnehmung und Stressbelastung	57
6.4.9. Korrelation zwischen Tinnituswahrnehmung, Depressions- und Angstsymptomatik	57
6.4.10. Korrelation zwischen Tinnitusbelastung und subjektiv empfundener Hörleistung ..	58
6.5. Bedeutung demographischer Daten für den Therapieerfolg	58
6.5.1. Bedeutung des Lebensalters	59
6.5.2. Bedeutung der Ertaubungsdauer	60
6.5.3. Bedeutung der audiometrischen Ergebnisse für die Gesamtzufriedenheit.....	61
7. Diskussion	62

7.1. Diskussion der Ergebnisse	62
7.1.1. Ergebnisse der Patientenkohorte	62
7.1.1.1. Veränderungen in der Hörleistung	63
7.1.1.2. Veränderungen in der Tinnitusbelastung und -lautheit	64
7.1.1.3. Veränderungen der gesundheitsbezogenen Lebensqualität.....	68
7.1.1.4. Veränderungen der subjektiven Stressbelastung.....	71
7.1.1.5. Veränderungen in der Anwendung von Bewältigungsstrategien	72
7.1.1.6. Veränderungen von Depressions- und Angstsymptomen	72
7.1.2. Zusammenhänge zwischen der HRQOL, Tinnitus und psychometrischen Daten	73
7.1.2.1. Zusammenhang zwischen der hörspezifischen und der allgemeinen HRQOL.....	73
7.1.2.2. Zusammenhang zwischen der hörspezifischen HRQOL, der Stressbelastung und den Bewältigungsstrategien.....	74
7.1.2.3. Zusammenhang zwischen der hörspezifischen HRQOL, der Depressions- und Angstsymptomatik	74
7.1.2.4. Zusammenhang zwischen der hörspezifischen HRQOL und der subjektiv empfundene Hörleistung	75
7.1.2.5. Zusammenhang zwischen hörspezifischer HRQOL und Tinnitusbelastung.....	75
7.1.2.6. Zusammenhang zwischen der Tinnitus- und der Stressbelastung.....	76
7.1.2.7. Zusammenhang zwischen der Tinnitusbelastung, der Depressions- und Angstsymptomatik	77
7.1.2.8. Zusammenhang zwischen der Tinnitusbelastung und der subjektiv empfundenen Hörleistung	78
7.1.3. Einfluss demographischer Faktoren auf den Therapieerfolg	78
7.2. Diskussion der Methodik	81
8. Literatur	87
9. Tabellenverzeichnis.....	100
Lebenslauf	102
Danksagung	103

1. Abstrakt

Eine Ertaubung kann neben einer verminderten Lebensqualität zu psychischen Komorbiditäten führen. Neben den psychischen Folgen des Hörverlustes leiden die Patienten häufig unter Tinnitus, der zu weiterer Progredienz einer psychischen Komorbidität und einer herabgesetzten Lebensqualität führen kann.

Ziel dieser prospektiven Arbeit war es, komplexe Veränderungen sechs Monate nach einer CI-Versorgung bei postlingual Ertaubten mittels validierter, krankheitsspezifischer und generischer Messinstrumente zu erfassen. Zur Beurteilung des postoperativen Sprachverstehens wurden etablierte Hörtests mit und ohne Störschall durchgeführt: *Freiburger Einsilbertest*, *HSM-* und *Oldenburger Satztest*. Zur Erfassung der Lebensqualität wurden der *NCIQ* und der *SF-36* verwendet. Stressbelastung und Bewältigungsstrategien wurden mittels *PSQ* und dem *Brief-COPE* abgefragt. Mittels *ADS-L* und *GAD-7* wurden Daten über Depressions- und Angstsymptome aufgenommen. Mit dem *TF* nach *Goebel* und *Hiller* und dem klinikeigenen Tinnitusbogen wurden Tinnitusbelastung und -lautstärke aufgenommen. Das subjektiv empfundene Hörvermögen wurde durch das *OI* bestimmt. Außerdem wurde untersucht, welche Auswirkungen gesundheitsspezifische Lebensqualität und Tinnitusbelastung auf die untersuchten Parameter ausüben. Zudem wurde der Einfluss demographischer Daten auf den Behandlungserfolg untersucht.

In diese prospektive Studie wurden 81 postlingual ertaubte Erwachsene eingeschlossen, welche im Zeitraum 2009 bis 2011 unilateral versorgt wurden.

Sechs Monate nach der CI-Versorgung zeigte sich in der Gesamtkohorte signifikante Verbesserungen in Sprachverstehens, Tinnitusbelastung, hörspezifischer Lebensqualität und psychischer Gesundheit. Postoperativ nahmen Unterstützung suchende Bewältigungsstrategien sowie Stress-, Depressions- und Angstsymptomatik signifikant ab.

In der Korrelationsanalyse zeigte sich prä- und postoperativ ein signifikanter Einfluss der HRQOL auf Stresserleben, Coping, Depression und subjektiv beurteiltes Hören. Die Tinnitusbelastung korrelierte zu beiden Zeitpunkten signifikant mit der subjektiv beurteilten Hörleistung.

Das Lebensalter zeigte sich im Gegensatz zur Ertaubungsdauer als signifikanter Einflussfaktor auf den Therapieerfolg.

Die vorliegende Studie trägt dazu bei, die komplexen Einflüsse einer Cochlea Implantation zu erfassen. Sie verdeutlicht, welche Beeinträchtigungen die CI-Kandidaten vor der Versorgung erfahren und zeigt signifikante Verbesserungen in den untersuchten Parametern auf.

2. Abstract

In addition to a decreased quality of life, deafness can induce other mental comorbidities. In addition to psychological consequences of hearing loss, patients often suffer from tinnitus distress, which potentially leads to gradual progression of psychological comorbidity and to reduced quality of life.

This prospective study detects complex changes of postlingually deafened adults six months after cochlear implantation by means of validated, disease-specific and generic instruments. Speech comprehension was examined with the aid of validated speech perception tests, performed in silence and noisiness, namely *Freiburg monosyllable test*, *HSM-* and *Oldenburger sentence test*. Quality of life was evaluated through *NCIQ* and the *SF-36*. Stress and coping strategies were analyzed by the *PSQ* and the *Brief-COPE*. In order to identify depressive symptoms and anxiety the *CES-D* and the *GAD-7 scale* came to use. Tinnitus annoyance and loudness were proven with *TQ* by *Goebel* and *Hiller* and another questionnaire, developed for this study by our cochlear implant group. The subjective assessment of hearing ability was determined by the *OI*. In addition, we investigated the impact of health-related quality of life and tinnitus annoyance on examined parameters. Furthermore, we evaluated the influence of demographic parameters on the outcome of cochlear implantation.

In this prospective research 81 postlingually deafened adults, which were implanted at the ENT Department of Charité from 2009 to 2011, have been examined.

Six months after surgery, significant improvements in speech comprehension, tinnitus annoyance, disease-specific quality of life and mental health have been visible. After cochlear implantation, patient's stress level was significantly lower. A significant decrease in support-seeking coping strategies as well as depression and anxiety symptoms were recorded.

The correlation analysis showed pre- and post-CI a significant impact of changes in quality of life on stress, coping, depression, and subjective assessment of hearing ability. At both time points significant correlations between tinnitus and assessment of hearing ability were recorded.

In contrast to duration of deafness, patient's age played a significant role in treatment outcome.

The present study identifies diverse influences in terms of cochlea implantation. Before cochlear implantation, CI-candidate's impairments are illustrated and significant improvements in examined parameters are verified.

3. Einleitung

Nach Angaben der *Weltgesundheitsorganisation WHO* leiden 250 Millionen Menschen weltweit an einer mittelschweren bis schweren oder höhergradigen Hörminderung (1). In Deutschland zählt die Schwerhörigkeit zu den häufigsten chronischen Erkrankungen (2). Im Jahr 2009 litten nach Angaben des statistischen Bundesamtes 279535 Bundesbürger an einer Schwerhörigkeit oder einer Ertaubung, die als Schwerbehinderung eingestuft werden konnte.

Nach einer Untersuchung von elf deutschen Allgemeinmedizinpraxen hatten 2001 etwa 19 % der Gesamtbevölkerung über 14 Jahre kein normales Hörvermögen mehr. Bei einer Bevölkerungsanzahl von 70 Millionen, sind 13,3 Millionen Personen betroffen. Hierbei nimmt der Prozentsatz der Hörgeschädigten mit zunehmendem Alter zu. Waren nur 1 % der 14- bis 19-Jährigen von einer Hörminderung betroffen, waren es bei den über 70-Jährigen schon 54 % (3).

3.1. Auswirkungen der Schwerhörigkeit

Schwerhörigkeit gehört zu den häufigsten chronischen Erkrankungen und führt zu bedeutenden gesundheitlichen Folgen. Hierbei müssen die Auswirkungen eines schwerwiegenden postlingualen Hörverlustes unter dem Aspekt gesehen werden, dass dem Hören eine symbolische Funktion, wie zum Beispiel Sprache und Kommunikation zugeschrieben werden kann. Die Fähigkeit zu Hören bereitet dem Einzelnen ein Gefühl der Sicherheit und der Beruhigung. Menschen mit Kommunikationsstörungen haben zum Beispiel ein erhebliches Risiko der Unterbeschäftigung und eine verminderte Lebensqualität (4). Die Lebensqualität spiegelt einen breit gefächerten Messparameter wider, um Wohlbefinden auf verschiedenen Gebieten zu messen. Sie stellt ein soziales Konstrukt dar und ist stark individualisiert (5).

Eine Arbeitsgruppe der Weltgesundheitsorganisation (*World Health Organization (WHO)*) gab inhaltlich folgende Definition von Lebensqualität an: Lebensqualität ist die individuelle Wahrnehmung der Position im Leben im Kontext zu kulturellen Einflüssen und bestehenden Wertsystemen. Die Lebensqualität hat einen Bezug auf die Ziele, Erwartungen, Standards und Anliegen des Individuums. Sie spiegelt ein vielschichtiges Konzept wider, das in komplexer Weise von der körperlichen Gesundheit, der psychischen Verfassung, der Unabhängigkeit, den sozialen Beziehungen und den Umwelteinflüssen abhängt (6).

Die Beziehungen zwischen einem höhergradigen Hörverlust und einer verminderten Lebensqualität konnten hierbei in zahlreichen Studien bestätigt werden (7-14). Neben einer verminderten

Lebensqualität kann eine erworbene Ertaubung zu weiteren Beeinträchtigungen des psychischen Gesundheitszustandes führen. Aus der Literatur ist bekannt, dass es eine Verbindung zwischen erworbenem Hörverlust und psychischen Erkrankungen gibt (15, 16). *Thomas* beschreibt den Zusammenhang zwischen erworbener Taubheit und psychischen Störungen (16). Hörbehinderte erfahren, im Vergleich zu Normalhörenden, verstärkt kommunikative, soziale und psychische Probleme. Diese zusätzlichen Schwierigkeiten können das Risiko, an einem psychischen Leiden zu erkranken, erhöhen (17).

Durch das verminderte Kommunikationsvermögen leiden schwerhörige Personen gehäuft unter Traurigkeit, sozialer Isolation und Unsicherheit. Im Vergleich zu Hörgesunden gehen sie weniger sozialen Beziehungen und Aktivitäten nach (18). In einem Review wurde der Zusammenhang zwischen Depression und Hörverlust thematisiert. Es wurden jedoch unklare Beziehungen zwischen einer Schwerhörigkeit und einer paranoiden Erkrankung, einem krankhaften Persönlichkeitsprofil und einer Demenz festgestellt (15). *Saito et al.* konnten in ihrer schwerhörigen Patientenkohorte feststellen, dass eine hohe subjektiv empfundene Hörbeeinträchtigung, gemessen anhand des *Hearing Handycap Inventory for the Elderly*, ein eindeutiger Prädiktor ist in Zukunft an einer Depression zu leiden (19).

Hörbehinderte Personen erfahren aufgrund ihres Hörverlustes zahlreiche kommunikative, soziale und psychische Probleme. Diese zusätzlichen Schwierigkeiten können das Risiko an psychischen Leiden, wie an einer Angststörung zu erkranken, erhöhen (17). Eine Angsterkrankung ist durch extreme Sorgen, Spannungen und Ängstlichkeit charakterisiert und kann nur schwer unter Kontrolle gebracht werden. Die Angststörung zählt zu den häufigsten psychiatrischen Krankheiten (20). Sie hat erheblichen Einfluss auf die Lebensqualität sowie die tägliche soziale und berufliche Funktionsfähigkeit der Patienten (20, 21). Infolgedessen stellt diese Störung eine wirtschaftliche Belastung für die Gesellschaft dar. Zudem ist sie häufig Wegbereiter für andere psychiatrische Erkrankungen wie Panikstörungen, Depressionen, psychosomatische und bipolare Störungen sowie Drogen- und Alkoholabhängigkeit (22).

Häufig leiden die Patienten neben den psychischen Folgen des Hörverlustes auch unter Tinnitus, der Wahrnehmung eines Phantom-Geräusches, als häufige Begleiterscheinung bei einer Schädigung des Hörsystems. Schwerhörigkeit stellt hierbei die Hauptursache von Ohrgeräuschen dar. Diese sind in vielen Fällen für die Hörgeschädigten ebenso belastend, in manchen Fällen sogar viel belastender als die Schwerhörigkeit selbst (23).

Der subjektive Klang der Geräusche unterscheidet sich von Individuum zu Individuum und wird oft als Rauschen, Pfeifen, Zischen, Summen, Klingeln oder Brummen beschrieben. Chronischer Tinnitus hat eine Prävalenz von 6-10 % in der erwachsenen Bevölkerung (24). Schwerer Tinnitus ist fast immer ein Hinweis auf Schwerhörigkeit, wobei die Hauptfrequenz des Tinnitus im Allgemeinen der Frequenz des stärksten Hörverlustes entspricht. Dies betrifft häufig die hohen Frequenzen (25). Trotz der beschriebenen Beziehung zwischen peripherem Hörverlust und Tinnitus geht Hörverlust nicht zwangsläufig mit einem Tinnitus einher (26).

Nach *Spoendlin* liegt die Inzidenz von Tinnitus bei Hörstürzen bei etwa 50 %, bei akutem Lärmtrauma bei bis zu 100 %, bei chronischem Lärmschaden zwischen 50 und 90 %, bei toxischen Schäden zwischen 30 und 90 % und bei *Presbyakusis* bei circa 70 % (27). *Baguley et Atlas* stellten in ihrem Review unter Berücksichtigung 18 relevanter Studien eine durchschnittliche Tinnitus-Prävalenz von 80 % bei den Cochlea Implantat (CI)-Kandidaten fest (26).

Zenner ordnet den Tinnitus anhand funktioneller und anatomischer Aspekte in verschiedene Typen ein. Verfolgt man die Schallperzeption treffen die akustischen Stimuli über die Verstärkung des Mittelohrs auf das Innenohr. Der Schall wird durch die äußeren Haarzellen (*Motor des Innenohrverstärkers*) verstärkt. Anschließend wird die besser charakterisierte Schwingung mittels *mechanoelektrischer Transduktion* der inneren Haarzellen in ein elektrisches Signal umgewandelt und danach durch *Transformation* an den Synapsen auf die afferenten Hörnervenfaser weitergeleitet. Der Hörnerv leitet die Signale weiter an den Hirnstamm. Anhand dieses Ablaufs unterscheidet *Zenner* den *Schallleitungstinnitus*, den *sensorineuralen cochleären Tinnitus* (*Motortinnitus*(Typ I), *Transduktionstinnitus* (Typ II), *Transformationstinnitus* (Typ III)), den *extrasensorischen Tinnitus*, durch die Insuffizienz der Striae vascularis bedingt (Typ IV) sowie den *zentralen Tinnitus*. Bei CI-Kandidaten sind meist die äußeren und zu einem großen Teil auch die inneren Haarzellen defekt. Bei dieser Patientengruppe handelt es sich daher am wahrscheinlichsten um einen Transformationstinnitus (Typ III) oder / und um einen zentralen bzw. zentralisierten Tinnitus (28, 29).

Bei der Tinnituserstehung sind sowohl periphere, wie innere/äußere Haarzellen und Spiralganglien, als auch zentrale Strukturen, wie Nuclei cochleares dorsalis/ventralis, Colliculus inferior, oberer Olivenkomplex, Corpus geniculatum mediale und primärer/sekundärer Cortex von Bedeutung. Hierbei wird angenommen, dass der Tinnitus durch eine Dysbalance zwischen exzitatorischen und inhibitorischen Aktivitäten von peripheren und zentralen Schaltstellen induziert und forciert wird (30). Die erhöhte neuronale spontane Aktivität, welche als Ton

wahrgenommen wird, ist als Folge zentraler Verstärkungs- und Anpassungsmechanismen bei reduziertem peripheren Input zu sehen (31).

Eggermont untersuchte in einer Übersichtsarbeit den Einfluss von akustischer Stimulation auf die Organisation und Entwicklung des auditorischen Cortexes. In diese Arbeit gingen Studien mit Katzen sowie mit Erwachsenen und Kindern ein. Im Cortex normalhörender Katzen fand man eindeutig organisierte tonotope Karten. Hierbei hatte jede Frequenz einen spezifischen Platz im primären auditorischen Cortex. Bei einem Lärmtrauma (plötzlicher Hörverlust) kommt es neben einer Apoptose, die vor allem die äußeren Haarzellen betrifft, auch zu einer massiven reversiblen Ausschüttung von Glutamat. Dies löst bei den inneren Haarzellen eine Calciumfreisetzung aus und blockiert die Synapsen zwischen Neurit und innerer Haarzelle. Findet keine Erholung statt, kommt es zu einem Hörverlust in den geschädigten hohen Frequenzen. Folge ist eine Reorganisation im Cortex, wodurch bei fehlender lateraler Inhibition die Eck- und Randfrequenzen des Hörverlustes repräsentant werden (32). Hierbei entstehen maladaptive Muster, die zu Hyperakusis und Tinnitus führen können (33). Einer derartigen Reorganisation kann mittels akustischer Stimulation und Verstärkung der fehlenden Frequenzen entgegengewirkt werden. Dies wurde bei den Katzen durch kontinuierliche akustische Anreicherung erzielt. Beim Menschen wurden ähnliche Ergebnisse durch Cochlea Implantate oder Hörgeräte erreicht (32).

Nicht nur der Hörverlust, sondern auch der Tinnitus kann eine psychische Störung, wie affektive, Angst- und somatoforme Störungen auslösen (34). Bei der Einstufung des Tinnitus sollte sowohl das Ausmaß der Tinnituslautstärke als auch der Tinnitusbelastung berücksichtigt werden.

Hierbei ist der Zusammenhang zwischen beiden Variablen noch nicht ausreichend erklärt. Es scheint zwar eine Korrelation zwischen Tinnituslautheit und -belastung zu geben, jedoch können Kliniker des Öfteren beobachten, dass laute Ohrgeräusche zum Teil keinen Einfluss auf die psychosoziale Funktion und das Wohlbefinden bewirken und ein leiser Tinnitus wiederum zu starken Einbußen bei den Patienten führen kann (35).

Tinnitus gilt als kompensiert, wenn die Geräusche zwar registriert werden, aber kein Leidensdruck von ihnen ausgeht, oder die Geräusche nur unter bestimmten Bedingungen, wie Ruhe, Stress oder körperlicher Anstrengung zur Beeinträchtigung des Individuums führen. Ein dekompensierter Tinnitus hat nicht selten immense Auswirkungen auf alle Lebensbereiche und kann die Entwicklung sekundärer Symptome wie Konzentrationsschwierigkeiten, Angststörungen, Depressionen, Einschlaf- und Durchschlafstörungen einleiten (34).

Korrelationen zwischen Ohrgeräuschen und einer Stressbelastung wurden in verschiedenen Studien untersucht (36, 37). Der Tinnitus wurde hierbei nicht nur als stressbedingt angesehen, sondern auch als andauernder unkontrollierbarer Stressor beurteilt. Stress, Erschöpfung und Konfliktsituationen könnten zu einer intensivierten Wahrnehmung der Geräusche führen und einen negativen Einfluss auf deren Weiterverarbeitung haben (Circulus vitiosus). Zum Zeitpunkt der Geräuschestehung treten häufig Schlafstörungen, Angstsymptome, subjektiv geringe Lebensqualität und emotionaler Stress auf. Folglich können sie als mögliche Prädiktoren für einen Tinnitus-bedingten emotionalen Stress gesehen werden (38).

Das Hauptproblem bei Patienten mit dekompensiertem Tinnitus sind Schlafstörungen. Weitere Folgen von Ohrgeräuschen sind berufliche Einschränkungen, Depressionen, eine Vielzahl von Phobien, Angst- / Konzentrationsstörungen und im Extremfall Suizid. Demnach reduziert ein dekompensierter Tinnitus die Lebensqualität erheblich. Etwa 30 von 100 Erwachsenen haben Tinnitus, während etwa ein bis fünf Personen von 100 an Tinnitus leiden und ärztliche Hilfe in Anspruch nehmen (39, 40). Auf diese Weise hat Tinnitus in der westlichen Welt einen großen Einfluss auf die Wirtschaftskraft (41).

Stobik et al. konnten in ihrer Patientenkohorte besonders enge Korrelationen zwischen Tinnitus und dem Auftreten von Herz-Kreislaufkrankungen und Hypoakusis finden. Patienten mit dekompensiertem Tinnitus litten unter ausgeprägter sozialer Beeinträchtigung, waren anfälliger für Depressionen und verwendeten weniger effektive Techniken, um mit ihrer Krankheit fertig zu werden. Sie zeigten einen höheren Grad an somatischer Multimorbidität (34). *Marciano et al.* zeigten in ihrer Studie, dass 77 % der Tinnitus-Patienten die Kriterien mindestens einer psychischen Störung nach *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM)-IV* erfüllten. Zudem wiesen die Studienteilnehmer erhöhte Werte in den *Minnesota Multiphasic Personality Inventory Depression, Hysterie* und *Hypochondrie* Skalen auf (42).

3.2. Cochlea Implantation

Die Schallempfindungsschwerhörigkeit wird durch sensorineurale Defekte verursacht. Ursächlich hierfür ist oft ein Untergang cochleärer Haarzellen, wodurch die Cochlea die Fähigkeit verliert Sound-Vibrationen zu Nervenimpulsen umzuwandeln. Diese Art von Hörverlust ist gewöhnlich irreversibel und wurde mit rehabilitativen Maßnahmen, wie Hörgeräteversorgung, Lernen von Zeichensprache und Sprachtherapie behandelt (43).

Bisher kann die cochleäre Funktionsfähigkeit weder medikamentös noch operativ wiederhergestellt werden. Die Wiederherstellung eines physiologischen Hörvermögens ist zwar Bestandteil experimenteller Forschungen, jedoch erfolgt derzeit keine klinische Anwendung (44, 45). Zum jetzigen Zeitpunkt ist die Cochlea Implantat-Versorgung die einzige Methode schwer ertaubten Personen mit intakten Hörnerven Hörinformationen zu vermitteln (46). Mit einem CI kann die defekte Hörschnecke umgangen werden.

Ein Cochlea Implantat besteht aus drei Komponenten: einer externen Komponente sowie zwei inneren Komponenten, die chirurgisch eingesetzt werden. Mikrofon, Sprachprozessor und Sendespule werden außen getragen. Der Sprachprozessor konvertiert akustische Signale in elektrische Impulse. Diese Impulse werden zu den internen Komponenten, Antenne und Elektroden geleitet, worüber es dann zur Stimulation des Hörnervs kommt (43). Wie bei konventionellen Hörgeräten muss ein CI sorgfältig angepasst werden, um mit dem Hörvermögen des individuellen Patienten zusammenzupassen. CI-Empfänger waren lange Zeit vor der Implantation ertaubt, womit ein atypisches Signal an das Gehirn weitergeleitet wird. Somit ist es wahrscheinlich, dass ein stärkeres Wiedererlernen des Hörens nötig ist als bei der Hörgeräteversorgung. Zudem wird durch das Implantat ein inkomplettes Sprachsignal übermittelt, welches ungewohnt klingt. CI-Empfänger benötigen eine gewisse Lernzeit, um diese neuen Signale zu deuten (47).

Die Entwicklung von Cochlea Implantaten kann mindestens 200 Jahre, bis zu dem italienischen Wissenschaftler *Alessandro Volta*, dem Erfinder der Batterie, zurückverfolgt werden. Im Jahr 1800 benutzte er seine Batterie als Forschungsobjekt und konnte zeigen, dass eine direkte elektrische Stimulation akustische, visuelle, olfaktorische und den Tastsinn betreffende Sinnesempfindungen auslösen kann. Beim Einsetzen einer der beiden Enden einer 50 Volt Batterie in dessen Ohren konnte er ein Geräusch vernehmen (48, 49).

Zur ersten Studie mit Studienteilnehmern kam es jedoch erst 1974 durch *W. House* (49). Der kommerzielle Nutzen eines Cochlea Implantats begann 1984 mit dem *House-3M* Einfachelektroden Implantat, welches durch die *Food and Drug Administration (FDA)* zugelassen wurde und von mehreren hundert Patienten genutzt wurde (50). Seit den späten 80er Jahren gehört die CI-Versorgung zu den Standardverfahren der Rehabilitation und Habilitation hochgradig schwerhöriger und tauber Patienten (51). In den frühen Tagen hoffte man darauf, den CI-Empfänger ein Gefühl des Sounderlebens zu geben und die Fähigkeit Umgebungsgeräusche zu hören (52). Mit der technologischen Weiterentwicklung wurde die Fähigkeit mit dem Implantat Sprache zu verstehen real und eine Vielzahl von Studien konzentrierten sich auf das Sprachverstehen als Outcome Parameter (53, 54).

Durch neue Implantat- und Operationstechniken erreichen die Patienten innerhalb kürzester Zeit ein offenes Sprachverständnis, d. h. ein allein mit Hilfe des Sprachprozessors erreichtes Hörvermögen, wodurch selbst Telefonieren wieder möglich wird. Oftmals ist eine Verständigung auch bei lauten Hintergrundgeräuschen möglich und Musik kann wieder als Genuss empfunden werden (55). Durch diese Errungenschaften erweiterten sich auch die Indikationen zu CI-Versorgung stetig. Wurden früher lediglich Patienten operiert, die postlingual beidseitig ertaubt oder an Taubheit grenzend schwerhörig waren, werden heute beispielsweise auch unilateral ertaubte bei schwerwiegendem Tinnitus sowie prälingual ertaubte Erwachsene versorgt (56, 57). Der derzeitige Trend zum Restgehörerhalt und elektroakustische Stimulation durch minimal invasive Chirurgie ist ein weiteres Beispiel dafür, wie Kriterien für solche hörrehabilitative Maßnahmen immer wieder erweitert werden (58).

Die aktuellen Leitlinien der *deutschen Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie* enthalten folgende Kriterien hinsichtlich einer geeigneten CI-Versorgung: postlingual ertaubte und resthörige Kinder, Jugendliche und Erwachsene; prälingual taube Erwachsene; prälingual taube sowie perilingual ertaubte und resthörige Kinder mit limitiertem Benefit von einer Hörgeräteversorgung; Möglichkeit der Durchführbarkeit einer hörspezifischen Rehabilitation; ein operativ zugängliches cochleäres Lumen; ein funktionsfähiger Hörnerv mit nachfolgender nicht geschädigter Hörbahn sowie nicht-operative Kontraindikationen (59).

In der aktuellen Studie wurden postlingual beidseits ertaubte Erwachsene eingeschlossen, welche präoperativ keinen Nutzen von einer Hörgeräteversorgung erlangt hatten. Hierbei lag die Indikationsgrenze zur Operation bei einer 40-%igen oder geringeren Sprachverständlichkeit im Freiburger Einsilbertest bei eingeschalteten Hörgeräten.

3.3. Gegenwärtiger Stand der Forschung

Seit den 1980er Jahren wurden hochgradig schwerhörige und ertaubte Patienten regelmäßig mit Cochlea Implantaten versorgt. Im Rahmen der stetigen Weiterentwicklung von Implantaten und Operationstechniken sowie der Weitung der Indikationskriterien wurden das Hören und das Sprachverständnis von CI-versorgten Patienten in einer Vielzahl von Studien untersucht. Hierbei wurde der positive Nutzen zahlreich bestätigt (47, 50, 53, 57).

Sprachaudiometrische Messungen stellen wichtige Indikatoren des Behandlungserfolges einer Cochlea Implantation dar. Jedoch erfasst die Audiometrie nicht alle Schwierigkeiten, die schwerhörige Patienten im Alltag erfahren. Da in den letzten Jahren das subjektive Wohlbefin-

den neben quantitativ messbaren Effekten als signifikantes Gesundheits-Outcome-Maß zugezogen hat, beschäftigte sich eine Vielzahl von Studien mit der Patientenzufriedenheit sowie den Verbesserungen der Lebensqualität, des Tinnitus und des psychischen Gesundheitszustandes nach einer CI-Versorgung (10, 11, 23, 60-62).

Durch zunehmende Kritik an offenen Fragebogeninventaren, welche sich nur unzureichend dazu eignen Verlaufskontrollen durchzuführen und eingeschränktes Informationspotential besitzen sowie durch die Forderung nach besserer Vergleichbarkeit zwischen den einzelnen Studien, kamen in den letzten Jahren zunehmend validierte Messinstrumente zum Einsatz. Die Entwicklung validierter krankheitsspezifischer und generischer Fragebögen zielte darauf ab, eine bessere klinische Relevanz bei der Bestimmung des körperlichen und psychischen Gesundheitszustandes, des Wohlbefindens und der Zufriedenheit zu erlangen (62-68).

3.3.1. Folgen der CI-Versorgung

Der über die auditiven Verbesserungen hinausgehende Gewinn an Lebensqualität wurde vielfach bestätigt (10, 11, 61, 62, 69, 70). Die Kernaussage von der Studie von *Hallberg* et al. war, dass die Patienten nach der CI-Versorgung *zurück ins Leben kommen*. Der Erfolg der Cochlea Implantation wurde hierbei eher psychologischen und existenziellen Dimensionen als dem Sprachverstehen und der Kommunikationsfähigkeit zugeordnet. Die CI-Empfänger erfuhren ein gesteigertes Harmonieempfinden und nahmen sich verstärkt als aktiver Teilnehmer ihrer Umwelt war. Das Cochlea Implantat vereinfachte ihr Leben in vielen Bereichen. Es ermöglichte eine aktive Teilnahme an der Gesellschaft und erleichterte ihr Arbeitsleben. Nach *Hallberg* et al. führte eine CI-Versorgung zu einer erhöhten Zuversicht, gehobener Selbstachtung und einem wachsenden Selbstwertgefühl (4).

Mo et al. stellten im Zuge der CI-Versorgung bei ihren Studienteilnehmern eine statistisch signifikante Verbesserung der Kommunikationsfähigkeit fest. Hierbei kamen der weltweit am häufigsten verwendete Fragebogen zur Beurteilung der allgemeinen gesundheitsbezogenen Lebensqualität, der *Medical Outcome Study Short Form 36 Health Survey (SF-36)* sowie zwei weitere krankheitsspezifische Fragebögen zum Einsatz. Die Studienteilnehmer zeigten sich weniger isoliert, hatten vermindert das Gefühl eine Last zu sein und gaben weniger Beziehungsprobleme zu ihren Nächsten und Freunden an (6, 71).

Dies sind nach der Definition von der *WHO* wichtige Aspekte der Lebensqualität, die *körperliche Gesundheit, psychische Verfassung, Grad der Unabhängigkeit, soziale Beziehungen*, und die

Beziehungen zur Umwelt als wichtige Faktoren nennt (6). Auch *Lassaletta et al.* stellten mit Hilfe eines krankheitsspezifischen Fragebogens, dem *Glasgow Benefit Inventory (GBI)*, der zur Beurteilung des Behandlungserfolges nach otolaryngologischen Maßnahmen entwickelt wurde, neben Verbesserungen des Sprachverstehens Verbesserungen in physischen und sozialen Aspekten der Lebensqualität der CI-Empfänger fest (70).

Im Jahr 2000 wurde von *Hinderink et al.* der *Nijmegen Cochlear Implant Questionnaire (NCIQ)* vorgestellt. Hierbei handelt es sich um ein psychometrisches, validiertes Messinstrument, welches klinische Veränderungen in psychischen, physischen und sozialen Bereichen der Lebensqualität bei Patienten nach einer CI-Versorgung erfasst (62). Seit Einführung dieses Fragebogens konnten in verschiedenen Arbeiten signifikante Zusammenhänge zwischen den Werten des *Nijmegen Cochlear Implant Questionnaires* und den audiometrischen Messergebnissen festgestellt werden. So wurde mehrfach angenommen, dass der Gewinn an der gesundheitsbezogenen Lebensqualität durch das gehobene Sprachverstehen verursacht wurde (8, 10, 61).

Schon *Knutson et al.* legten nahe, dass die durch die CI-Versorgung verbesserte Hörsituation positive psychologische Auswirkungen auf andere Lebensbereiche haben könnte (72). Es konnte jedoch nicht in allen Fällen ein signifikanter Zusammenhang zwischen Hörvermögen und Lebensqualität nachgewiesen werden (62, 73). Diese ungleichen Beobachtungen zeigen, dass audiometrische Messungen keine ausreichenden Messparameter darstellen, um den Behandlungserfolg einer Cochlea Implantation zu beurteilen. Die zusätzliche Verwendung von Lebensqualitätsmessungen sind unerlässlich, um die Auswirkungen einer CI-Versorgung suffizient zu beurteilen.

Neben den Verbesserungen der Lebensqualität konnten weitere Verbesserungen des psychischen Gesundheitszustandes festgestellt werden (23, 71, 72). In der prospektiven Studie von *Knutson et al.* ergaben sich bei den CI-Empfängern in den 54 untersuchten postoperativen Monaten signifikante Veränderungen in den Skalen *Soziale Introversion* und *Paranoia* des *Minnesota Multiphasic Personality Inventory*s. In der Skala *Depression* ergaben sich nur bei den 9- und 18-Monats-Follow-up-Scores signifikante Unterschiede (72).

In einer weiteren prospektiven Arbeit konnte ein Jahr nach der Cochlea Implantation eine signifikante Abnahme depressiver und ängstlicher Symptome bei den Studienteilnehmern festgestellt werden (71). *Andersson et al.* konnten postoperativ bei einem Patientenkollektiv von 111 CI-Empfängern signifikante Korrelationen zwischen Tinnitus, hörspezifischer Lebensqualität, Depressions- und Angstsymptomatik feststellen (23).

CI-Empfänger bilden eine besondere Untergruppe der Hörgeschädigten innerhalb der Tinnitus-Patienten. Wesentliche Strukturen des Hörens, die inneren und äußeren Haarzellen des Cortiorgans, sind bei ihnen komplett ausgeschaltet. So lässt sich bei diesem Patientenkollektiv der Einfluss elektrischer Stimulation auf den Hörnerven bei defekten Haarzellen prüfen (29).

Der suppressive Effekt eines Cochlea Implantats auf die Tinnitussymptomatik von CI-Empfängern wurde bereits 1976 beschrieben (74). Seitdem wurde der positive Einfluss der CI-Versorgung auf die Ohrgeräusche in der Literatur vielfach bestätigt (26, 75). Teilweise wurden neben der Verbesserung der Ohrgeräusche jedoch auch ein postoperatives Neuauftreten bzw. die Verschlechterung eines vorhandenen Tinnitus beschrieben (26, 29, 60, 76-78).

In der aktuellen Literatur wird zudem untersucht, auf welche Weise ein Cochlea Implantat positive Effekte auf den Tinnitus bewirkt. Hierbei könnte das CI einen akustischen Maskierungseffekt auf den Tinnitus auslösen (79). Durch den Maskierungseffekt kann jedoch der Benefit eines Cochlea Implantats auf den Tinnitus nicht vollständig erklärt werden, da die postoperative Suppression oder Reduzierung des Tinnitus häufig auch ohne ein auditives Input, bei ausgeschaltetem Sprachprozessor, persistiert. Dieses Phänomen wird als residuale Inhibition bezeichnet (80). Zudem bewirkt eine unilaterale Versorgung in den meisten Fällen auch bilaterale positive Effekte auf den Tinnitus (60, 76, 81).

Elektrische Reize werden durch das CI über die Hörschnecke zu den superioren Nuclei olivares geleitet. Durch weitere Efferenzen kommt es zu einer Inhibition der inneren Haarzellen. Die Aktivierung dieser Efferenzen könnte den suppressiven Effekt der CI-Versorgung auf den Tinnitus erklären (82). Neben der Aktivierung von Nervenfasern weisen neuere Arbeiten zur Tinnituspathogenese der Reorganisation der zentralen Hörbahn eine bedeutende Rolle bei der Reduzierung der Ohrgeräusche zu. Dies wird durch die Beobachtung, dass ein Cochlea Implantat einen Effekt auf den kontralateralen Tinnitus haben kann, bestärkt (26, 60, 76, 81).

Experimentell wird auf eine Aktivierung der kontralateralen Hörbahn durch ipsilaterale neuronale Aktivitäten hingewiesen (83). Die direkte elektrische Stimulation könnte einen Kurzzeiteffekt auf die Tinnitus-suppression haben, wohingegen zentrale plastische Modifikationen eine Rolle in der Langzeit- und bilateralen Tinnitusunterdrückung haben könnten (76).

In zwei Studien sollten mittels Positronen-Emissions-Tomographien weitere Informationen zur Tinnituspathogenese erlangt werden. Hierbei wurde verdeutlicht, dass Tinnitus und Residualinhibition in Zusammenhang mit corticalen Netzwerken übergeordneter, auditiver Verarbeitung des Gedächtnisses und der Aufmerksamkeit stehen (80). Zudem konnten Tinnitus-induzierte

Aktivitäten nicht nur im primären auditorischen Cortex und assoziierten Arealen, sondern auch in ZNS-Bereichen, die mit Emotionen (limbisches System) und Aufmerksamkeit (dorsolateraler präfrontaler Cortex) assoziiert sind, aufgezeigt werden (84). Des Weiteren wird die Aufmerksamkeit nach einer CI-Versorgung vom Tinnitus weg und zu Umgebungsgeräuschen hin verschoben. Auf diese Weise wird die Wahrnehmung der Geräusche vermindert und infolgedessen auch die Tinnitus assoziierten negativen, emotionalen Auswirkungen reduziert (76).

Neben der Minderung der Ohrgeräusche im Zuge der CI-Versorgung wird in der Literatur auch die Progredienz und Neuinduktion von Ohrgeräuschen durch ein Cochlea Implantat diskutiert. Die Implantation und die Elektrodeninsertion können traumatisch für noch restfunktionsfähige cochleäre Strukturen sein und über nekrotische und apoptotische Mechanismen zu einem Zelluntergang führen, was wiederum den Tinnitus beeinflussen kann (85, 86). Zudem könnte ein Lärmschaden durch das intraoperative Bohrgeräusch einen Tinnitus entstehen, bzw. vorbestehende Ohrgeräusche zunehmen lassen (87).

Neben dem direkten Einfluss, den ein Cochlea Implantat auf die Ohrgeräusche ausübt, könnten die Steigerung der Lebensqualität und des psychischen Befindens nach einer CI-Versorgung eine Abnahme der Tinnitusbelastung bewirken. *Mo et al.* stellten fest, dass bei CI-Empfängern, im Vergleich zu Hörgeräte-Nutzern und Patienten ohne Hörhilfen, eine quantitativ und qualitativ bedeutendere Suppression der Geräusche zu beobachten war. Die Minderung der durch die Ohrgeräusche ausgelösten Stressbelastung wurde hierbei auf die durch die Cochlea Implantation gehobene Lebensqualität zurückgeführt (88).

Pan et al. zeigten auf, dass ein präoperativ hoch eingestuftes subjektives Belastungsempfinden mit dem Fortbestehen der Geräusche nach der CI-Versorgung assoziiert ist (78).

3.3.2. Einflussfaktoren auf den Therapieerfolg

In den letzten Jahren wurde intensiv geforscht, um einen zuverlässigen und akkuraten Prädiktor zu finden, der das postoperative Outcome bei CI-Empfängern vorhersagen kann. Es wurde allerdings kein Faktor gefunden, welcher die vorhandenen Performanceschwankungen ausreichend erklärt und es dem Kliniker erlauben würde, dem Patienten den zu erreichenden Benefit exakt vorherzusagen. Innovative Mittel, wie eine Bildgebung des Gehirns, könnten in Zukunft genutzt werden, um mit Genauigkeit und Zuverlässigkeit die postoperativen Leistungen vorherzusagen.

Periphere und zentrale Physiologie des Hörens bestimmen mit der Plastizität des ZNS das Potential der Performance einer CI-Versorgung. Jedoch ist die Motivation des Patienten ausschlaggebend dafür, wie viel von dem Potential realisiert wird (47, 89).

Die *FDA* nennt folgende Einflussfaktoren, die das Outcome von Cochlea Implantat-Empfängern beeinflussen können: Alter bei der Implantation, Ertaubungsdauer, Tragedauer, Intelligenz, kommunikative Kompetenz, Qualität der Rehabilitation, Anatomie und Physiologie des Innenohres sowie technologische und chirurgische Faktoren (89).

Aufgrund des demographischen Wandels der westlichen Welt nimmt die Anzahl älterer Patienten stetig zu. Durch die Abnahme des Hörvermögens im Alter wird dieser Wandel auch eine Zunahme an potentiellen CI-Empfänger bewirken. Deshalb verdient der Einfluss des Patientenalters auf den postoperativen Behandlungserfolg spezielle Aufmerksamkeit (14).

Inwieweit sich das Patientenalter auf den Benefit nach der CI-Versorgung auswirkt wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Altersbedingte Degeneration der Spiralzellen, zunehmende zentrale Dysfunktion und kognitive Einschränkungen stellen die Cochlea Implantation bei älteren Patienten in Frage (14).

In einigen Studien ließ sich ein negativer Einfluss des Patientenalters auf das Sprachverstehen nachweisen (47, 90-92). Hierbei könnte auch das im Alter verringerte Aktivitätsverhalten und die nicht mehr vorhandene Berufstätigkeit eine Rolle spielen, welche keine permanente Nutzung des Cochlea Implantats erfordern.

Demgegenüber konnte in verschiedenen Arbeiten kein direkter Einfluss des Patientenalters auf den postoperativen Behandlungserfolg gefunden werden (93, 94). In zwei Studien wurde lediglich ein Einfluss des Patientenalters auf das Sprachverstehen bei Störgeräuschen, nicht aber auf das Sprachverstehen in Ruhe aufgezeigt (13, 95). Das schlechtere Sprachverstehen Älterer bei Umgebungsgeräuschen könnte hierbei nicht nur von peripheren, sondern auch von kognitiven Faktoren, wie Aufmerksamkeit und phonologischem Arbeitsgedächtnis, abhängig sein (96).

Trotz intensiver Forschungsarbeit lassen sich nur bedingt Aussagen über den postoperativen Behandlungserfolg CI-versorgter älterer Patienten treffen. Neben dem Patientenalter wird die Dauer des präoperativen Hörverlustes, als bedeutender Einflussfaktor diskutiert. Hierbei sind Patientenalter und Ertaubungsdauer häufig miteinander verknüpft, da eine lange Ertaubungsdauer tendenziell eher bei älteren Patienten auftritt. In verschiedenen Arbeiten wurde ein negativer Einfluss der Ertaubungsdauer auf das postoperative Sprachverstehen aufgezeigt (47, 92). Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass durch eine lange Ertaubungsdauer die sozialen Erfah-

rungen und sprachlichen Fähigkeiten deutlich reduziert wurden (97). Außerdem führt eine längere Ertaubungsdauer zu einer verstärkten Degeneration von Spiralganglienzellen (98). Es konnte jedoch kein Einfluss der Spiralganglienzellenanzahl auf das Sprachverstehen nachgewiesen werden. Patienten mit einer geringen Anzahl von Spiralganglienzellen zeigten ähnliche Ergebnisse wie Patienten mit einer hohen Anzahl (99).

In weiteren Studien wurden nur ein schwacher bis gar kein Zusammenhang zwischen der präoperativen Ertaubungsdauer und der postoperativen Hörfunktion beobachtet (71, 91, 93). In der Studie von *Moon* et al. zeigte der Anteil der in Taubheit verbrachten Lebenszeit (relative Ertaubungsdauer), nicht aber die absolute Ertaubungsdauer in Abhängigkeit von Bildung und Alter des Patienten einen signifikanten Einfluss auf die sprachaudiometrischen Messungen nach einer Cochlea Implantation. Patienten, die prozentual weniger Zeit in Taubheit verbracht hatten, schnitten besser in allen audiometrischen Untersuchungen ab (97).

4. Zielstellung

Die Ergebnisse aus der Literatur zeigen, dass Cochlea-Implantate einen positiven Einfluss auf Lebensqualität, Tinnitus und psychometrische Eigenschaften gehörloser Erwachsener haben. Es entstand der Eindruck, dass viele der früheren Studien Schwächen in Bezug auf Messinstrumente und Studiendesign aufwiesen. Einige Arbeiten beschäftigten sich mit einer begrenzten Patientenzahl, andere waren retrospektiv ausgerichtet. Nur wenige Berichte enthielten sowohl generische als auch krankheitsspezifische Instrumente.

Ziel dieser prospektiven Studie ist es, den komplexen Einfluss der CI-Versorgung auf Sprachverstehen, Tinnitussymptomatik, gesundheitsbezogene Lebensqualität, Stresserleben, Bewältigungsstrategien, Depressivität und Angstsymptomatik postlingual ertaubter Erwachsener mittels validierter Fragebögen zu untersuchen. Hierbei sollen sowohl krankheitsspezifische als auch generische Messinstrumente zum Einsatz kommen.

Zudem wird der Einfluss der gesundheitsbezogenen Lebensqualität und der Tinnitusbelastung auf die obig genannten Parameter untersucht.

Eine weitere Zielstellung dieser Arbeit ist es, den Einfluss demographischer Daten wie Lebensalter und Ertaubungsdauer auf den Behandlungserfolg zu erfassen.

Zusammenfassend werden in dieser prospektiven Studie folgende Fragestellungen untersucht:

1. Wie verändern sich Sprachverstehen, allgemeine und krankheitsspezifische gesundheitsbezogene Lebensqualität, Tinnitusbelastung und -lautheit, Stresserleben, Bewältigungsstrategien, Depressivität und Angstsymptomatik sechs Monate nach aktiver Implantatnutzung?
2. Welchen Einfluss hat die gesundheitsbezogene Lebensqualität auf die Tinnitus- und Stressbelastung, die Bewältigungsstrategien, die Depressionssymptomatik und die Ängstlichkeit vor der CI-Versorgung und welchen Einfluss übt sie nach der Versorgung aus?
3. Welche Auswirkungen ergeben sich aus der Tinnitusbelastung auf das Stresserleben, die Depressivität und die Angstsymptomatik vor der Versorgung und welche Auswirkungen werden nach der Cochlea Implantation beobachtet?
4. Welchen Einfluss haben demographische Faktoren wie das Lebensalter, Ertaubungsdauer und die in Taubheit verbrachte Lebenszeit auf den Therapieerfolg sechs Monate nach der Implantatnutzung?

5. Patienten und Methoden

5.1. Patienten

In der vorliegenden prospektiven Studie werden insgesamt 81 postlingual ertaubte, erwachsene Patienten untersucht, die im Zeitraum von 2009 bis 2010 unilateral mit einem Multichannel Cochlea Implantat in der Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde der Charité, Campus Virchow Klinikum versorgt wurden. Es wurde keine alters- oder geschlechtsspezifische Vorauswahl getroffen. Zudem gaben sämtliche Patienten eine schriftliche Einverständniserklärung für die Teilnahme an der Studie ab. Die Studie wurde von der Ethikkommission der Charité Universitätsmedizin Berlin zugelassen.

5.2. Methoden

Für die Datenerhebung füllten die Patienten unmittelbar vor der Cochlea Implantation und etwa sechs Monate nach Beginn der auditiven Rehabilitation die später erläuterten Fragebögen aus. Die Erstanpassung des Cochlea Implantats fand nach einer Einheilungsphase von vier bis sechs Wochen postoperativ statt.

Um die Aussagekraft der Bögen zu erhöhen erfolgte die Befragung unter Anleitung von Fachpersonal. Auf diese Weise konnten eventuell aufkommende Unklarheiten sofort beseitigt werden. Die sprachaudiometrischen Messungen fanden postoperativ statt. Die präoperativen Ausgangswerte wurden aus der Patientenakte entnommen.

5.2.1. Audiometrische Untersuchungen

Zur Erfassung des Sprachverstehens nach CI-Versorgung wurden drei verschiedene im deutschen Sprachraum etablierte audiometrische Messungen mit und ohne Störschall durchgeführt: *Freiburger Einsilbertest*, *HSM (Hochmair, Schulz, Moser)-Satztest* und *Oldenburger Satztest (OLSA)*. Die Sprachaudiometrie mit Sätzen (OLSA, HSM-Satztest) stellt hierbei eine geeignete Messmethode dar, die Sprachverständlichkeit im Alltag zu erfassen, wobei die Untersuchungen mit Störschall zusätzliche Informationen über das Sprachverstehen unter realen Bedingungen (geräuschbehaftete Umgebung) des täglichen Lebens geben (100). Die eben genannten audiometrischen Messungen werden an anderer Stelle tiefergehend erläutert.

Die Messungen fanden frühestens sechs Monate nach Cochlea Implantat Versorgung im *Freifeld* in einem weitgehend reflexionsfreien Raum statt. Hierfür wurde der Patient frontal (0°) im Abstand von etwa einem Meter vor dem Lautsprecher positioniert. Der Abstand des Probanden zur hinteren Wand betrug ebenfalls einen Meter. Über den Lautsprecher wurden dem Patienten die einzelnen sprachaudiometrischen Tests dargeboten.

Freiburger Einsilbertest

Der Freiburger Sprachtest wurde 1953 von *Hahlbrock* entwickelt und ist der am häufigsten eingesetzte deutsche Sprachverständlichkeitstest (101). Er wird sowohl in der Hördiagnostik und -rehabilitation als auch in der Begutachtung von Hörstörungen verwendet (102). Der Test erfuhr seine Normierung (DIN 45621-1) durch die *Deutsche Elektrotechnische Kommission* und ist Teil der *Empfehlungen und Richtlinien zur Erfassung von Hörschäden* (103, 104).

Das Testmaterial enthält 20 Gruppen mit je 20 einsilbigen Wörtern wie *Pfand, Schmutz, Tau, Lachs, Spiel*, die ohne sinnvollen Zusammenhang angeordnet sind. Die Zusammenstellung der Einsilber beruht darauf, dass innerhalb einer Gruppe der mittlere Frequenzgehalt der deutschen Sprache vorhanden ist (105). Dem Patienten wird zuerst eine Gruppe von Einsilbern bei einem niedrigen Schallpegel (z.B. 65 dB) ohne Störschall angeboten. Hierbei wird dieser aufgefordert jedes gehörte Wort laut nachzusprechen. Die Anzahl der richtig wiederholten Wörter wird vom Untersucher notiert. Anschließend wird der Schallpegel um 10 bis 15 dB erhöht, bis 100 % verstanden werden oder keine Verbesserung mehr eintritt. Die ermittelten Werte für das Sprachverstehen können dann in einem Sprachaudiogramm graphisch dargestellt werden (100).

Frühere Untersuchungen zeigten, dass die einzelnen Gruppen des Einsilbertests unterschiedliche Schwierigkeitsgrade aufweisen (106, 107). In der vorliegenden Studie wurden die Listen 6 und 7 bei einem Schalldruckpegel von 65 dB verwendet. Diese gehören nach *Bangert* zu den *unkritischen Listen* (1 / 2 / 4 / 6 / 7 / 8 / 10 / 11 / 16 / 17 / 18 / 19), welche im direkten Vergleich keine besonders hohe oder besonders niedrige Verständlichkeit zeigten (106).

HSM (Hochmair, Schulz, Moser)-Satztest

Der *HSM (Hochmair, Schulz, Moser)-Satztest* wurde 1997 für Patienten mit Cochlea Implantat Versorgung entwickelt. Er stellt eine sprachaudiometrische Untersuchungsmethode dar, die sich ganzer Sätze bedient und kann sowohl mit als auch ohne Störschall durchgeführt werden. Das Ziel des Tests besteht darin, einen Eindruck vom Kommunikationsvermögen im täglichen Leben CI-versorgter Patienten zu erhalten. Hierfür sind die Testlisten aus Sätzen des Alltags (z. B.

Mach die Tür zu!, Welche Frage haben Sie? oder Willst du keinen Salat?) und der Störschall aus Geräuschen des Sprachspektrums zusammengestellt.

Der HSM-Satztest besteht aus 30 Testlisten mit je 106 Wörtern, die auf 20 Sätzen mit drei bis acht Wörtern verteilt sind. Er ist bei normaler Sprechgeschwindigkeit (im Mittel 222 ± 40 Silben pro Minute) und deutlich artikulierter Sprache aufgezeichnet (54, 108). Das Sprachverstehen kann bei gleichbleibendem Sprachpegel und vier Pegeln des Störschalls erfasst werden. Der *Signal-Störabstand*, (*signal-to-noise ratio*, *SNR*) beträgt 15, 10, 5 und 0 dB. Normalhörende geben bei einem SNR von -10 dB durchschnittlich etwa 50 % der Wörter korrekt wieder (100).

In der vorliegenden Studie wurden die Testlisten 6, 7 und 9 bei einem festen Schalldruckpegel von 70 dB verwendet. Der Signal-Störabstand variierte in den drei Listen. Liste 6 wurde ohne Störgeräusch, Liste 7 mit einem Signal-Störabstand von 15 dB ($SNR = 15$ dB) und Liste 9 mit einem Signal-Störabstand von 10 dB ($SNR = 10$ dB) abgespielt. Liste 9 war für die Studienteilnehmer am schwierigsten zu verstehen, da diese die geringste SNR aufwies. Somit zeichnete sich das Störgeräusch am wenigsten vom Sprachsignal ab. Die Patienten wurden angewiesen, die Sätze laut zu wiederholen. Das Ergebnis ergab sich aus der prozentualen Anzahl korrekt verstandener Wörter in Bezug auf die mögliche Gesamtanzahl von 106 Wörtern.

Bei der statistischen Auswertung der sprachaudiometrischen Untersuchungen wurden die Werte aus Liste 7 mit einem SNR von 15 dB verwendet.

Oldenburger Satztest (OLSA)

Der *Oldenburger Satztest (OLSA)* wurde 1999, in Anlehnung an den schwedischen Satztest nach *Hagermann* (1984), von *Wagener et al.* in der Arbeitsgruppe *Medizinische Physik* an der Universität Oldenburg entwickelt und evaluiert (109, 110). Der OLSA wird mit Störgeräusch durchgeführt. Aufgrund seiner mittleren Sprechgeschwindigkeit (im Mittel 233 Silben pro Minute) und seines leichten Wörtermaterials ist er besonders für Messungen mit stark schwerhörenden Testpersonen und Cochlea Implantat Trägern geeignet.

Der Test enthält 40 Listen von je 30 Sätzen. Die Sätze, bestehend aus fünf Wörtern, setzen sich aus einem Inventar von 50 Wörtern zufällig zusammen, wobei die Reihenfolge des Satzbaus identisch bleibt (Name, Verb, Zahl, Adjektiv, Objekt) (s. Tab. 1). Die Sätze sind hierdurch nicht immer sinnvoll (z.B. *Nina verleiht sieben nasse Dosen*). Auf diese Weise sind sie nicht einfach auswendig zu lernen, sodass die Messungen wiederholt angewendet werden können. Der *j-Faktor* (*Boothroyd und Nittrouer*, 1988), welcher ein Maß für die Vorhersehbarkeit einzelner

Sätze darstellt, hat einen relativ hohen Wert ($j \approx 4$). Das bedeutet, dass pro Satz vier von fünf Wörtern nicht prognostiziert werden können. Jedes Wort tritt in jeder Liste mit identischer Häufigkeit auf.

Mit dem OLSA wird die *Sprachverständlichkeitsschwelle (SVS)* im Störgeräusch in dB *S/N* bestimmt. Sie gibt das Verhältnis (S/N) zwischen dem Pegel des Sprachgeräusches (*signal = S*) und dem Pegel des Störgeräusches (*noise = N*) an. Die SVS gibt an bei welchem Sprachschallpegel eine Sprachverständlichkeit von 50 % erreicht wird. Der *Störgeräuschpegel (SPL)* liegt permanent bei in der Regel 65 dB und hat das gleiche Langzeitspektrum wie das Sprachmaterial des Satztests. Der *Sprachschallpegel* wird adaptiv geändert. Werden über 50 % verstanden, erhöht ein Rechner (automatisierte Pegelsteuerung) den Sprachschallpegel um 1 bis 3 dB, bei weniger als 50 % verringert er ihn um 1 bis 3 dB für den nächsten Satz. Der Signal-Rausch-Abstand liegt hierbei zwischen 0 und 15 dB. Je besser der Patient versteht desto leiser wird der Sprachpegel und umso geringer fällt der Ergebnis-Wert der Sprachverständlichkeitsschwelle aus. Messungen mit normalhörenden Testpersonen zeigten eine SVS von -7,1 dB S/N. Die Sätze des OLSAs enthalten die mittlere Phonemverteilung der deutschen Sprache. Um eine hohe Natürlichkeit der zusammengesetzten Sätze zu erhalten, werden diese unter Berücksichtigung des Koartikulationseffektes (Verschleifungen zwischen Wortanfang und Wortende) gebildet (111).

Tabelle 1: Basisliste des Oldenburger Satztests (111)

Name	Verb	Zahl	Adjektiv	Objekt
Peter	Bekommt	Drei	Große	Blumen.
Kerstin	Sieht	Neun	Kleine	Tassen.
Tanja	Kauft	Sieben	Alte	Autos.
Ulrich	Gibt	Acht	Nasse	Bilder.
Britta	Schenkt	Vier	Schwere	Dosen.
Wolfgang	Verleiht	Fünf	Grüne	Sessel.
Stefan	Hat	Zwei	Teure	Messer.
Thomas	Gewann	Achtzehn	Schöne	Schuhe.
Doris	Nahm	Zwölf	Rote	Steine.
Nina	Malt	Elf	Weißer	Ringe.

In der vorliegenden Arbeit wurden den Patienten Zweck, Ablauf und Aufbau des Textes erklärt. Zur besseren Erläuterung wurden ein bis zwei Testlisten durchgeführt, welche nicht in die statistische Berechnung eingingen. Die Teilnehmer wurden instruiert die gehörten Sätze laut nachzusprechen. Hierbei wurden die korrekt verstandenen Wörter im *Oldenburger Messprogramm* markiert. Je nach Anzahl der verstandenen Wörter wurde der Sprachpegel hoch- bzw. herunterreguliert, sodass am Anfang der Liste ein Sprachverstehen unter und am Ende eines über 50 % erreicht wurde. Am Ende berechnete das Messprogramm das Ergebnis durch Bildung eines Sprachpegelmittelwertes abzüglich des fixen Störpegels von 70 dB.

5.2.2. Fragebögen

Die Fragebögen dienten dazu, den Einfluss der Cochlea Implantation auf die Lebensqualität, das Stress- und Angsterleben, die depressive Symptomatik, die Selbstwirksamkeit, die Bewältigungsstrategien, die Tinnituswahrnehmung sowie die subjektive Hörverbesserung zu erfassen.

Zudem wurde die Ertaubungsdauer mit soziodemographischen Daten wie dem Alter bei der Operation in einem klinikeigenen Bogen aufgenommen. Insgesamt wurden elf Fragebögen ausgefüllt.

Zur Erfassung der Lebensqualität wurden der *Nijmegen Cochlear Questionnaire (NCIQ)* und der aus der *Medical Outcome Study (MOS)* entwickelte *Short-Form 36 (SF-36)* verwendet. Die Stressbelastung und Bewältigungsstrategien wurden mittels *Perceived Stress Questionnaire (PSQ)* und *Brief-COPE* abgefragt. Mit der *Allgemeinen Depressionsskala-Langform (ADS-L)* und der *General Anxiety Disorder-7 scale (GAD-7)* wurden Daten über depressive und ängstliche Symptome aufgenommen. Mit dem *Tinnitus-Fragebogen nach Goebel und Hiller (TF)* und einem klinikeigenen Bogen wurden die Patienten nach Tinnitusbelastung und -lautstärke gefragt. Die subjektiv empfundene Güte des Hörens wurde durch das *Oldenburger Inventar (OI)* bestimmt.

5.2.2.1. Subjektive Bewertung des Hörvermögens und des Tinnitus

Oldenburger Inventar-R (OI-R)

Das *Oldenburger Inventar (OI)* wurde eingesetzt, um eine Veränderung in der Beurteilung des subjektiven Hörvermögens quantitativ zu erfassen. Das OI wurde im Rahmen einer wissenschaftlichen Arbeit der Arbeitsgruppe *Medizinische Physik* an der Universität Oldenburg entwi-

ckelt. Das Inventar stützt sich auf den von *Holube* und *Kollmeier* 1991 eingeführten und 1994 modifizierten Fragebogen zur Erfassung des subjektiven Hörvermögens (112, 113).

Neben dem *Oldenburger Inventar-I*, bei welchem der Patient selbst die persönlich wichtigsten Hörsituationen nennen soll, existiert das hier verwendete *Oldenburger Inventar-R*, welches zwölf geschlossene Fragen zu Standard-Hörsituationen enthält. Dieses eignet sich für den Einsatz in Vergleichsstudien und Verlaufskontrollen einer Anpassung. In dieser Arbeit wurde die einzeilige Form verwendet, welche nicht zwischen dem versorgten und unversorgten Zustand unterscheidet. Hierbei muss bei der Befragung vorgegeben werden, auf welche Situation sich die Antworten beziehen. Die zwölf Fragen des Oldenburger Inventars-R können in drei Bereiche aufgeteilt werden: Jeweils fünf Fragen zu *Hören in Ruhe* und *Hören im Störgeräusch* sowie zwei Fragen zu *Richtungshören*. Mit dem Ziel, systematische Fehler zu vermeiden, wurden die Fragen der Themenbereiche vermischt. Beim Beantworten des OI-R ist es möglich einzelne Fragen durch Ankreuzen von *Die Situation kenne ich nicht* auszulassen. Für die Antwortmöglichkeiten *immer, oft, manchmal, selten* und *nie* werden ein bis fünf Punkte vergeben, wobei *nie* die Antwort für das geringste Sprachverständnis darstellt (1 Punkt). Zur Auswertung wurden aus diesen Daten sowohl für die einzelnen Themenbereiche als auch für den gesamten Fragebogen Mittelwerte bestimmt. Diese Werte wurden prozentual auf das maximal erreichbare Ergebnis Normalhörender umgerechnet. Je höher der Prozentsatz ist, der von dem Patienten erreicht wurde, desto besser wird das Hörvermögen in den einzelnen Bereichen eingeschätzt (114).

Tinnitus-Fragebogen (TF) nach *Goebel* und *Hiller*

Chronische Ohrgeräusche (Tinnitus) sind mit einer Vielzahl von Symptomen behaftet. Mit zunehmender Beschwerdedauer treten oft psychische Beschwerden wie Ängstlichkeit oder Niedergeschlagenheit in den Vordergrund (40).

Zur Erfassung einer durch das Cochlea Implantat möglichen hervorgerufenen Tinnitussuppression wurde der *Tinnitus-Fragebogen (TF)* nach *Goebel* und *Hiller* verwendet.

Hallam, Jakes und *Hinchcliffe* erprobten den von ihnen zur Erfassung des Schweregrades psychosozialer Tinnitusbelastung entwickelten, englischsprachigen Fragebogen 1988 in einer britischen HNO-Klinik (115). Die hier verwendete deutsche Version des TF wurde 1994 von *Goebel* und *Hiller* eingeführt. Wissenschaftliche Studien bestätigten seine Validität und Reliabilität (116, 117). Die insgesamt 52 Items fragen typische Begleit- und Folgeerscheinungen von Ohrgeräuschen sowie deren Ausprägung ab. 40 von den 52 Items gehen in die von *Hiller* und *Goebel* vorgeschlagenen sechs Skalen ein. Die restlichen Items können als zusätzliche Hinweise

über individuelle Aspekte der Tinnitusbelastung Aufschluss geben. Zwölf Items gehören zur Skala *Emotionale Belastung* ($E = \text{Emotional distress}$), je acht zur Skala *Kognitive Belastung* ($C = \text{Cognitive distress}$) und *Penetranz des Tinnitus* ($I = \text{Intrusiveness}$), sieben zur Skala *Hörprobleme* ($A = \text{Auditory perceptual difficulties}$), vier zur Skala *Schlafprobleme* ($Sl = \text{Sleep disturbances}$) und drei zur letzten Skala *Somatische Beschwerden* ($So = \text{Somatic complaints}$). Hierbei gehen zwei Items sowohl in *Skala E*, als auch in *Skala I* ein. Die ersten beiden Skalen können zu einer gemeinsamen Skala *Emotionale und kognitive Belastung* ($E + C$) zusammengefasst werden (39). Die Items haben eine dreistufige Antwortmöglichkeit (0 bzw. 2 = *stimmt nicht*, 1 = *stimmt teilweise*, 2 bzw. 0 = *stimmt*). Um eine Beantwortungstendenz herabzusetzen wurden einige Fragen invers formuliert. Durch Addition der Skalenwerte erhält man den *TF-Gesamtscore*, welcher einen Wert von 0 bis 84 annimmt. Es werden 4 Schweregrade eingeteilt: 0-30 Punkte entsprechen Schweregrad 1 (leicht), 31-46 Punkte Schweregrad 2 (mittelgradig), 47-59 Punkte Schweregrad 3 (schwer) und 60-84 Schweregrad 4 (sehr schwer) (65).

Aufgrund der geringen Kohortengröße wurde in der vorliegenden Arbeit hauptsächlich zwei Abstufungen unterschieden: *kompensierter Tinnitus* (Schweregrad 1 und 2) und *dekompensierter Tinnitus* (Schweregrad 3 und 4).

Klinikeigener Tinnitusbogen

Dieser Tinnitusbogen wurde speziell für die Versorgung der CI-Patienten in der HNO-Klinik, Charité Campus Virchow Klinikum entwickelt. Der präoperative Bogen erfasst Lokalisation (*rechtes Ohr, linkes Ohr, überall im Kopf*), Dauer (*< 3 Monate, 3 Monate bis 1 Jahr, > 1 Jahr*), Stärke (*sehr gering, gering, moderat, stark, extrem stark*) und Qualität (*Rauschen, Pfeifen, Brummen, anders*) der Ohrgeräusche. Wurde *anders* bei der Qualität angekreuzt, wurden die Patienten aufgefordert die Qualität des Geräusches zu beschreiben. Im postoperativen Bogen werden Lokalisation, Dauer, Stärke und Qualität in verschiedenen Situationen aufgenommen. Es wird nach den oben genannten Eigenschaften der Geräusche in den ersten postoperativen Tagen, zum aktuellen Zeitpunkt und nach Ablegen des Sprachprozessors gefragt.

Aufgrund fehlender Validität und Reliabilität wurden die Ergebnisse dieses Fragebogens nicht in den statistischen Berechnungen berücksichtigt. Es erfolgte lediglich eine Beschreibung der Ergebnisse.

5.2.2.2. Bewertung der Lebensqualität

Nijmegen Cochlear Implant Questionnaire (NCIQ)

Der *Nijmegen Cochlear Implant Questionnaire (NCIQ)* wurde von *Hindernik, Krabbe* und *van den Broek* entwickelt mit dem Ziel einen quantifizierbaren Selbstbeurteilungsbogen zur gesundheitsbezogenen Lebensqualität (*health related quality of life, HRQOL*) zu schaffen. Die psychometrischen Eigenschaften des NCIQ erwiesen sich als reliabel, wahrscheinlich valide und sensitiv für klinische Veränderungen. Neben Hören und Sprachproduktion erfahren auch psychologische und soziale Aspekte Berücksichtigung. Der NCIQ besteht aus drei Hauptdomänen: körperliche, psychische und soziale Funktionsfähigkeit. Folgende sechs Subdomänen wurden bestimmt: *Elementare Schallwahrnehmung, Musik- und Sprachwahrnehmung, und Kontrolle der eigenen Stimme* in der Domäne der körperlichen Funktionsfähigkeit; *Aktivitätsverhalten* und *soziale Kontakte* in der sozialen Domäne und *Selbstwertgefühl* in der psychischen Domäne (s. Tab. 2).

Die Subdomänen enthalten jeweils zehn Fragen. Jede dieser Fragen ist als Aussage formuliert und die Antwortmöglichkeiten werden in fünf Abstufungen angeboten: *nie, selten, manchmal, oft* und *immer* (55 Fragen) bzw. *nein, schwer, einigermaßen, gut* und *sehr gut* (fünf Fragen). Für Fragen, die auf den Patienten nicht zutreffen, gibt es eine sechste Antwortmöglichkeit: *keine Antwort*. Die Punkteanzahl für eine Frage liegt zwischen 0 und 100 (1 = 0, 2 = 25, 3 = 50, 4 = 75, 5 = 100), wobei 100 Punkte ein optimales Ergebnis und 0 Punkte das geringste Ergebnis darstellen. Die Punkteanzahl für die jeweilige Subdomäne wird durch den Mittelwert der einzelnen Fragen berechnet. Für die 27 negativ gestellten Fragen wird eine inverse Punkteverteilung vorgenommen. Maximal drei aus zehn Fragen einer Subdomäne dürfen nicht beantwortet werden. Kommt es bei mehr als drei Fragen zu keiner Antwort, werden alle NCIQ-Werte dieses Patienten von den weiteren statistischen Berechnungen ausgeschlossen (62, 69).

Weitere erhobene Daten

Zur weiteren Beurteilung der Lebensqualität wurde nach der Gesamtzufriedenheit, der durch die Cochlea Implantat Versorgung veränderten Lebenssituation, gefragt. Hierbei konnten Werte zwischen 0 und 100 Punkten erreicht werden (0 = *nie*, 25 = *selten*, 50 = *manchmal*, 75 = *oft*, 100 = *immer*). Zudem wurde nach der täglichen Tragedauer des Cochlea Implantats gefragt.

Tabelle 2: Domänen des Nijmegen Cochlear Implant Questionnaires

		Gesundheitsbezogene Lebensqualität			
Hauptdomänen	Subdomänen	Körperliche Funktionsfähigkeit		Psychische Funktionsfähigkeit	Soziale Funktionsfähigkeit
		Elementare Schallwahrnehmung	Sprach- und Musikwahrnehmung	Kontrolle der eigenen Stimme	Aktivitätsverhalten
Themen der einzelnen Fragen	- Hintergrundgeräusche	- Kontrolle von Lautstärke und Höhe der eigenen Stimme	- Wohlbefinden bei Gesprächen	- Arbeit, Studium	- Kommunikation mit
	- Schritte	- Konversation in Ruhe, mit Umgebungsgeräuschen, am Telefon	- Natürlicher Klang der Stimme	- Verkehr	• Familienangehörigen
	- Telefon-, Türklingeln	- Rhythmen, Melodien erkennen	- Ausdruck von Emotionen mittels Stimme	- Hobbies	• Freunden
	- Sich nähernde Fahrzeuge	- Musik genießen	-	- Zuhause	• Partnern
	- Leise Geräusche	- Unterschied Männer-, Frauenstimme	-	- Einkaufen	• Gruppen
	- Stimmen, Rufe	-	-	- Fernsehen	• Hörbeeinträchtigten
				- Feiern	- Kontaktverhalten bei alten und neuen Bekanntschaften
				- Ausgehen	

Medical Outcome Study Short Form 36 Health Survey (SF-36)

Der *SF-36 Health Survey* wurde im Rahmen der *Medical Outcome Study* entwickelt. Er wird international als häufigstes Instrument zur Erfassung der gesundheitsbezogenen subjektiven Lebensqualität eingesetzt. Die deutsche Version des SF-36 wurde gemäß den Vorgaben der *International Quality of Life Assessment Project Group* übersetzt und geprüft.

Tabelle 3: Subskaleninhalte und Bedeutung hoher und niedriger Scores des SF-36

	Subskala	Item-anzahl	Hoher Subskalenscore	Niedriger Subskalenscore
Körperliche Summenskala	Körperliche Funktionsfähigkeit	10	Starke Einschränkungen bei leichten körperlichen Aktivitäten, wie sich Waschen oder Anziehen	Keine Einschränkungen bei anstrengenden körperlichen Aktivitäten
	Körperliche Rollenfunktion	4	Starke Probleme auf der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten aufgrund körperlicher Einschränkungen	Keine Probleme auf der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten aufgrund körperlicher Einschränkungen
	Körperliche Schmerzen	2	Starke, den Alltag hoch beeinträchtigende Schmerzen	Keine Schmerzen in den letzten vier Wochen
	Allgemeine Gesundheitswahrnehmung	5	Negative Einschätzung des eigenen Gesundheitszustandes mit Erwartung einer Verschlechterung	Positive Einschätzung des eigenen Gesundheitszustandes ohne Erwartung einer Verschlechterung
Psychische Summenskala	Vitalität	4	Permanentes Gefühl der Erschöpfung und Müdigkeit	Zustand voller Energie und Schwung in den letzten vier Wochen
	Soziale Funktionsfähigkeit	2	Starke und häufige Beeinträchtigung sozialer Kontakte aufgrund körperlicher oder seelischer Probleme	Keine Beeinträchtigung sozialer Kontakte aufgrund körperlicher oder seelischer Probleme
	Emotionale Rollenfunktion	3	Starke Probleme auf der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten aufgrund seelischer Probleme	Keine Probleme auf der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten aufgrund seelischer Probleme
	Psychisches Wohlbefinden	5	Permanentes Gefühl der Nervosität und Depression	Permanentes Gefühl des Friedens, der Freude und der Ruhe

Hierbei wurden hervorragende psychometrische Eigenschaften in Bezug auf Validität, Reliabilität und Sensitivität eruiert. Der Fragebogen kann, unabhängig vom aktuellen Gesundheitszustand, ab einem Alter von 14 Jahren angewendet werden (118). 36 Items werden in acht Dimensionen (Subskalen) eingeteilt: *Körperliche Funktionsfähigkeit*, *Körperliche Rollenfunktion*, *Körperliche Schmerzen*, *Allgemeine Gesundheitswahrnehmung*, *Vitalität*, *Soziale Funktionsfähigkeit*, *Emotionale Rollenfunktion* und *Psychisches Wohlbefinden*. Diese werden zwei übergeordneten Dimensionen zugeordnet: der *körperlichen Summenskala* und der *psychischen Summenskala* (s. Tab. 3) (119). Für die Items bestehen zwei bis sechs Antwortmöglichkeiten. Durch Addition und Transformation erhält man Subskalenwerte, welche von null (schlechteste Lebensqualität) bis 100 (beste Lebensqualität) reichen (120). Eine Frage zur Bewertung des allgemeinen Gesundheitszustandes im Vergleich zur Vorwoche (*Gesundheitsveränderung*) geht nicht in die Skalenberechnung ein. Die zwei übergeordneten Dimensionen, die körperliche und die psychische Summenskala, erhält man durch Gewichtung der Subskalen, wobei wiederum Werte von 0 bis 100 entstehen (68).

5.2.2.3. Psychometrische Fragebögen

Perceived Stress Questionnaire (PSQ)

Der *Perceived Stress Questionnaire (PSQ)* von *Levenstein et al.* wurde 1993 für den englischen und italienischen Sprachraum zur Erfassung der aktuellen subjektiv erlebten Belastung entwickelt. Die Itemformulierung erfolgt aus der Perspektive der befragten Person. Die angebotenen Belastungserlebnisse sind weder situations- noch personenspezifisch, was eine bestimmte Abstraktionsfähigkeit der Patienten voraussetzt. Es wird hierbei nur die bewusst erlebte Belastung und nicht der Umgang mit der Belastung erfragt (121). Der finale Fragebogen umfasst 30 Items, welche in sieben Skalen einzuordnen sind: *harassment*; *overload*, *irritability*, *lack of joy*, *fatigue*, *worries* und *tension*. 2001 fertigten *Fliege et al.* auf dieser Grundlage einen auf 20 Item verkürzten PSQ in deutscher Sprache an, der auch in der vorliegenden Arbeit Verwendung findet. Im Ergebnis erhielt man hiermit ein ökonomisches, reliables und valides Instrument zur Beurteilung des subjektiven Belastungserlebens. Der ursprüngliche Test wurde auf folgende vier Skalen mit je fünf Items reduziert: *Sorgen (worries)*, *Anspannung (tender)*, *Freude (joy)* und *Anforderungen (demand)*. Skala 1 (Sorgen) beinhaltet Sorgen, Zukunftsängste und Frustrationsgefühle. Skala 2 (Anspannung) vereint Items, die Unausgeglichenheit, Erschöpfung und das Fehlen von körperlicher Entspannung widerspiegeln. Skala 3 (Freude) befasst sich mit positiven Empfindungen, wie Freude, Energie, Herausforderungen und Geborgenheit. Abweichend zu den

ersten drei Skalen wird in Skala 4 (Anforderungen) nicht das Ausmaß der Belastungsreaktion, sondern externe Stressfaktoren wie Zeitmangel, Termindruck und Aufgabenbelastung behandelt. Die Items sind als Feststellungen formuliert. Hierbei soll der Patient wählen, welche der vier angebotenen Antwortmöglichkeiten (*fast nie* = 1, *manchmal* = 2, *häufig* = 3, *meistens* = 4) in den letzten vier Wochen am ehesten auf ihn zugefallen hat. Der *PSQ-Gesamtscore* und die vier Skalenwerte sind transformierte Mittelwerte zwischen 0 und 1. Hohe Werte in einer Skala bedeuten eine starke Ausprägung der entsprechenden Eigenschaft (64). Werte zwischen 0,45 und 0,6 im Gesamtscore spiegeln ein moderates Ausmaß an subjektiv empfundener Belastung wider. Ein stark ausgeprägtes Stresserleben wird durch Werte über 0,6 definiert (122). Zur besseren Übersicht fand in dieser Studie für die Erfassung des durch die Hörbeeinträchtigung verursachten Belastungsempfindens lediglich der PSQ-Gesamtscore Verwendung.

Brief-COPE

Unter *Coping* versteht man Maßnahmen zur Bewältigung von belastenden Ereignissen und deren Folgen. Die Art und Weise mit Problemen umzugehen beeinflusst das psychische und körperliche Wohlergehen (123). Der 1997 entstandene *Brief-COPE* ist eine abgekürzte Version des 1989 von *Carver*, *Schleier* und *Weintraub* entwickelten COPE Fragebogens. Die COPE Instrumente dienen der Erfassung von unterschiedlichen Coping-Strategien bei gesunden und kranken Erwachsenen. Hiermit können sowohl generelle Bewältigungsstrategien als auch situationsbezogene Coping-Strategien in einem zeitlich limitierten Rahmen erfasst werden (63, 124). Aufgrund des theoretisch basierten Ansatzes wird das COPE Instrument aktuell als bestes Inventar angesehen, um Bewältigungsstrategien zu erfassen (125).

Der Brief-COPE enthält 14 Subskalen, welche verschiedene Coping-Reaktionen darstellen: *Ablenkung (Self-Distraction)*, *Verleugnung (Denial)*, *Emotionale Unterstützung (Emotional Support)*, *Verhaltensrückzug (Behavioral Disengagement)*, *Positive Umdeutung (Positive Reframing)*, *Humor (Humor)*, *Aktive Bewältigung (Active Coping)*, *Alkohol/Drogen (Substance Use)*, *Instrumentelle Unterstützung (Instrumental Support)*, *Ausleben von Emotionen (Venting)*, *Planung (Planning)*, *Akzeptanz (Acceptance)*, *Selbstbeschuldigung (Self-Blame)* und *Religion (Religion)*.

Jede Subskala beinhaltet zwei Items. Somit enthält der Fragebogen insgesamt 28 Items. Der Brief-COPE soll nicht als starres, unflexibles Inventar angesehen werden, sondern kann je nach Bedarf des Forschungsgegenstandes angepasst werden (63).

Die in der vorliegenden Studie verwendete deutsche Version wurde von Knoll 2002 übersetzt. Um eine maximale Variabilität und Reliabilität der Summenscores zu erreichen, wurden die 14 Subskalen in vier Ebenen zusammengefasst. Die erste Ebene *Aktive Problembewältigung (Active Coping)* beinhaltet die Subskalen *Aktive Bewältigung* und *Planung*, die zweite *Positiv Denken (Focus on Positive)* die Subskalen *Akzeptanz*, *Humor* und *Positive Umdeutung*, die dritte *Unterstützung suchen (Support coping)* die Subskalen *Emotionale Unterstützung*, *Religion* und *Instrumentelle Unterstützung* und die letzte Ebene *Ausweichen (Evasive Coping)* beinhaltet die verbleibenden Subskalen *Verleugnung*, *Selbstbeschuldigung* und *Ausleben von Emotionen*. Es stehen vier abgestufte Antwortmöglichkeiten zur Verfügung (1 = *überhaupt nicht*, 2 = *ein bisschen*, 3 = *ziemlich* und 4 = *sehr*). Ein hoher Summenscore bedeutet, dass viele der Bewältigungsstrategien in hohem Ausmaß durchgeführt wurden. Die interne Konsistenz dieses Instrumentes wurde als zufriedenstellend angegeben (Cronbach's $\alpha = 0.61-0.81$) (126).

Allgemeine Depressionsskala-Langform (ADS-L)

Die *Allgemeine Depressionsskala (ADS)* ist ein Selbstbeurteilungsinstrument, welches Vorhandensein, Häufigkeit und Dauer depressiver Symptome erfragt. Die ADS, welche 1993 von Hautzinger und Bailer herausgebracht wurde, ist die deutschsprachige Version der 1977 von Radloff veröffentlichten *Center for Epidemiologic Studies Depression Scale (CES-D)* (66). Die CES-D wurde mit dem Ziel entwickelt, depressive Symptome in der Allgemeinbevölkerung zu testen. Durch 20 Items werden folgende depressive Symptome abgefragt: Fehlende affektive Reagibilität, Niedergeschlagenheit, Selbstabwertung, Angst, Einsamkeit, Weinen, Traurigkeit, Appetitstörungen, Konzentrationsschwierigkeiten, Anstrengung, Schlafstörungen, Antriebslosigkeit, Erschöpfung, Hoffnung, Zuversicht, Freude, Genuss, Unfreundlichkeit anderer und Gefühl der Ablehnung. Die Items werden vier Faktoren zugeordnet. Je sieben Items werden den Faktoren *Depressiver Affekt* und *Somatische Beschwerden / Antriebslosigkeit* zugeordnet, vier dem Faktor *positiver Aspekt* und zwei dem Faktor *Interpersonelle Erfahrungen* (127).

Die ADS liegt in einer Kurzform (*ADS-K*, 15 Items) und in einer Langform (*ADS-L*, 20 Items) vor. Beide Formen sind reliabel und valide. Die hier verwendete ADS-L fragt auf einer Vierpunkteskala die negativen Stimmungen und Denkmuster der vergangenen Woche ab. Diese reicht von 0 = *selten*, 1 = *manchmal*, 2 = *öfters* bis 3 = *immer*. 16 Items sind positiv gepolt, sodass Antwort 3 (= *meistens*) auf eine deutliche depressive Stimmung hindeutet, wohingegen die vier Items des Faktors *positiver Aspekt* negativ gepolt sind, womit die Antwort 0 (= *selten*) für eine gedrückte Stimmungslage spricht. Die Umpolung der vier Items erfolgte um eine

stereotype und unehrliche Beantwortung des Fragebogens zu vermeiden (zum Beispiel durch stetes Ankreuzen von *selten*). Hierfür wurde das Lügenkriterium zur Berechnung von unkorrekten Angaben eingeführt. Die Summe der 16 positiv gepolten Items abzüglich der vierfachen Summe der negativ gepolten Fragen soll einen Punktwert über 29 haben, ansonsten muss von Unglaubwürdigkeit ausgegangen werden.

Bei der Auswertung der ADS-L erhält man durch Addition der einzelnen Punkte den Summenwert, welcher maximal 60 Punkte erreichen kann. Hierbei ist zu beachten, dass die negativ gepolten Fragen Punktwerte in umgekehrter Reihenfolge erhalten (*selten* = 3, *manchmal* = 2, *öfters* = 3, *immer* = 4). Summenwerte über 23 Punkten weisen auf die Möglichkeit einer ernsthaften depressiven Störung hin. Ein erhöhter ADS-Wert sagt außerdem etwas über die Tiefe und Schwere der depressiven Symptomatik aus. Veränderungen in der depressiven Symptomatik können an Veränderungen im ADS-Wert erkannt werden, so dass der Fragebogen sich zur Verlaufskontrolle einer Therapie gut eignet (66).

In dieser Studie erfolgte die Auswertung anhand des ADS-L-Summenwertes. Eine weitere Ausarbeitung der vier von *Radloff* vorgeschlagenen Faktoren fand nicht statt.

General Anxiety Disorder-7 scale (GAD-7)

Die *National Comorbidity Survey Replication (NCS-R)* zeigte, dass Angststörungen zu der Klasse der psychischen Störungen mit der höchsten Prävalenz gehören (128, 129). 2006 entwickelten *Spitzer et al.* den *GAD-7* Fragebogen, um mit wenig Aufwand generalisierte Angststörungen aufzudecken sowie deren Schwere einzustufen. Hierbei wurden die Symptomkriterien für eine generalisierte Angststörung aus dem *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fourth Edition (DSM-IV)* berücksichtigt (67). Der *GAD-7* eignet sich beinahe genauso gut als Screening Instrument für soziale Phobien, Panikstörungen und posttraumatische Belastungsstörungen (130). Die für die vorliegende Studie verwendete deutsche Version wurde 2008 unter Aufsicht von *Löwe* übersetzt und in der Allgemeinbevölkerung validiert. Der *GAD-7* zeigte sich hier als valides, reliables Instrument, um generalisierte Angststörungen unabhängig von Alter und Geschlecht zu identifizieren (131).

Durch den *GAD-7* wird mit sieben Items erfragt, wie häufig Kernsymptome einer generalisierten Angststörung in den letzten zwei Wochen auftraten. Antwortmöglichkeiten sind: *Überhaupt nicht* = 0, *an einzelnen Tagen* = 1, *an mehr als der Hälfte der Tage* = 2, *an jedem einzelnen Tag* = 3. Durch Addition ergibt sich ein Score von 0 bis 21. Werte von 0 bis 4 stehen für eine minimale, Werte von 5 bis 9 für eine geringe, Werte von 10 bis 14 für eine mittelgradige und Werte

von 15 bis 21 für eine schwere Angstsymptomatik. Den Abschluss der Befragung bildet ein gesondert bewertetes Einzelitem, welches eventuelle Einschränkungen des Patienten bezüglich seines Alltags erfasst. Auch hier gibt es vier Antwortmöglichkeiten: *Überhaupt nicht erschwert*, *Etwas erschwert*, *Relativ stark erschwert* und *Sehr stark erschwert* (67).

5.2.3. Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung wurde mit dem Programm *STATISTICA 7.1* (copyright© StatSoft, Inc. 1984-2005) durchgeführt. Das Signifikanzniveau wurde mit $p \leq 0,05$ festgesetzt.

Mit dem nonparametrischen *Wilcoxon-Test* für *Paardifferenzen* konnten signifikante Veränderungen in den einzelnen Beobachtungsparametern im Untersuchungszeitraum (vor CI versus nach CI) festgestellt werden.

Zusammenhänge zwischen den Resultaten aus Fragebögen, audiometrischen Untersuchungen und demographischen Daten wurden mit dem Rangkorrelationskoeffizienten nach *Spearman* aufgezeigt.

6. Ergebnisse

6.1. Beschreibung der Patientenkohorte

Es wurden insgesamt 86 Patienten präoperativ in die Studie eingeschlossen. 51 Teilnehmer waren weiblichen Geschlechts und 35 Teilnehmer männlichen Geschlechts. Somit lag das Geschlechterverhältnis von Männern zu Frauen bei 1 : 1,46. Fünf Studienteilnehmer erschienen nicht zu den postoperativen Untersuchungen. Die Studienergebnisse beziehen sich auf die 81 erschienenen Patienten (48 Frauen und 33 Männer), welche sechs Monate nach Erstanpassung untersucht wurden. Das Geschlechterverhältnis (Mann zu Frau) lag hier bei 1 : 1,45.

6.1.1. Altersverteilung

Das durchschnittliche Alter der Studienteilnehmer lag zum Zeitpunkt der Cochlea Implantation bei 56,53 Jahren. Die Altersverteilung variierte von 17,70 Jahren bis 88,86 Jahren. (SD 18,39 Jahre).

6.1.2. Ertaubungsdauer

Alle Patienten der Studie waren postlingual ertaubt (Einschlusskriterium). Im Durchschnitt betrug die Ertaubungsdauer 10,26 Jahre (Min 0,50 Jahre; Max 67,00 Jahre; SD 15,22 Jahre).

6.1.3. Lebenszeit in Taubheit

Die in Taubheit verbrachte Lebenszeit (bezogen auf das zu implantierende Ohr) variierte stark. Sie lag zwischen 0,71 % und 100,00 %. Im Mittel verbrachten die Studienteilnehmer 19,83 % ihres Lebens in Taubheit (SD 0,20).

6.2. Ergebnisse der audiometrischen Untersuchungen

79 der 81 eingeschlossenen Patienten wurden auf ihr Sprachverstehen mittels Freiburger Einsilbertest, HSM-Satztest und OLSA untersucht. Bei zwei der 81 Patienten waren die Deutschkenntnisse nicht ausreichend, um an den Sprachtests teilzunehmen.

Für die Rechnungen mit dem HSM-Satztest wurden die Ergebnisse von 78 Studienteilnehmern berücksichtigt.

Aus dem OLSA flossen Ergebnisse von 68 Patienten in die Studie ein, da bei 16 Patienten die Sprachverständlichkeitsschwelle (SVS) S/N von 20 dB überschritten wurde. Hierdurch konnten keine korrekten Ergebnisse aus dem OLSA entnommen werden. Bei einem fixen Störpegel von 70 dB und dynamischen Sprachpegeln erreichten die 68 Studienteilnehmer eine SVS von durchschnittlich 4,45 und (Min -3,30; Max 16,80; SD 4,80).

Bei dem HSM-Satztest erreichten die Patienten bei einem fixen Schalldruckpegel von 70 dB und einem Signal-Rausch-Abstand von 15 dB im Mittel 51,11 % Sprachverständlichkeit (Min 0 %,00; Max 100,00 %; SD 35,44 %).

Der Freiburger Einsilbertest wurde sowohl prä- als auch postoperativ bei 65 dB durchgeführt. Präoperativ erreichten 81 Patienten auf dem mit dem CI zu versorgenden Ohr im Durchschnitt ein Sprachverstehen von 5,80 % (Min 0,00 %; Max 40,00 %; SD 11,55 %). Auf dem Gegenohr wurde im Mittel eine Sprachverständlichkeit von 27,34 % erzielt (Min 0,00 %; Max 100,00 %; SD 30,56 %). Mit dem Cochlea Implantat wurde ein durchschnittliches Sprachverstehen von 51,58 % erreicht (Min 0,00 %; Max 100,00 %; SD 30,48 %). Somit wurde durch die CI-Versorgung bei 79 Studienteilnehmern eine signifikante Verbesserung im Freiburger Einsilbertest-Verstehen erreicht ($p = 0,000$).

6.3. Ergebnisse der Fragebögen

6.3.1. OI-R: Veränderungen nach Cochlea Implantation

Zu den sprachaudiometrischen Untersuchungen wurde die subjektive Beurteilung der eigenen Hörleistung untersucht. Hierbei gaben die Studienteilnehmer für alle Bereiche des Oldenburger Inventars (*Hören in Ruhe*, *Hören im Störgeräusch*, *Richtungshören*) eine signifikante Verbesserung der aktuellen Hörsituation nach CI-Versorgung an. Zudem kam es zu einem signifikanten Gewinn im Gesamtsummenscore des OI-R. Zu der geringsten subjektiv empfundenen Hörverbesserung kam es im Bereich *Richtungshören*. Hier lag der Hörgewinn, wie auch im Bereich *Hören im Störgeräusch* unter einem Punkt im OI-R Score. Die deutlichste Veränderung des Hörvermögens wurde im Bereich *Hören in Ruhe* mit einem Zugewinn von 1,09 Punkten erzielt. In Tabelle 4 werden Mittel-, Minimal- und Maximalwerte sowie Standardabweichungen im Laufe der CI-Versorgung aufgezeigt.

Tabelle 4: OI-R zur Erfassung von Änderungen des subjektiven Hörvermögens

Oldenburger Inventar	Vor CI MW (SD) Min - Max	Mit CI MW(SD) Min - Max	p-Wert
OI-R Total	2,13 (0,72) 1,0 - 4,17	3,19 (0,77) 1,17 - 4,75	< 0,001
Hören in Ruhe	2,47 (0,86) 1,0 - 4,6	3,56 (0,88) 1,2 - 5,0	< 0,001
Hören im Störgeräusch	1,87 (0,69) 1,0 - 3,8	2,84 (0,86) 1,0 - 4,4	< 0,001
Richtungshören	1,93 (0,78) 1,0 - 4,0	2,87 (0,97) 1,0 - 5,0	< 0,001

6.3.2. TF: Veränderungen nach Cochlea Implantation

Von den 81 Studienteilnehmern, die den Tinnitus-Fragebogen beantworteten, berichteten 58 (71,60 %) präoperativ an einer chronischen Tinnitusbelastung gelitten zu haben. Nach der Schweregradeinteilung von *Goebel* und *Hiller* litten zum ersten Befragungszeitpunkt 33 Teilnehmer (40,74 %) an einem leichten, 12 (14,81 %) an einem mittelgradigen, zehn (12,35 %) an einem schweren und drei (3,70 %) an einem sehr schweren Tinnitus. Somit konnte bei 16,05 % (13 Studienteilnehmer) ein chronisch dekompensierter und bei 55,56 % (45 Teilnehmer) ein chronisch kompensierter Tinnitus festgestellt werden.

Der mittlere TF-Gesamtscore lag präoperativ bei der Gesamtkohorte bei 20,88 Punkten und bei den 58 Patienten, die eine Tinnitusbelastung vor der Implantatversorgung angaben, bei 29,16 Punkten. Somit konnte präoperativ sowohl die Gesamtkohorte als auch die Tinnituskohorte dem Schweregrad 1 (leicht) nach *Goebel* und *Hiller* zugeordnet werden. Nach der Cochlea Implantation lag der Wert für die Gesamtkohorte bei 10,44 Punkten und für die Tinnitusgruppe bei 13,24 Punkten. Somit ergab sich sowohl für die Gesamtkohorte als auch für die Gruppe mit präoperativen Ohrgeräuschen eine signifikante Verminderung der Tinnitusbelastung ($p = 0,000$).

Sechs Monate nach der CI-Versorgung gaben nur noch 43 Patienten an, eine Tinnitusbelastung zu erfahren (53,09 %). Hierbei konnten 35 CI-Empfänger dem Schweregrad 1, vier dem Schweregrad 2, drei dem Schweregrad 3 und einer dem Schweregrad 4 zugeteilt werden. Somit litten postoperativ 4,94 % ($n = 4$) an Zeichen eines chronisch dekompensierten Tinnitus, während 48,15 % ($n = 39$) einen chronisch kompensierten Tinnitus angaben.

Bei 19 Patienten (23,46 %) verschwand die Tinnitusbelastung nach der Implantation komplett. Zwölf dieser Teilnehmer gaben präoperativ eine leichte (14,81 %), zwei eine mittelgradige (2,47 %), vier eine schwere (4,94 %) und einer (1,23 %) eine sehr schweren Belastung an.

16,05 % der Patienten (n = 13) gaben postoperativ eine subjektive Abnahme der Belastung durch die Ohrgeräusche an. Eine Verbesserung der Symptomatik wurde dann gewertet, sobald es zu einem Wechsel in eine niedrigere Schweregradeinteilung nach *Goebel* und *Hiller* kam. Hierbei konnte nach CI-Versorgung bei neun Patienten (11,11 %) eine einstufige, bei drei (3,70 %) eine zweistufige und bei einem (1,23 %) eine dreistufige Verbesserung verzeichnet werden. Fünf CI-Empfänger wechselten von einer dekompensierten in eine kompensierte Symptomatik (6,17 %).

Bei 23 der Patienten mit präoperativem Tinnitus (28,40 %) kam es zu keiner Änderung des Schweregrades. Hierbei wurde in 25,93 % (n = 21) eine kompensierte Symptomatik angegeben.

23 Patienten (28,40 %) verneinten eine präoperative Tinnitusbelastung. Hierbei gaben 23,46 % der Teilnehmer (n = 19) auch sechs Monate nach der Versorgung keine Beeinträchtigung durch Ohrgeräusche an. Bei vier CI-Empfängern (4,94 %) trat postoperativ eine Tinnitusbelastung neu auf. Hierbei handelte es sich in allen Fällen um einen kompensierten Tinnitus (Schweregrad 1).

Drei der 58 Patienten mit präoperativem Tinnitus (3,70 %) wurden nach der CI-Versorgung einem höheren Schweregrad zugeteilt. Hierbei kam es nur zu einstufigen Veränderungen. Ein Patient wechselte dabei von einer kompensierten in eine dekompensierte Symptomatik.

Tabelle 5: TF zur Erfassung von Tinnitusveränderungen bezogen auf die Gesamtkohorte

Tinnitus-Fragebogen nach Goebel und Hiller	Vor CI MW (SD) Min - Max	Mit CI MW (SD) Min - Max	p-Wert
TF-Total	20,88 (20,16) 0,00 - 67,00	10,44 (15,64) 0,00 - 77,00	< 0,001
Emotionale Belastung (E)	5,19 (5,56) 0,00 - 19,00	2,60 (4,41) 0,00 - 21,00	< 0,001
Kognitive Belastung (C)	4,28 (4,50) 0,00 - 14,00	2,12 (3,53) 0,00 - 13,00	< 0,001
Emotionale und kognitive Belastung (E+C)	9,47 (9,78) 0,00 - 33,00	4,73 (7,79) 0,00 - 34,00	< 0,001
Penetranz des Tinnitus (I)	4,85 (4,47) 0,00 - 15,00	2,53 (3,59) 0,00 - 16,00	< 0,001
Hörprobleme (A)	4,33 (4,59) 0,00 - 14,00	1,94 (3,32) 0,00 - 14,00	< 0,001
Schlafprobleme (SI)	1,37 (1,99) 0,00 - 7,00	0,70 (1,50) 0,00 - 7,00	0,007
Somatische Beschwerden (So)	0,96 (1,47) 0,00 - 6,00	0,54 (1,15) 0,00 - 6,00	0,046

Tabelle 6: TF zur Erfassung von Tinnitusveränderungen bezogen auf die Patienten mit präoperativen Tinnitus

Tinnitus - Fragebogen nach Goebel und Hiller	Vor CI MW (SD) Min - Max	Mit CI MW (SD) Min - Max	p-Wert
TF-Total	29,16 (18,02) 2,00 - 67,00	13,24 (17,05) 0,00 - 77,00	< 0,001
Emotionale Belastung (E)	7,24 (5,31) 0,00 - 19,00	3,28 (4,88) 0,00 - 21,00	< 0,001
Kognitive Belastung (C)	5,98 (4,26) 0,00 - 14,00	2,57 (3,76) 0,00 - 13,00	< 0,001
Emotionale und kognitive Belastung (E+C)	13,22 (9,15) 0,00 - 33,00	5,84 (8,48) 0,00 - 34,00	< 0,001
Penetranz des Tinnitus (I)	6,78 (3,84) 0,00 - 15,00	3,07 (3,75) 0,00 - 16,00	< 0,001
Hörprobleme (A)	6,05 (4,35) 0,00 - 14,00	2,66 (3,68) 0,00 - 14,00	< 0,001
Schlafprobleme (SI)	1,91 (2,12) 0,00 - 7,00	0,91 (1,71) 0,00 - 7,00	0,005
Somatische Beschwerden (So)	1,34 (1,58) 0,00 - 6,00	0,76 (1,30) 0,00 - 6,00	0,046

6.3.3. Klinikeigener Tinnitusbogen: Veränderungen nach Cochlea Implantation

Von den 81 Studienteilnehmern füllten 77 Patienten den für die vorliegende Arbeit entwickelten Tinnitusbogen aus. Hiervon gaben 77,92 % (n = 60) präoperativ Ohrgeräusche an.

Die Ohrgeräusche waren bei 57,11 % (n = 44) beidseits vorhanden. Bei 16 Teilnehmern (20,78 %) waren die Ohrgeräusche nur auf einer Seite vorhanden. Die Ohrgeräusche wurden zu 7,69 % als *sehr gering*, zu 19,23 % als *gering*, zu 48,08 % als *moderat*, zu 23,08 % als *stark* und zu 1,92 % als *sehr stark* eingestuft.

Postoperativ gaben 54 der 77 Patienten Ohrgeräusche an (70,13 %). Diese waren bei 28 Patienten (36,36 %) bilateral.

Bei eingeschaltetem Sprachprozessor nahmen nur 46 Studienteilnehmer (59,74 %) die Ohrgeräusche wahr. Diese waren zu 31,17 % (n = 24) bilateral vorhanden und bei 22 Patienten (28,57 %) unilateral. Der Tinnitus wurde in 11,43 % als *sehr gering*, in 38,57 % *gering*, in 37,14 % *moderat*, in 11,43 % *stark* und in 1,43 % *sehr stark* angegeben. Bei ausgeschaltetem Sprachprozessor berichteten 48 Patienten (62,34 %) Ohrgeräusche zu bemerken. 32,47 % der CI-Empfänger (n = 25) gaben diese beidseits an. Die Lautstärke der Ohrgeräusche war in 10,96 % *sehr gering*, in 27,40 % *gering*, in 45,21 % *moderat*, in 16,44 % *stark* und in 0,00 % *sehr stark*.

Bei elf Patienten (14,29 %) mit präoperativem Tinnitus kam es postoperativ zu einem kompletten Verschwinden der Ohrgeräusche. Hierbei wurden die präoperativen Geräusche zu 5,00 % als sehr gering, zu 35,00 % gering, zu 40,00 % moderat und zu 20,00 % stark angegeben.

Acht der CI-Empfänger (10,40 %) mit präoperativen Ohrgeräuschen verspürten diese nur noch nach Abschalten des Sprachprozessors. Bei aktiver Nutzung des Implantats verschwanden die Geräusche völlig. Nach Abschalten des Geräts wurde die Intensität zu jeweils 40 % sehr gering und gering, sowie zu jeweils 10,00 % moderat und stark angegeben.

27 Patienten (35,06 %) gaben an, dass durch die Cochlea Implantation die Lautstärke der Ohrgeräusche geringer und / oder ein bilateraler zu einem unilateralen Tinnitus wurde. Insgesamt konnten 38 Verbesserungen bei 27 Patienten aufgezeigt werden. Diese betrafen sowohl das CI-Ohr (60,53 %) als auch das Gegenohr (39,47 %). Hierbei wurden zwölf Wechsel von bilateralen zu unilateralen Ohrgeräuschen sowie zwölf einstufige und 14 zweistufige Lautstärkenreduzierungen vermerkt. Bei elf Patienten wurde keine Änderung des Tinnitus nach Beenden des Geräts festgestellt, bei sieben zeigte sich eine Abnahme und bei neun kam es zu einem Wiederanstieg nach Beendigung des Sprachprozessors.

Acht der 60 Patienten mit präoperativ vorhandenen Ohrgeräuschen zeigten keine Veränderungen ihrer Tinnituslautstärke und -lokalisation.

Bei sechs der 60 Studienteilnehmer (7,79 %) mit präoperativ vorhandenem Tinnitus kam es zu einer Intensivierung der Ohrgeräusche. Eine Zunahme der Ohrgeräusche wurde gewertet, sobald die Lautstärke anstieg und / oder ein vorher unilateraler Tinnitus zu einem postoperativen bilateralen Tinnitus wurde. Hierbei gaben zwei CI-Empfänger eine Lautstärkezunahme um eine Stufe an. Bei jeweils zwei Patienten zeigte sich ein Neuauftreten im Gegenohr und im implantierten Ohr. Dabei wurde die Lautheit des neu bestehenden Tinnitus immer gering bis moderat angegeben. Bei drei Patienten kam es bei Ausschalten des Sprachprozessors zu keiner Änderung, in zwei Fällen zu einer Ab- und in einem Fall zu einer Zunahme der Geräusche.

17 Patienten (22,08 %) gaben präoperativ keinen Tinnitus an. Hiervon hatten zwölf auch zum postoperativen Befragungszeitpunkt keine Ohrgeräusche bemängelt. Lediglich bei fünf Studienteilnehmern (6,49 %) kam es zu einem postoperativen Neuauftreten von Tinnitus. Die Ohrgeräusche wurden hierbei von gering bis stark angegeben (16,67 % gering, 50 % moderat, 33,33 % stark). Bei einem Teilnehmer kam es zu einer Verstärkung der Geräusche nach Abschalten des Sprachprozessors. Bei den übrigen vier kam es zu keiner Veränderung nach Ausschalten des Gerätes.

6.3.4. NCIQ: Veränderungen nach Cochlea Implantation

Mit dem CI-spezifischen Nijmegen Cochlear Implant Questionnaire konnte in allen Domänen sowie im Gesamtsummenscore eine signifikante Verbesserung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität nach Cochlea Implantation ermittelt werden. Im Gesamtsummenscore erzielten die Patienten im Zuge der CI-Versorgung einen Anstieg um 14,39 Punkte.

In den Bereichen *Elementare Schallwahrnehmung*, *Sprach- und Musikwahrnehmung*, *Selbstwertgefühl*, *Aktivitätsverhalten* und *Sozial Kontakte* wurde eine Zunahme der Scores über 10 Punkte erreicht. Am stärksten war diese in der Subdomäne *Elementare Schallwahrnehmung* ausgeprägt. Hier ließ sich eine Steigerung um 20,15 Punkte feststellen. Den geringsten signifikanten Anstieg erzielten die Patienten bei der *Kontrolle der eigenen Stimme*. Auf diesem Gebiet ergab sich eine relativ geringe Differenz von 5,85 Punkten nach CI-Versorgung, wobei die Differenzen in den anderen Gebieten zwischen 10,91 und 20,15 Punkten lagen. Dies lässt sich auf den relativ hohen präoperativen Ausgangswert in dieser Subdomäne zurückführen. Tabelle 7 gibt einen Überblick über die prä- und postoperativen Ergebnisse des NCIQ.

Tabelle 7: NCIQ zur Erfassung von Lebensqualitätsänderungen im Rahmen der CI-Versorgung

Nijmegen Cochlear Questionnaire	Vor CI MW (SD) Min - Max	Mit CI MW (SD) Min - Max	p-Wert
NCIQ-Total	47,12 (15,80) 11,36 - 87,08	61,51 (15,65) 13,75 - 93,86	< 0,001
Elementare Schallwahrnehmung	43,99 (23,41) 0,00 - 90,00	64,14 (19,24) 0,00 - 92,50	< 0,001
Sprach- und Musikwahrnehmung	45,72 (20,66) 2,50 - 97,50	61,44 (18,98) 0,00 - 100,00	< 0,001
Kontrolle der eigenen Stimme	70,69 (17,84) 28,13 - 100,00	76,54 (15,42) 32,50 - 100,00	< 0,001
Selbstwertgefühl	41,32 (17,58) 2,78,00 - 90,00	52,13 (18,35) 10,00 - 85,00	< 0,001
Aktivitätsverhalten	39,29 (18,39) 0,00 - 82,50	54,97 (19,97) 2,50 - 93,75	< 0,001
Soziale Kontakte	41,96 (21,35) 6,25 - 95,00	59,23 (20,93) 5,00 - 100,00	< 0,001

6.3.5. SF-36: Veränderungen nach Cochlea Implantation

Der SF-36 wurde eingesetzt um eine Änderung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität im Laufe der CI-Versorgung zu erfassen. In beiden Summenskalen (körperlich/psychisch) ließen sich signifikante Änderungen feststellen.

Während in der psychischen Summenskala im Mittel eine Verbesserung um 4,67 Punkte erzielt wurde, kam es in der körperlichen Summenskala im Mittel zu einer Verringerung um 4,91 Punkte. Diesen Trend kann man auch in den Subskalen erkennen. In drei der vier Bereiche der *Psychischen Summenskala* fand eine tendenzielle Verbesserung statt, wobei in den Kategorien *Soziale Funktionsfähigkeit* und *Psychisches Wohlbefinden* eine signifikant höhere Punktzahl erreicht wurde. In allen Bereichen der *Körperlichen Summenskala* konnte im Mittel eine Verschlechterung der Ausgangslage festgestellt werden. Zu signifikanten Änderungen kam es lediglich in zwei der vier Subskalen (*Körperliche Funktionsfähigkeit*, *Körperliche Schmerzen*).

Tabelle 8: SF-36 zur Erfassung von Änderungen der gesundheitsbezogenen Lebensqualität

SF-36	Vor CI MW (SD) Min - Max	Mit CI MW (SD) Min - Max	p-Wert
Körperliche Summenskala	50,83 (10,51) 19,72 - 65,74	45,92 (12,27) 21,53 - 63,76	< 0,001
Psychische Summenskala	43,27 (11,29) 16,24 - 63,19	47,94 (9,90) 27,16 - 64,35	< 0,001
Körperliche Funktionsfähigkeit	81,11 (25,20) 15,00 - 100,00	73,89 (28,57) 10,00 - 100,00	< 0,001
Körperliche Rollenfunktion	73,15 (40,07) 0,00 - 100,00	64,09 (41,05) 0,00 - 100,00	0,052
Körperliche Schmerzen	86,69 (25,30) 20,00 - 100,00	72,23 (30,83) 0,00 - 100,00	< 0,001
Allgemeine Gesundheitswahrnehmung	63,15 (22,43) 20,00 - 100,00	62,48 (21,26) 15,00 - 97,00	0,804
Vitalität	56,95 (20,55) 5,00 - 100,00	54,13 (19,87) 15,00 - 95,00	0,138
Soziale Funktionsfähigkeit	63,58 (28,79) 0,00 - 100,00	80,71 (23,64) 12,50 - 100,00	< 0,001
Emotionale Rollenfunktion	72,84 (40,52) 0,00 - 100,00	73,66 (39,34) 0,00 - 100,00	0,689
Psychisches Wohlbefinden	62,69 (19,00) 20,00 - 96,00	68,54 (17,67) 24,00 - 96,00	0,001

6.3.6. PSQ: Veränderungen nach Cochlea Implantation

Mit dem PSQ wurden Änderungen im subjektiven Stressempfinden nach CI-Versorgung erfasst. Im Mittel konnte keine stark erhöhte Stressbelastung bei den Patienten gezeigt werden. Die Werte des Summenscores und die der Skalen *Sorgen*, *Anspannung*, *Anforderung* lagen sowohl prä- als auch postoperativ unter der Grenze eines moderat ausgeprägten Stressempfindens

(< 0,45). Ebenso konnte zu keinem Befragungszeitpunkt ein ausgeprägt niedriger Freudenscore (< 0,55) festgestellt werden.

Insgesamt konnte nach der CI-Versorgung eine signifikante Verbesserung der Stressbelastung aufgezeigt werden. Im PSQ-Gesamtscore und im Bereich *Sorgen* zeigte die Patientenkohorte postoperativ ein signifikant niedrigeres Belastungserleben. In den Skalen *Anspannung* und *Anforderung* konnte ebenfalls eine tendenzielle Stressminderung (2-4 %) erkannt werden.

Tabelle 9: PSQ zur Erfassung von Änderungen im subjektiv empfundenen Stresserleben

Perceived Stress Questionnaire	Vor CI MW (SD) Min - Max	Mit CI MW (SD) Min - Max	p-Wert
PSQ-Total	0,36 (0,17) 0,03 - 0,85	0,33 (0,18) 0,00 - 0,78	0,034
Sorgen	0,33 (0,19) 0,00 - 1,00	0,27 (0,20) 0,00 - 0,87	0,002
Anspannung	0,39 (0,24) 0,00 - 0,93	0,35 (0,24) 0,00 - 1,00	0,089
Freude	0,58 (0,22) 0,07 - 1,00	0,57 (0,23) 0,07 - 1,00	0,741
Anforderung	0,29 (0,20) 0,00 - 1,00	0,27 (0,19) 0,00 - 0,67	0,164

6.3.7. Brief-COPE: Veränderungen nach Cochlea Implantation

Die Studienteilnehmer füllten den Brief-COPE vor und nach der Cochlea Implantation aus, um Veränderungen in den Bewältigungsstrategien festzuhalten.

Im Verlauf der CI-Versorgung zeigten sich jedoch lediglich in einer der vier Ebenen (*Support Coping*) des Fragebogens signifikante Unterschiede. Es konnte im zeitlichen Verlauf ein leichter Rückgang Unterstützung suchender Bewältigungsstrategien beobachtet werden (s. Tab. 10).

Tabelle 10: Brief -COPE zur Erfassung der Änderungen von Bewältigungsstrategien

Die vier Ebenen des Brief- COPE	Vor CI MW (SD) Min - Max	Mit CI MW (SD) Min - Max	p-Wert
Evasive Coping	11,57 (2,85) 7,00 - 19,00	10,86 (2,74) 6,00 - 19,00	0,208
Support Coping	14,62 (3,70) 6,00 - 24,00	13,47 (3,93) 6,00 - 24,00	0,001
Focus on Positive	14,27 (3,55) 7,00 - 24,00	14,15 (3,69) 6,00 - 23,00	0,766
Active Coping	10,98 (2,81) 5,00 - 16,00	10,58 (2,71) 4,00 - 16,00	0,378

6.3.8. ADS-L: Veränderungen nach Cochlea Implantation

Zur Beurteilung der depressiven Symptomatik wurden die Ergebnisse der Fragebögen, welche präoperativ ausgefüllt wurden, mit denen postoperativ bearbeiteten verglichen.

Weder vor der CI-Versorgung (MW 16,32; SD 10,34; Min 0,00; Max 48,00) noch nach der Implantation (MW 13,69; SD 9,55; Min 0,00; Max 46,00) konnte für die Gesamtkohorte eine ernsthafte depressive Störung festgestellt werden.

Vor der Versorgung wurde bei 18 Studienteilnehmern (22,22 %) Symptome einer möglichen ernsthaft depressiven Störung detektiert. Danach konnten diese lediglich in 16,06 % aufgezeigt werden. Bei 57 der 63 Patienten, welche präoperativ keine Anzeichen einer depressiven Symptomatik zeigten, konnte auch nach der CI-Versorgung keine depressive Störung nachgewiesen werden. Bei sieben Teilnehmern (8,64 %) zeigten sich sowohl prä- als auch postoperativ Anzeichen einer depressiven Störung. Bei elf CI-Empfängern konnte die Depressionssymptomatik lediglich präoperativ festgestellt werden, da diese nach der CI-Versorgung verschwand.

Bezogen auf die Gesamtkohorte zeigte sich anhand der Summenscores der Allgemeinen Depressionsskala im zeitlichen Verlauf eine signifikante Abnahme depressiver Symptome ($p = 0,008$).

6.3.9. GAD-7: Veränderungen nach Cochlea Implantation

Durch die *General Anxiety Disorder-7-scale* konnten Angststörungen im Patientenkollektiv aufgedeckt werden. Präoperativ ließ sich eine gering ausgeprägte Angstsymptomatik feststellen (MW 5,42; SD 4,49; Min 0,00; Max 21,00).

Zum Zeitpunkt der präoperativen Befragung wiesen 49,38 % der Teilnehmer (n = 40) minimal ausgeprägte, 37,04 % (n = 30) geringe, 7,41 % (n = 6) mittelgradige und 6,17 % (n = 5) schwere Kernsymptome einer generalisierten Angststörung auf.

Nach der Implantation zeigten 62,96 % (n = 51) eine minimale, 29,63 % (n = 24) eine geringe, 6,17 % (n = 5) eine mittelgradige und 1,23 % (n = 1) eine schwere Angstsymptomatik.

Somit konnte bei 42 Patienten (51,85 %) keine Veränderung der Angststörung aufgezeigt werden. Bei 27 Patienten wurde postoperativ ein geringerer Schweregrad der Angststörung festgestellt. Hierbei kam es bei drei Patienten zu einer drei- und bei einem zu einer zweistufigen Besserung der Angstsymptomatik. Lediglich 12 Teilnehmer mussten postoperativ einem höheren Schweregrad zugeordnet werden. Dies waren zu 91,67 % einstufige Veränderungen.

Insgesamt zeichnete sich für das Gesamtkollektiv nach der CI-Versorgung eine signifikante Verbesserung auf, so dass nur noch eine minimal ausgeprägte Ängstlichkeit (MW 3,80; SD 3,53; Min 0,00; Max 16,00) zu beobachten war ($p = 0,001$).

6.3.10. Patientenzufriedenheit und Tragedauer

Im Mittel erlangten die Studienteilnehmer auf der Gesamtzufriedenheitsskala 73,39 Punkte (Min 0;00 Max 100,00; SD 27,02). 69,14 % der Patienten gaben an, dass sie „meistens“ oder „immer“ mit der durch die CI-Versorgung veränderten Situation zufrieden sind. Lediglich 3,70 % konnten durch das Implantat überhaupt nicht zufrieden gestellt werden.

Das CI wurde im Durchschnitt 13,96 Stunden am Tag getragen. 44,44 % hatten den Sprachprozessor mindestens 15 Stunden eingeschaltet, wobei 12,35 % eine Tragedauer unter zehn Stunden angaben.

6.4. Zusammenhänge zwischen Lebensqualität, depressiver Symptomatik, Bewältigungsstrategien, Tinnituswahrnehmung, subjektiver Hörverbesserung, Stress- und Angsterleben

Es wurden mögliche Zusammenhänge zwischen Lebensqualität, depressiver Symptomatik, Bewältigungsstrategien, Tinnituswahrnehmung, subjektiver Hörverbesserung, Stress- und Angsterleben sowohl vor als auch nach der Cochlea Implantat Versorgung untersucht. Hierbei wurde für die statistische Korrelationsberechnung die Rangkorrelation nach Spearman angewendet. Es wurden folgende Korrelationen analysiert:

Untersuchung der Korrelation zwischen NCIQ und SF-36

Untersuchung der Korrelation zwischen NCIQ und PSQ

Untersuchung der Korrelation zwischen NCIQ und Brief-COPE

Untersuchung der Korrelation zwischen NCIQ und ADS-L

Untersuchung der Korrelation zwischen NCIQ und GAD-7

Untersuchung der Korrelation zwischen NCIQ und OI

Untersuchung der Korrelation zwischen NCIQ und TF

Untersuchung der Korrelation zwischen TF und PSQ

Untersuchung der Korrelation zwischen TF und GAD-7

Untersuchung der Korrelation zwischen TF und ADS-L

Untersuchung der Korrelation zwischen TF und OI

6.4.1. Korrelation zwischen hörspezifischer und allgemeiner Lebensqualität

Im folgendem Abschnitt wurde untersucht inwieweit die hörspezifische, gemessen anhand des NCIQ, und die allgemeine gesundheitsbezogene Lebensqualität, durch den SF-36 bestimmt, miteinander korrelieren. Hierbei korrelierten sowohl prä- als auch postoperativ der NCIQ-Summenscore mit der körperlichen und psychischen Summenskala des SF-36 signifikant. Dies bestätigte sich auch für die meisten Subdomänen des NCIQ.

Vor der CI-Versorgung zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Subdomäne *Kontrolle der eigenen Stimme* und der psychischen Summenskala, sowie zwischen der hörspezifischen Subdomäne *Selbstwertgefühl* und der körperlichen Summenskala.

Nach der Implantation fanden sich weniger Zusammenhänge. Die psychische HRQOL korrelierte nicht signifikant mit den Subdomänen *Elementare Schallwahrnehmung*, *Kontrolle der eigenen Stimme* und *Soziale Kontakte*, wohingegen die körperliche HRQOL nicht mit den Subdomänen *Kontrolle der eigenen Stimme* und *Selbstwertgefühl* korrelierte. Für alle weiteren Werte galt prä- und postoperativ, dass je höher die hörspezifische Lebensqualität angegeben wurde, desto besser wurde auch die allgemeine gesundheitsbezogene Lebensqualität beurteilt.

Tabelle 11: Zusammenhang zwischen hörspezifischen und allgemeinen Lebensqualitätsveränderungen

Scores der Fragebögen		Spearman R präoperativ	p-Wert präoperativ	Spearman R postoperativ	p-Wert postoperativ
NCIQ-Total		0,444 (körperl.)	<0,001 (körperl.)	0,359 (körperl.)	0,001 (körperl.)
		0,403 (psych.)	<0,001 (psych.)	0,286 (psych.)	0,010 (psych.)
Elementare Schallwahrnehmung		0,369 (körperl.)	0,001 (körperl.)	0,304 (körperl.)	0,006 (körperl.)
		0,325 (psych.)	0,004 (psych.)	0,151 (psych.)	0,182 (psych.)
Sprach- und Musikwahrnehmung		0,320 (körperl.)	0,004 (körperl.)	0,355 (körperl.)	0,001 (körperl.)
		0,312 (psych.)	0,005 (psych.)	0,267 (psych.)	0,017 (psych.)
Kontrolle der eigenen Stimme		0,443 (körperl.)	<0,001 (körperl.)	0,211 (körperl.)	0,060 (körperl.)
		0,159 (psych.)	0,160 (psych.)	0,101 (psych.)	0,374 (psych.)
Selbstwertgefühl		0,126 (körperl.)	0,269 (körperl.)	0,207 (körperl.)	0,065 (körperl.)
		0,363 (psych.)	0,001 (psych.)	0,307 (psych.)	0,006 (psych.)
Aktivitätsverhalten		0,385 (körperl.)	<0,001 (körperl.)	0,300 (körperl.)	0,007 (körperl.)
		0,344 (psych.)	0,002 (psych.)	0,318 (psych.)	0,004 (psych.)
Soziale Kontakte		0,375 (körperl.)	0,001 (körperl.)	0,306 (körperl.)	0,006 (körperl.)
		0,369 (psych.)	<0,001 (psych.)	0,211 (psych.)	0,060 (psych.)

6.4.2. Korrelation zwischen Lebensqualität und Stressbelastung

Zur Untersuchung des Zusammenhanges zwischen Lebensqualität und Stressbelastung wurden die Werte des PSQ mit denen des NCIQ verglichen. Zur besseren Übersicht wurde hierfür und bei der weiteren Korrelationsanalyse nur der Gesamtsummenscore des PSQ benutzt. Hierbei ließen sich prä- und postoperativ signifikante Zusammenhänge zwischen der subjektiv beurteilten Lebensqualität und der von den CI-Empfängern selbsteingeschätzten Stressbelastung finden.

In der präoperativen Befragung korrelierte der PSQ-Gesamtscore mit fast allen Werten des NCIQ. Lediglich zwischen den Werten der Subdomäne *Kontrolle der eigenen Stimme* konnte kein signifikanter Zusammenhang gefunden werden. Für alle anderen Werte galt: je größer die Lebensqualität eingeschätzt wurde desto niedriger war das subjektive Stresserleben. Dies zeigte sich besonders ausgeprägt in den Subdomänen *Selbstwertgefühl*, *Aktivitätsverhalten*, und *Soziale Kontakte*. Hier konnte eine hoch signifikant negative Korrelation gezeigt werden ($p < 0,001$).

Postoperativ fanden sich vergleichbare Ergebnisse. Auch hier konnte lediglich in der Subdomäne *Kontrolle der eigenen Stimme* kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Beurteilung der eigenen Lebensqualität und der Einschätzung der Stressbelastung gefunden werden. Es zeigten sich zwar signifikant negative Korrelationen zwischen allen anderen Werten des NCIQ und dem Gesamtscore des PSQ, jedoch waren diese alle in der präoperativen Situation stärker ausgeprägt.

Tabelle 12: Zusammenhang zwischen Stress- und Lebensqualitätsveränderungen

Scores der Fragebögen		Spearman R präoperativ	p-Wert präoperativ	Spearman R postoperativ	p-Wert postoperativ
NCIQ-Total	PSQ-Gesamtscore	- 0,455	< 0,001	- 0,292	0,008
Elementare Schallwahrnehmung		- 0,349	0,001	- 0,220	0,049
Sprach- und Musikwahrnehmung		- 0,320	0,004	- 0,281	0,011
Kontrolle der eigenen Stimme		- 0,198	0,091	- 0,097	0,388
Selbstwertgefühl		- 0,479	< 0,001	- 0,363	0,001
Aktivitätsverhalten		- 0,367	< 0,001	- 0,268	0,016
Soziale Kontakte		- 0,455	< 0,001	- 0,292	0,008

6.4.3. Korrelation zwischen Lebensqualität und Stressbewältigungsstrategien

An dieser Stelle soll untersucht werden, inwieweit die gesundheitsbezogene Lebensqualität und das Problembewältigungsverhalten sich gegenseitig beeinflussen. Hierzu wurden die Subskalen des Brief-COPE mit den Subdomänen des NCIQ korreliert. Dabei zeigten sich nur in der präoperativen Situation für die Subskalen *focus on positive* und *active coping* des Brief-COPE signifikante Zusammenhänge zu den Subdomänen des NCIQ: Sowohl für den NCIQ-Summenscore, als auch für fünf weitere Subdomänen des NCIQ (*Elementare Schallwahrnehmung, Sprach- und Musikwahrnehmung, Kontrolle der eigenen Stimme, Selbstwertgefühl, Aktivitätsverhalten*) ließen sich signifikante Korrelation zu der Subskala *focus on positive* des Brief-COPE beobachten. Die Subdomäne *Soziale Kontakte* korrelierte signifikant mit der Subskala *active coping*.

Sechs Monate nach CI-Versorgung konnten lediglich ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem NCIQ-Summenscore und der Subskala *focus on positive* gezeigt werden. Wobei auch für die meisten anderen Domänen ein gewisser Trend beobachtet werden konnte: Je höher die Lebensqualität eingeschätzt wurde, desto öfter wurden Coping Strategien, welche positives Denken beinhalten, angewandt.

Tabelle 13: Zusammenhang zwischen Bewältigungsstrategien und Lebensqualitätsveränderungen

Scores der Fragebögen		Spearman R präoperativ	p-Wert präoperativ	Spearman R postoperativ	p-Wert postoperativ
NCIQ-Total	Brief-COPE	- 0,178 (ec)	0,115 (ec)	- 0,170 (ec)	0,136 (ec)
		0,031 (sc)	0,785 (sc)	0,120 (sc)	0,297 (sc)
		0,332 (fp)	0,003 (fp)	0,247 (fp)	0,029 (fp)
		0,053 (ac)	0,644 (ac)	0,043 (ac)	0,712. (ac)
		- 0,173 (ec)	0,125 (ec)	- 0,201 (ec)	0,078 (ec)
		- 0,008 (sc)	0,943 (sc)	0,052 (sc)	0,650 (sc)
		0,230 (fp)	0,041 (fp)	0,169 (fp)	0,139 (fp)
		0,091 (ac)	0,421 (ac)	0,059 (ac)	0,610 (ac)
Sprach- und Musikwahrnehmung	Brief-COPE	- 0,098(ec)	0,385 (ec)	- 0,114 (ec)	0,320. (ec)
		- 0,038(sc)	0,734 (sc)	0,070 (sc)	0,540 (sc)
		0,277 (fp)	0,012 (fp)	0,195 (fp)	0,088 (fp)
		- 0,008 (ac)	0,946 (ac)	0,014 (ac)	0,903 (ac)
Kontrolle der eigenen Stimme	Brief-COPE	0,055 (ec)	0,491 (ec)	0,021 (ec)	0,854 (ec)
		0,073 (sc)	0,518 (sc)	0,005 (sc)	0,966 (sc)
		0,249 (fp)	0,025 (fp)	0,010 (fp)	0,385 (fp)
		0,034 (ac)	0,765 (ac)	0,053 (ac)	0,648 (ac)
Selbstwertgefühl	Brief-COPE	- 0,204 (ec)	0,069. (ec)	- 0,191 (ec)	0,094. (ec)
		0,031 (sc)	0,787 (sc)	0,106 (sc)	0,356 (sc)
		0,357 (fp)	0,001 (fp)	0,204 (fp)	0,073 (fp)
		0,058 (ac)	0,610 (ac)	0,011 (ac)	0,927. (ac)
Aktivitätsverhalten	Brief-COPE	- 0,183 (ec)	0,102. (ec)	- 0,156 (ec)	0,173 (ec)
		- 0,046 (sc)	0,685 (sc)	0,127 (sc)	0,267 (sc)
		0,284 (fp)	0,010 (fp)	0,188 (fp)	0,100 (fp)
		- 0,059 (ac)	0,602 (ac)	0,014 (ac)	0,904 (ac)
Soziale Kontakte	Brief-COPE	- 0,232 (ec)	0,038 (ec)	- 0,158 (ec)	0,166 (ec)
		0,101 (sc)	0,371 (sc)	0,166 (sc)	0,145 (sc)
		0,206 (fp)	0,067 (fp)	0,201 (fp)	0,078 (fp)
		0,040 (ac)	0,728 (ac)	- 0,025 (ac)	0,825 (ac)

6.4.4. Korrelation zwischen Lebensqualität und depressiver Symptomatik

Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist es, einen Zusammenhang zwischen Lebensqualität und Depressivität zu detektieren. Hierbei wurden der Summenscore und die einzelnen Subdomänen des NCIQ mit dem Summenwert der ADS-L in Korrelation gesetzt. Dabei zeigten sich für alle präoperativen Werte signifikante Zusammenhänge: Je höher die Lebensqualität eingestuft wurde, desto weniger wurden depressive Symptome angegeben.

Nach der CI-Versorgung zeigten sich ähnliche Ergebnisse. Lediglich bei der Subdomäne *Soziale Kontakte* konnte keine signifikante Korrelation beobachtet werden. Allerdings zeigte sich auch hier obig beschriebener Trend auf.

Tabelle 14: Zusammenhang zwischen Depressions- und Lebensqualitätsveränderungen

Scores der Fragebögen		Spearman R präoperativ	p-Wert präoperativ	Spearman R postoperativ	p-Wert postoperativ
NCIQ-Total	ADS -L	- 0,487	< 0,001	- 0,338	0,002
Elementare Schallwahrnehmung		- 0,432	< 0,001	- 0,321	0,003
Sprach- und Musikwahrnehmung		- 0,410	< 0,001	- 0,286	0,010
Kontrolle der eigenen Stimme		- 0,250	0,025	- 0,257	0,020
Selbstwertgefühl		- 0,454	< 0,001	- 0,288	0,009
Aktivitätsverhalten		- 0,393	< 0,001	- 0,246	0,027
Soziale Kontakte		- 0,328	0,003	- 0,215	0,054

6.4.5. Korrelation zwischen Lebensqualität und Angstsymptomatik

Neben Depressionssymptomen wurde auch analysiert, inwieweit sich eine Angsterkrankung und die HRQOL gegenseitig beeinflussen. Hierzu wurde der GAD-7-Summenwert mit den einzelnen Werten des NCIQ verglichen.

Präoperativ zeigte sich, bis auf die Subdomäne *Kontrolle der eigenen Stimme*, für alle weiteren Domänen und den NCIQ-Summenscore ein signifikanter Zusammenhang zu dem GAD-7-Score. Je höher die HRQOL angegeben wurde, desto weniger Angstsymptome waren vorhanden. Dieser Zusammenhang verschwand nach der Cochlea Implantation fast vollständig: Eine signifikante Korrelation konnte nur noch zwischen dem *GAD-7* und der Subdomäne *Selbstwertgefühl* gefunden werden.

Tabelle 15: Zusammenhang zwischen Angst- und Lebensqualitätsveränderungen

Scores der Fragebögen		Spearman R präoperativ	p-Wert präoperativ	Spearman R postoperativ	p-Wert postoperativ
NCIQ-Total	GAD-7	- 0,405	< 0,001	- 0,202	0,071
Elementare Schallwahrnehmung		- 0,285	0,010	- 0,211	0,059
Sprach- und Musikwahrnehmung		- 0,365	0,001	- 0,097	0,391
Kontrolle der eigenen Stimme		- 0,171	0,127	- 0,035	0,755
Selbstwertgefühl		- 0,383	< 0,001	- 0,270	0,015
Aktivitätsverhalten		- 0,312	0,005	- 0,216	0,053
Soziale Kontakte		- 0,307	0,006	- 0,192	0,086

6.4.6. Korrelation zwischen Lebensqualität und subjektiv empfundener Hörleistung

An folgender Stelle soll gezeigt werden, inwieweit die hörspezifische Lebensqualität mit dem subjektiv empfundenen Hörvermögen in Zusammenhang steht.

Hierbei konnte sowohl vor als auch nach der CI-Versorgung für den Summenscore sowie für alle Subdomänen des NCIQ signifikante Korrelationen zu dem Summenwert des Oldenburger Inventars festgestellt werden. Je besser das subjektive Hörvermögen beurteilt wurde, umso höher wurde auch die gesundheitsbezogene Lebensqualität eingestuft.

Tabelle 16: Zusammenhang zwischen Hörleistung und Lebensqualitätsveränderungen

Scores der Fragebögen		Spearman R präoperativ	p-Wert präoperativ	Spearman R postoperativ	p-Wert postoperativ
NCIQ-Total	OI-Summenscore	0,674	< 0,001	0,573	< 0,001
Elementare Schallwahrnehmung		0,675	< 0,001	0,586	< 0,001
Sprach- und Musikwahrnehmung		0,726	< 0,001	0,499	< 0,001
Kontrolle der eigenen Stimme		0,323	0,003	0,281	0,011
Selbstwertgefühl		0,414	< 0,001	0,437	< 0,001
Aktivitätsverhalten		0,530	< 0,001	0,509	< 0,001
Soziale Kontakte		0,467	< 0,001	0,496	< 0,001

6.4.7. Korrelation zwischen Lebensqualität und Tinnituswahrnehmung

Zur Analyse der Korrelation zwischen Lebensqualität und Tinnituswahrnehmung wurden die Daten des Tinnitus-Fragebogens (TF) nach *Goebel* und *Hiller* mit denen des Nijmegen Cochlear Questionnaires (NCIQ) verglichen.

Der präoperative Wert des NCIQ-Gesamtsummenscores korreliert signifikant negativ mit dem des TF-Summenscores. Somit lässt sich vor der CI-Versorgung ein signifikanter Zusammenhang zwischen Tinnitusbelastung und der Lebensqualität feststellen. In der präoperativen Befragung korrelierten zudem die Domänen *Soziale Kontakte* sowie *Sprach- und Musikwahrnehmung* negativ signifikant mit den Ergebnissen des Tinnitus-Fragebogens. Nach der Cochlea Implantation ließen sich weder für den NCIQ-Total Score noch für die einzelnen Subdomänen des NCIQ signifikante Zusammenhänge zwischen Lebensqualität und Tinnitusbelastung zeigen.

Tabelle 17: Zusammenhang zwischen Tinnitus- und Lebensqualitätsveränderungen

Scores der Fragebögen		Spearman R präoperativ	p-Wert präoperativ	Spearman R postoperativ	p-Wert postoperativ
NCIQ-Total	TF-Gesamt-score	- 0,224	0,045	- 0,146	0,193
Elementare Schallwahrnehmung		- 0,180	0,111	- 0,053	0,641
Sprach- und Musikwahrnehmung		- 0,248	0,026	- 0,152	0,176
Kontrolle der eigenen Stimme		- 0,121	0,283	- 0,045	0,692
Selbstwertgefühl		- 0,185	0,101	- 0,108	0,339
Aktivitätsverhalten		- 0,156	0,166	- 0,164	0,144
Soziale Kontakte		- 0,221	0,048	- 0,141	0,208

6.4.8. Korrelation zwischen Tinnituswahrnehmung und Stressbelastung

In dieser Arbeit soll gezeigt werden, inwieweit eine Tinnitusbelastung das Stressempfinden bei CI-Empfängern beeinflusst. Hierbei ließen sich nur zwischen den präoperativen Werten des PSQ- und des TF-Summscores signifikante Korrelationen zeigen(s. Tab. 18).

Tabelle 18: Zusammenhang zwischen der Tinnitus- und der Stressbelastung

Scores der Fragebögen		Spearman R präoperativ	p-Wert präoperativ	Spearman R postoperativ	p-Wert postoperativ
PSQ-Summscore	TF-Gesamtscore	0,267	0,016	0,006	0,956

6.4.9. Korrelation zwischen Tinnituswahrnehmung, Depressions- und Angstsymptomatik

Zur Untersuchung des Zusammenhanges zwischen Tinnitusbelastung, Angst- und Depressionssymptomatik wurden die Werte des Tinnitus-Fragebogens von *Goebel* und *Hiller* mit denen des GAD-7 und denen des ADS-L verglichen. Für den ADS-L konnte präoperativ eine signifikante Korrelation gezeigt werden: Bei ansteigender Tinnitusbelastung wurden vermehrt depressive Symptome angegeben. Dieser Zusammenhang konnte nach der Cochlea Implantation nicht mehr beobachtet werden. Zwischen den Daten des GAD-7 und des TF zeigten sich weder prä- noch postoperativ signifikante Korrelationen. Somit hatten die Ohrgeräusche keinen Einfluss auf die Angstsymptomatik.

Tabelle 19: Zusammenhang zwischen Tinnitus, Angst- und Depressionssymptomatik

Scores der Fragebögen		Spearman R präoperativ	p-Wert präoperativ	Spearman R postoperativ	p-Wert postoperativ
ADS-L	TF-Gesamtscore	0,351	0,001	0,164	0,144
GAD-7		0,108	0,335	0,119	0,292

6.4.10. Korrelation zwischen Tinnitusbelastung und subjektiv empfundener Hörleistung

Durch den Vergleich des Oldenburger Inventars mit dem TF sollte untersucht werden, inwieweit sich eine Tinnitusbelastung auf das subjektiv eingestufte Hörvermögen auswirkt. Hierbei konnte sowohl prä- als auch postoperativ ein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden. Je niedriger die Tinnitusbelastung eingestuft wurde, desto höher wurde die Hörleistung beurteilt.

Tabelle 20: Zusammenhang zwischen Tinnitus und subjektiv empfundener Hörleistung

Scores der Fragebögen		Spearman R präoperativ	p-Wert präoperativ	Spearman R postoperativ	p-Wert postoperativ
OI-Summenscore	TF-Gesamtscore	- 0,289	0,009	- 0,221	0,048

6.5. Bedeutung demographischer Daten für den Therapieerfolg

Zu den Zusammenhängen aus den psychometrischen und audiometrischen Messungen wurde der Einfluss weiterer Faktoren auf den Therapieerfolg der Cochlea Implantat Versorgung untersucht. Hierzu wurde überprüft, inwieweit sich das Alter der Patienten, die Ertaubungsdauer und die in Taubheit verbrachte Lebenszeit auswirken. Um den subjektiv erlebten Nutzen der Studienteilnehmer zu zeigen, wurden die Werte aus der angegebenen Gesamtzufriedenheit und die tägliche Tragedauer des Cochlea Implantats herangezogen. Die audiometrischen Messungen dienen dazu den Therapieerfolg nach CI-Versorgung objektiv zu verdeutlichen. Auch hier wurde der statistische Zusammenhang durch die Rangkorrelation nach *Spearman* erhoben.

6.5.1. Bedeutung des Lebensalters

In dieser Studie konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Patientenalter und der Tragedauer des Cochlea Implantats gezeigt werden. Je älter die Patienten waren, desto seltener wurde der Sprachprozessor eingeschaltet. Zudem wurde untersucht, inwieweit das Patientenalter einen Einfluss auf die audiometrischen Messergebnisse ausgeübt hat. Hier kann man sowohl für den Freiburger Einsilbertest als auch für den OLSA signifikant inverse Zusammenhänge erkennen: Im höheren Patientenalter zeigten sich geringere Erfolge in den besagten Hörtests. Allerdings ließ sich diese signifikante Korrelation nicht für den HSM-Satztest feststellen (s. Tab. 21).

Tabelle 21: Bedeutung des Lebensalters

		Spearman R	p-Wert
Tragedauer in Stunden	Lebensalter	- 0,238	0,035
Freiburger Einsilbertest		- 0,262	0,020
HSM-Satztest		- 0,145	0,207
OLSA		0,336	0,005

6.5.2. Bedeutung der Ertaubungsdauer

An dieser Stelle soll untersucht werden, inwieweit sich die vor der CI-Versorgung bestehende Ertaubungsdauer auf den Therapieerfolg ausschlägt. Jedoch konnte lediglich ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Ertaubungsdauer und dem Freiburger Einsilbertest gezeigt werden.

Außerdem wurde analysiert, ob die Ertaubungsdauer die tägliche Benutzung des Sprachprozessors beeinflusst. Hierbei ließ sich kein signifikanter Zusammenhang darstellen.

Tabelle 22: Bedeutung der Ertaubungsdauer

		Spearman R	p-Wert
Tragedauer in Stunden	Ertaubungsdauer	0,016	0,886
Freiburger Einsilbertest		- 0,287	0,010
HSM-Satztest		- 0,130	0,256
OLSA		0,047	0,701

6.5.3. Bedeutung der audiometrischen Ergebnisse für die Gesamtzufriedenheit

Zudem wurde untersucht, inwieweit die Ergebnisse der Sprachtests mit der Zufriedenheit der Patienten zusammenhängen. Die beiden Untersuchungen im Störschall (OLSA, HSM-Satztest) zeigten keinen signifikanten Einfluss auf die durch die CI-Versorgung erreichte Zufriedenheit. Jedoch konnte eine statistisch signifikante Korrelation zwischen dem Freiburger Einsilbertest und der Patientenzufriedenheit erkannt werden. Je mehr Einsilber die Patienten richtig erkannten, desto zufriedener waren sie auch mit der Gesamtsituation nach der Cochlea Implantation.

Tabelle 23: Bedeutung der Sprachtestergebnisse für die Gesamtzufriedenheit

		Spearman R	p-Wert
Freiburger Einsilbertest	Zufriedenheit	0,311	0,007
HSM-Satztest		- 0,054	0,639
OLSA		- 0,168	0,186

7. Diskussion

7.1. Diskussion der Ergebnisse

Ziel der vorliegenden Studie war es Informationen über den komplexen Behandlungserfolg nach einer CI-Versorgung zu erhalten. Der besondere Fokus lag darauf, den komplexen Einfluss der Implantation auf die HRQOL, den Tinnitus und psychometrische Eigenschaften aufzuzeigen.

Im Zuge der CI-Versorgung konnten neben einer höheren Hörleistung und einer gestiegenen gesundheitsbezogenen Lebensqualität auch eine Linderung der Tinnitusbelastung und der psychischen Komorbidität demonstriert werden. Durch das CI wurde in der Gesamtkohorte eine verminderte Stressbelastung, Depressivität und Angstsymptomatik erfasst. Im Besonderen wurde der Einfluss der hörspezifischen HRQOL und der Tinnitusbelastung auf das psychische Wohlbefinden und das subjektiv eingeschätzte Hörvermögen sowohl prä- als auch postoperativ untersucht. Hierbei konnten zahlreiche signifikante Zusammenhänge zwischen hörspezifischer HRQOL, Tinnitus, Stress, Depression, Angst und Hörvermögen nachgewiesen werden.

Zudem gibt die vorliegende Arbeit Aufschluss über den Einfluss demographischer Daten wie Ertaubungsdauer und Lebensalter auf den Therapieerfolg. Es wurden negative Auswirkungen des Lebensalters auf die postoperativen audiometrischen Tests identifiziert. Dahingegen konnte keine Beeinflussung des Hörerfolges durch eine länger Ertaubungsdauer nachgewiesen werden. Im Folgenden werden die Beobachtungen dieser Arbeit im Kontext aktueller Literatur diskutiert.

7.1.1. Ergebnisse der Patientenkohorte

Die CI-Empfänger der vorliegenden Studie waren im Mittel 56,53 Jahre alt. Ähnliche Altersverteilungen wurden in anderen Studien mit vergleichbaren Patientenkollektiven aufgeführt (7, 10), (9, 23). Durch diese Ergebnisse kann man folgenden Trend ablesen: Das durchschnittliche Patientenalter eines CI-Kandidaten liegt zwischen 50 und 60 Jahren. Die Häufung der CI-Operationen in diesem Lebensabschnitt lässt sich durch eine zunehmende Progredienz der Schwerhörigkeit in diesem Alter begründen.

Die mittlere Ertaubungsdauer lag in dieser Studie bei 10,26 Jahren. Dies deckt sich mit den Daten anderer Studien (10, 132).

7.1.1.1. Veränderungen in der Hörleistung

Zum Zeitpunkt der audiometrischen Tests konnte ein offenes Sprachverständnis sowohl für Einsilber in Ruhe als auch für Sätze des *Oldenburger* und *HSM*-Satztests unter Störlärmbedingungen beobachtet werden. Die mittlere Verständlichkeit im Freiburger Einsilber lag bei 51,58 %, im HSM-Satztest bei einem Signal-Rauschabstand von 15 dB erreichten die Patienten im Durchschnitt 51,1 % Sprachverstehen und im OLSA wurde im Mittel eine Sprachverständlichkeitsschwelle von 4,45 dB erreicht. Ähnliche Ergebnisse wurden auch in anderen Studien ermittelt. *Herzog* et al. fanden sechs Monate nach CI-Versorgung ein Einsilber Verständnis von 41-44 % und ein Verständnis von knapp über 50 % im HSM-Satztest mit ebenfalls 15 dB Signal-Rauschabstand (133).

Trotz dieser im Durchschnitt zufriedenstellenden Sprachtestergebnisse sechs Monate nach erfolgter Cochlea Implantation variierte das Outcome stark. Sowohl im Freiburger Einsilber Test bei 65 dB als auch beim HSM-Satztest bei 70 dB erreichten die schlechtesten Patienten 0 % Verständnis und die besten 100 %. Vergleichbare Ergebnisse wurden bei *Lazard* et al. beobachtet. Die mittlere Sprachverständlichkeit für zweisilbige Wörter lag ein Jahr nach CI-Versorgung bei 70 %. Auch hier lagen die Werte zwischen 0 und 100 % Verständlichkeit (134).

Tonaudiogramm und Sprachaudiometrie erfassen nicht alle Schwierigkeiten beim Hören, die hörgeschädigte Patienten im Alltag erfahren. Deshalb wurde in der aktuellen Studie zusätzlich zu den audiometrischen Messungen ein Bewertungsfragebogen, das *Oldenburger Inventar*, verwendet, welches die subjektiv empfundene Hörleistung erfasst (112).

Nach der CI-Versorgung gaben die Patienten ein verbessertes Hörvermögen sowohl in Ruhe als auch bei lauten Umgebungsgeräuschen an. Ebenso wurde das Richtungshören besser bewertet. Hierbei konnte die deutlichste Verbesserung beim Hören in Ruhe gezeigt werden. Sechs Monate nach der CI-Versorgung konnte ermittelt werden, dass das Gehör der Studienteilnehmer im Vergleich zum Hörvermögen Normalhörender in Ruhesituationen 71,2 %, bei Störgeräuschen 56,8 % und ihr Richtungshören 57,4 % betrug. In der Studie von *Meis* et al. beurteilten die Kandidaten mit unilateraler CI-Versorgung ebenfalls ihre Hörleistung mit dem *Oldenburger Inventar*. Die selbstbeurteilte Leistung war dort jedoch deutlich geringer (*Hören in Ruhe* 60 %, *Hören im Störgeräusch* 40 %, *Richtungshören* ~ 40 %). Auch hier wurde mit Abstand das beste Hörvermögen in Ruhe erreicht, wobei das Hören bei Störgeräuschen und das Richtungshören ungefähr gleich stark beurteilt wurden (135). Richtungshören gilt als wichtige Voraussetzung für ein gutes Sprachverstehen bei Störgeräuschen. Hierdurch kann der Zuhörer die Signale zweier

benachbarter Schallquellen getrennt verarbeiten, womit das Sprachsignal verstanden und das Störgeräusch aus der anderen Lokalisation ignoriert wird (136). Richtungshören und die Spracherkennung im Störgeräusch beruhen jedoch auf einem beidseitigen Hörvermögen. Somit ist nachvollziehbar, weshalb die Verbesserungen in der vorliegenden unilateral versorgten Patientenkohorte am stärksten das Hören in Ruhe betrafen. Zum anderen gehören die Schallquellenlokalisation und die Geräuschfiltration zu den komplexeren Hörleistungen, welche nur indirekt durch das CI gesteigert werden.

7.1.1.2. Veränderungen in der Tinnitusbelastung und -lautheit

CI-Empfänger stellen eine spezielle Untergruppe der Hörgeschädigten innerhalb der Tinnitus-Patienten dar. Denn bei ihnen sind wesentliche Strukturen des Hörens, die äußeren und inneren Haarzellen, komplett ausgeschaltet. Hierdurch kann man anhand dieser Patienten den Einfluss elektrischer Stimulation des Hörnervs bei hochgradig geschädigten Haarzellen prüfen (29).

Die Outcome-Spanne der Veränderungen im Tinnitusempfinden nach einer CI-Versorgung ist beträchtlich. Sie reicht vom totalen Verschwinden bis zum postoperativen Neuauftreten. Zum heutigen Zeitpunkt ist nicht eindeutig geklärt, bei welchen Patienten kein, ein partielles oder ein gänzlich Verschwinden des Tinnitus erreicht werden kann. (77).

In der vorliegenden Arbeit gaben 58 der 81 Studienteilnehmer an unter präoperativen Tinnitus gelitten zu haben. Dies entspricht einem Prozentsatz von 71,60 % und liegt unter dem Anteil der Patienten, welche in den früheren Arbeiten von *Olze* et al. eine chronische Tinnitusbelastung angaben. In den letzten Studien der CI-Arbeitsgruppe lag die Tinnitusprävalenz deutlich höher zwischen 87,5 und 90,7 %. Dies könnte daran liegen, dass die Patienten bei retrospektiver Betrachtung ihre Situation vor der CI-Versorgung deutlich schlechter einschätzten als bei der prospektiven Befragung der aktuellen Arbeit (137, 138).

Mit dem klinikeigenen Tinnitusbogen wurde der Empfehlung von *Kompis* et al. nachgegangen sowohl die Tinnituslautstärke als auch die Tinnitusbelastung erfassen (77).

60 der 77 Patienten, welche den klinikeigenen Bogen ausfüllten, gaben an Ohrgeräusche zu haben (77,92 %). Somit waren in dieser Studie bei 6,32 % der Teilnehmer Ohrgeräusche vorhanden, ohne die geringsten Tinnitus-assoziierten Beschwerden auszulösen. Der Zusammenhang zwischen Tinnituslautheit und -belastung lässt sich noch nicht ausreichend nachvollziehen. Zwar lässt sich eine generelle Korrelation zwischen beiden Variablen erkennen, Kliniker werden jedoch mit dem rätselhaften Phänomen konfrontiert, dass ein lauter Tinnitus keinen deutlichen

Einfluss auf das Wohlbefinden und die psychosoziale Funktion des Patienten hat, während andere trotz relativ geringer Intensität des Tinnitus starke Beeinträchtigungen erfahren (35).

Insgesamt konnte in dieser Studie die hohe Prävalenz von Tinnitus bei CI-Empfängern bestätigt werden. Die Ergebnisse stimmen mit denen von *Baguley et Atlas* überein. Diese fanden in ihrem Review unter Berücksichtigung 18 relevanter Studien eine Prävalenz zwischen 67 und 100 %. Im Mittel lag diese bei 80 % (26). Auch in zwei aktuelleren Studien lagen die Prävalenzwerte von Tinnitus bei CI-Kandidaten zwischen 71,8 und 76,5 % (60, 77).

In der vorliegenden Arbeit gaben präoperativ 55,56 % Patienten an, einen chronisch kompensierten und 16,05 % einen chronisch dekompenzierten Tinnitus zu haben. Postoperativ kam es zu einer 18,51 %igen Reduzierung der Patientenzahl, die eine Belastung durch Ohrgeräusche angab. Hierbei war der Tinnitus in 48,15 % chronisch kompensiert und nur noch in 4,94 % dekompenziert. Insgesamt konnte eine signifikante Minderung der Tinnitusbelastung beobachtet werden. Zudem kam es postoperativ sowohl zu einer Reduktion der Tinnituslautstärke als auch zu einer Abnahme der Patientenzahl, welche Tinnitus unabhängig vom Belastungsgrad angab.

Demzufolge kann der positive Einfluss eines Cochlea Implantats auf den Tinnitus bestätigt werden. Bereits 1976 wurde die postoperative Suppression von Ohrgeräuschen bei CI-Empfängern beschrieben (74). Bezogen auf die Tinnitusbelastung konnte in 39,51 % eine gebesserte Situation aufgezeigt werden. Hierbei kam es in 23,46 % zu einem kompletten Verschwinden und in 16,05 % zu einer Abnahme der mit dem Tinnitus assoziierten Beschwerden.

Bezogen auf die Lautstärke konnten ähnliche Veränderungen beobachtet werden. In 41,34 % zeigte sich ein positiver Effekt der CI-Versorgung: In 14,29 % konnte eine totale Suppression der Ohrgeräusche und in 35,06 % eine Abnahme des Tinnitus beobachtet werden. Im Vergleich zu früheren Studien der Arbeitsgruppe *Olze et al.* wurde ein geringerer positiver Einfluss der Implantation auf die Ohrgeräusche dokumentiert. Hier konnte eine Verbesserung der Tinnitusbelastung in 64 bis 75 % verzeichnet werden. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass zum einen die präoperative Tinnitusbelastung mit 30,9 bis 33,4 Punkten im Tinnitus-Fragebogenscore, im Vergleich zu dem Score dieser Arbeit von 20,38 Punkten, deutlich höher war und zum anderen die Prävalenz von 87,5 % bis 90,7 % die Rate von 71,6 % in der vorliegenden Studie klar übertraf (137, 138). In der Literatur wird die positive Wirkung eines Cochlea Implantats auf den Tinnitus belegt. *Baguley* und *Atlas* sowie *Miyamoto* und *Michay* berichteten in ihren Literaturübersichtsarbeiten über eine Tinnitusverbesserungsrate zwischen 34 und 93 % (26, 75). *Kompis et al* stellten in einer prospektiven multizentrischen Studie mit 174 CI-

Empfängern in 48,85 % eine sich auf die Ohrgeräusche positiv auswirkende Beeinflussung durch die Implantation fest. In 14,37 % kam es hierbei zu einem kompletten Auslöschen des Tinnitus und in 34,48 % zu geminderten Beschwerden (77).

Der Vergleich der Literatur wird jedoch dadurch erschwert, dass in den meisten Arbeiten bei einem kleinen Patientenkollektiv nicht normierte und nicht validierte Fragebögen eingesetzt wurden (26, 60, 75). Validierte Messinstrumente wurden lediglich von einer kleinen Anzahl von Autoren verwendet (23, 60, 76, 77, 81). Es mangelte vor allem an Aussagen zum präoperativen Beschwerdegrad und zum Ausmaß der postoperativen Verbesserungen. Unterschiedliche Messzeitpunkte und Messmethoden erschwerten die Beurteilung. Zum Teil fand nur eine qualitative Bewertung der Geräusche wie z.B. *besser*, *keine Änderung* und *schlechter* statt (88). Zusätzlich wurden die Grenzen, bei denen eine Veränderung des Tinnitus aufgezeichnet wurde, unterschiedlich gesetzt. *Kompis* et al. beschrieben diese erst ab einer 10-prozentigen Veränderung der Beschwerden (77). In der vorliegenden Studie wurde eine Veränderung aufgezeichnet sobald der CI-Empfänger in einen anderen Schweregrad nach *Goebel* und *Hiller* wechselte.

Auf welche Weise die CI-Versorgung einen positiven Effekt auf den Tinnitus ausübt wird noch untersucht. Eine Erklärung für die positive Beeinflussung könnte sein, dass das CI einen akustischen Maskierungseffekt auf den Tinnitus bewirkt (79). Dies allein reicht allerdings nicht aus, um den Benefit eines CI auf den Tinnitus zu erklären. Denn in den meisten Fällen, in denen es postoperativ zu einer vollen Suppression oder zu einer Reduzierung des Tinnitus kommt, persistiert auch der Effekt, wenn der Sprachprozessor ausgeschaltet ist. Zudem bewirkt eine unilaterale Versorgung in den meisten Fällen bilaterale positive Effekte auf den Tinnitus (60, 76, 81). Dies wurde auch in dieser Arbeit beobachtet: Zum einen gaben 40,74 % der Patienten, bei denen eine postoperative Abnahme der Tinnitusintensität auftrat, auch nach Abschalten des Gerätes keine Intensivierung der Geräusche an (Residuale Inhibition). Zum anderen betrafen die 38 postoperativen Verbesserungen bei den 27 Patienten, welche eine Minderung der Ohrgeräusche erfuhren, zu 60,53 % das CI-Ohr und zu 40,74 % das Gegenohr.

Mo et al. beobachteten 2002, dass ein CI signifikant größere Effekte auf die Tinnitus-suppression hatte als ein Hörgerät. Diesen Effekt führten sie auf eine direkte Stimulation von Nervenfasern durch das CI zurück (88). Obwohl die Verbesserung auf Aktivierungen von Nervenfasern zurückgehen könnte, weisen neuere Arbeiten über die Tinnituspathogenese darauf hin, dass auch die Reorganisation der zentralen Hörbahn eine Rolle spielt. Hierfür spricht, wie auch in der vorliegenden Arbeit belegt, dass ein CI auch einen Einfluss auf den kontralateralen Tinnitus haben kann (26, 60, 76, 81). Nach *Di Nardo* et al. könnte die direkte elektrische Stimulation des

CI einen Kurzzeit-Effekt auf die Tinnitus-suppression haben, wohingegen zentrale plastische Modifikationen eine Rolle in der Langzeit- und bilateralen Tinnitusunterdrückung haben (76).

Weitere Informationen zur Tinnituspathogenese können durch bildgebende Verfahren geliefert werden. In zwei Studien wird der Effekt eines Cochlea Implantats mittels Positronenemissionstomographie (PET) veranschaulicht: *Osaki et al.* zeigten mittels PET bei Patienten mit residueller Inhibition des Tinnitus nach Implantatanwendung eine vermehrte Aktivität der rechten anterioren mittleren und superioren Gyri temporales. Bei Wahrnehmung der Ohrgeräusche dagegen war das rechte Kleinhirn aktiviert. Dies verdeutlicht, dass Tinnitus und Residualinhibition in Zusammenhang mit kortikalen Netzwerken übergeordneter auditiver Verarbeitung, des Gedächtnisses und der Aufmerksamkeit stehen (80).

Des Weiteren wird die Aufmerksamkeit nach einer CI-Versorgung vom Tinnitus weg und zu Umgebungsgeräuschen hin verschoben. So wird die Wahrnehmung der Geräusche vermindert und infolgedessen auch die Tinnitus assoziierten negativen emotionalen Auswirkungen (76). Dies wird durch den signifikant geminderten TF-Gesamtscore auch in dieser Arbeit bestätigt.

In der vorliegenden Studie gaben acht Patienten an den Tinnitus nur bei abgeschaltetem Gerät zu bemerken. 27 Patienten gaben eine postoperative Verbesserung der Tinnituslautheit an. Hierbei blieben die Verbesserungen bei elf Teilnehmern auch nach Ausschalten des Sprachprozessors konstant, bei neun Patienten kam es einem Wiederanstieg und bei sieben zu einer weiteren Abnahme der Ohrgeräusche nach Abschalten des Gerätes. Dies stimmt mit den Ergebnissen anderer Arbeiten überein. *Bovo et al.* stellten fest, dass bei 44,4 % sowohl bei ausgeschaltetem als auch bei eingeschaltetem Sprachprozessor eine Lautstärkenminderung auftrat (60). In der Studie von *Quaranta et al.* blieb der Tinnitus bei 34,1 % der Teilnehmer sowohl bei aktiviertem als auch bei deaktiviertem Implantat aus. In 21,9 % war der Tinnitus nur bei ausgeschaltetem CI vorhanden und verschwand beim Einschalten, wohingegen bei 7,3 % der Tinnitus nur bei eingeschaltetem CI bestand (81). Der Effekt, dass der positive Einfluss des Implantats auch nach Beenden des Sprachprozessors noch anhält, könnte auf die zentrale plastische Reorganisation zurückzuführen sein, die nach sechs Monaten bereits eingesetzt haben könnte (30). Der beobachtete Wiederanstieg des Tinnitus lässt sich mit der Theorie der akustischen Maskierung erklären. Jedoch lässt sich der von *Quaranta et al.* beschriebene Effekt, dass bei einem Anteil der CI-Empfänger die Geräusche nur bei Nutzung des Implantats vorhanden sind und die Beobachtungen der vorliegenden Arbeit, dass bei manchen Patienten nach Beenden des Geräts eine Besserung der Tinnitus-symptomatik eintrat, nur unzureichend erklären (81).

Bei 3,70 % der CI-Empfänger nahmen die Tinnitus-assoziierten Beschwerden zu und bei 7,76 % der Patienten kam es im Zuge der Implantation zu einer Intensivierung der Ohrgeräusche. Bei 4,94 % zeigte sich postoperativ eine neu entwickelte kompensierte Tinnitusbelastung und 6,49 % der Teilnehmer gaben postoperativ einen neu wahrgenommenen Tinnitus an. Hiermit trat in der vorliegenden Arbeit, im Gegensatz zu den früheren Studien der CI-Arbeitsgruppe von Olze et al., sowohl eine Zunahme von Tinnituslautstärke und der Tinnitus-assoziierten Beschwerden als auch ein Neuauftreten von Tinnitus in Folge der CI-Versorgung auf (137, 138). Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit decken sich mit denen der aktuellen Literatur. Eine Intensivierung der Ohrgeräusche trat bei 0 bis 26 % der Patienten auf (26, 29, 60, 76, 77). Ein postoperatives Neuauftreten von Tinnitus wurde bei 0-12 % der Patienten beobachtet (29, 76-78).

Bei der Implantation kann sowohl durch die Operation, als auch durch funktionstechnische Ursachen, Tinnitus neu auftreten. Intraoperativ kann durch das Bohrgeräusch ein Tinnitus entstehen (87). Die Implantation und Elektrodeninsertion können traumatisch für noch restfunktionsfähige cochleäre Strukturen sein und über nekrotische und apoptotische Mechanismen zum Zelluntergang führen, was wiederum den Tinnitus beeinflussen kann (85, 86).

7.1.1.3. Veränderungen der gesundheitsbezogenen Lebensqualität

HRQOL ist ein Messparameter, der es erlaubt die Auswirkungen eines Gesundheitszustandes, wie zum Beispiel Hörverlust, auf das tägliche Leben zu bewerten (12).

In der vorliegenden Studie werden die Forderungen von *Krabbe* et al. erfüllt, indem sowohl ein generischer Fragebogen, der SF-36, als auch ein krankheitsspezifischer Fragebogen, der NCIQ, verwendet wurde, um die Auswirkungen eines CI auf die HRQOL aufzunehmen (69).

Im Gegensatz zu anderen Studien stuften die Teilnehmer ihre präoperative HRQOL in fünf der sechs Skalen des NCIQ ungefähr gleichwertig ein. Die Werte bezogen auf *Elementare Schallwahrnehmung*, *Sprach- und Musikwahrnehmung*, *Selbstwertgefühl*, *Aktivitätsverhalten* und *Soziale Kontakte* lagen alle zwischen 39,29 und 45,72 Punkten. In vorherigen Studien wurden stets *Elementare Schallwahrnehmung* und *Sprach- und Musikwahrnehmung* als schlechteste Bereiche der HRQOL beurteilt. Diese Beobachtungen wirken nachvollziehbar, da eine ausgeprägte Schwerhörigkeit direkte Auswirkungen auf diese beiden Bereiche hat. Die Tatsache, dass in dieser Studie die Bereiche *Selbstwertgefühl*, *Aktivitätsverhalten* und *Soziale Kontakte* ähnlich negativ angegeben wurden, spiegelt die komplexen Auswirkungen einer Schwerhörigkeit auf die verschiedenen Bereiche des täglichen Lebens wider. In der aktuellen Studie wurde lediglich die Sprachproduktion mit einem Ausgangswert von 70,69 deutlich höher eingestuft. Auch in anderen

Studien schnitt die Subdomäne der *Kontrolle der eigenen Stimme* präoperativ am besten ab (10, 11, 62, 69). Anscheinend wird die Sprachproduktion, wie zum Beispiel die Kontrolle der Stimm-
lautstärke und der Stimmklang, in einem geringeren Maß vom Hörvermögen beeinflusst.

In der vorliegenden Arbeit fanden sich postoperativ sowohl in den sechs Subdomänen als auch im NCIQ-Gesamtscore signifikante Verbesserungen. Die größte Veränderung fand sich erwartungsgemäß mit einem Anstieg um 20,15 Punkte im Bereich der *Elementaren Schallwahrnehmung*. Auch andere Studien ordneten den signifikantesten Zugewinn dieser Subdomäne zu (10, 11, 62, 69). Am niedrigsten wurde die Verbesserung mit 5,85 Punkten in der Subdomäne der *Kontrolle der eigenen Stimme* beurteilt. Ähnliche Ergebnisse fand man in den Studien von *Cohen et al.* sowie *Klop et al.* Auch dort zeigte sich die geringste Verbesserung im Bereich der Sprachproduktion (11, 61). Dies könnte durch verhältnismäßig hohe präoperative Ausgangswerte begründet werden. In der vorliegenden Studie lag dieser bei 70,69 Punkten. Bei *Klop et al.* wurden sogar 85,5 von 100 maximal möglichen Punkten dokumentiert (11). In den anderen Subdomänen wurde von den Patienten in dieser Arbeit mit 39,29 bis 45,72 Punkten eine wesentlich geringere Ausgangslage angegeben. Somit könnte es einfacher gewesen sein, Verbesserungen in diesen Bereichen zu erreichen. Die Steigerungen in den übrigen Domänen lagen bei unseren Studienteilnehmern zwischen 10,81 und 17,27 Punkten. Dies bestätigt den über die auditiven Verbesserungen hinausgehenden Gewinn an Lebensqualität (10, 11, 61, 62, 69). Zusammenfassend lässt sich zeigen, dass eine CI-Versorgung zu einem erheblichen Profit in den Bereichen *Sozialverhalten*, *Aktivitätsverhalten*, sowie dem eigenen *Selbstwertgefühl* führt.

Die Bewertung der allgemeinen HRQOL erfolgte mit dem SF-36. Bei der präoperativen Befragung schätzten die Patienten ihren körperlichen Gesundheitszustand positiver ein als ihre psychische Verfassung. Dies macht sich sowohl in der *psychischen* und *körperlichen Summenskala* als auch in den meisten zugehörigen Subskalen bemerkbar. Die einzelnen Subskalenwerte des körperlichen Gesundheitszustandes lagen zwischen 63,15 und 86,69 Punkten, wohingegen die Werte des psychischen Gesundheitszustandes zwischen 56,95 und 72,84 Punkten variierten. Auch in anderen Studien gaben die Patienten vor der CI-Versorgung tendenziell an, dass ihre körperliche Gesundheit die aktuelle psychische Verfassung übertraf (8, 10, 69). Diese Tendenz konnte jedoch nicht in sämtlichen relevanten Studien ausgemacht werden. Es wichen vor allem die Werte des psychischen Gesundheitszustandes von den Ergebnissen dieser Studie ab (7, 71). Hierbei lässt sich nicht eindeutig bestimmen, ob diese Differenzen auf die individuell unterschiedlich bemessene Bedeutung einer Hörbeeinträchtigung oder den persönlichen Gesundheitszustand zurückzuführen sind, oder ob der SF-36 sich nicht für die Beurteilung von Hörstö-

rungen eignet. Letzteres wird durch *Horner-Johnson* et al. gestützt: Beim Vergleich der Ergebnisse des SF-36 zwischen gesunden Erwachsenen und schwerhörigen Patienten ohne funktionelle Einschränkungen ließen sich keine Abweichungen feststellen (139).

Postoperativ kam es zu einer Verschlechterung sowohl für die körperliche Summenskala als auch für die zugehörigen Subskalen. Hierbei gab es allerdings bei der *Körperlichen Rollenfunktion* und dem *Allgemeinen Gesundheitszustand* keine signifikanten Änderungen. Die Werte der körperlichen und psychischen Summenskalen glichen sich im postoperativen Verlauf an. Während präoperativ die körperliche der psychischen noch 7,56 Punkte überlegen war, unterlag diese postoperativ um 2,02 Punkte. Diese Annäherung lässt sich auf die signifikanten Verbesserungen der psychischen Summenskala sowie der zugehörigen Subskalen *Soziale Funktionsfähigkeit* und *Psychisches Wohlbefinden* bei gleichzeitiger Verschlechterung des oben beschriebenen körperlichen Gesundheitszustandes zurückführen. Scheinbar sind die beiden Kategorien *Soziale Funktionsfähigkeit* und *Psychisches Wohlbefinden* miteinander verknüpft. Ein CI könnte eine Depression, die durch soziale Isolation und Einsamkeit ausgelöst wurde, verbessern, was wiederum zu einer besseren sozialen Funktionsfähigkeit des Patienten führen könnte. *Hirschfelder* et al. fanden in ihrer Studie ähnliche Ergebnisse. Beim Vergleich des SF-36 vor und nach Versorgung kam es im Verlauf hauptsächlich zu Verschlechterungen des körperlichen Gesundheitszustandes, wohingegen Verbesserungen der psychischen Verfassung zu verzeichnen waren. Hierbei kann die Verschlechterung des körperlichen Gesundheitszustandes mit dem natürlichen Alterungsprozess in Zusammenhang gesetzt werden (10). In weiteren Studien wurde der positive Einfluss einer Cochlea Implantation auf den psychischen Gesundheitszustand nachgewiesen (7, 8, 69, 71). Jedoch wurde nicht in sämtlichen Fällen eine Verschlechterung des körperlichen Gesundheitszustandes dokumentiert (7, 71). *Chung* et al. fanden in einer prospektiven Studie mit 283 Teilnehmern ein Jahr nach Implantation Verbesserungen in allen Subskalen des SF-36, wobei diese in fünf der acht Skalen signifikant waren. Die in der Literatur gefundenen Unstimmigkeiten bezüglich der Skalenwerte des SF-36 wurden durch die Autoren auf unterschiedliche Studiendesigns zurückgeführt: Die meisten Studien wurden in ihrer Aussagekraft durch ihr retrospektives Design eingeschränkt, während andere Untersuchungen durch ihre geringe Teilnehmerzahl in ihrer Aussagekraft gemindert wurden (7). In der vorliegenden Arbeit wurde jedoch ein prospektives Design angewandt. Auch die Teilnehmerzahl von 81 Patienten übersteigt die vieler anderer Studien (8, 10, 69, 71). Die abweichenden Ergebnisse aus der Literatur könnten auch durch das Fehlen der nötigen Sensitivität des SF-36 klinisch bedeutende Veränderungen bei schwerhörigen Patienten zu erkennen bedingt sein (8, 71).

Insgesamt kam es durch die Cochlea Implantation zu einer signifikanten Verbesserung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität. Dies zeigte sich vor allem in den hörspezifischen Bereichen, aber auch in generellen Aspekten, wie der Verbesserung der psychischen Gesundheit.

7.1.1.4. Veränderungen der subjektiven Stressbelastung

Durch den PSQ wurde die aktuelle subjektiv erlebte Belastungssituation erfragt. In der aktuellen Studie wurde untersucht, ob Schwerhörigkeit zu einem verstärkten Belastungsempfinden führt. Im Durchschnitt lag der präoperative PSQ-Summscore bei den CI-Empfängern bei 0,36 Punkten. Dies zeigt, dass vor der Versorgung bei den Patienten nur ein gering ausgeprägtes Stresserleben vorhanden war. Im Vergleich zu dem durchschnittlichen Wert von 0,33 Punkten im Summscore des PSQ, der in der epidemiologischen Studie von *Fliege* et al. aufgezeigt wurde, konnte in der vorliegenden Studie ein leicht höheres Belastungsempfinden beobachtet werden (64). Dies gibt einen Hinweis darauf, dass eine Schwerhörigkeit zu einem, im Vergleich zu Normalhörenden, erhöhten Belastungsempfinden führt.

Gestützt wird dies durch die Tatsache, dass es sechs Monate nach der Implantation zu einer signifikanten Verbesserung des PSQ-Summscores kam. Des Weiteren konnte eine signifikante Abnahme in der Skala *Sorgen* beobachtet werden. Kummer, Frustration und Zukunftsängste wurden durch die CI-Versorgung deutlich reduziert. Auch in den Skalen *Anspannung* und *Anforderung* kam es zu einer tendenziellen, wenn auch nicht signifikanten Abnahme der zugehörigen Merkmale: Unausgeglichenheit, Erschöpfung und Fehlen von körperlicher Entspannung wurde postoperativ vermindert angegeben. Zudem fühlten sich die Studienteilnehmer weniger von externen Stressoren, wie Termindruck, Zeitmangel und Aufgabenbelastung beeinträchtigt. Im Vergleich mit den von *Fliege* et al. untersuchten gesunden Erwachsenen konnte bei dem Patientenkollektiv dieser Arbeit in der postoperativen Situation keine Differenz mehr festgestellt werden (64). Auch in früheren Studien der Arbeitsgruppe von *Olze* et al. wurde eine signifikante Abnahme der Stressbelastung nach der CI-Versorgung beobachtet. In diesen Arbeiten wurde jedoch, im Vergleich zu der vorliegenden Untersuchung, eine deutlich höhere präoperative Stressbelastung festgestellt. Nach der Versorgung zeigten sich vergleichbare Werte. Dies könnte zum Teil durch die höhere Tinnitus Belastung und Prävalenz der Ohrgeräusche der Studienteilnehmer in diesen Arbeiten bedingt gewesen sein (137, 138).

7.1.1.5. Veränderungen in der Anwendung von Bewältigungsstrategien

Mit dem Brief-COPE werden verschiedene Maßnahmen zur Bewältigung von belastenden Ereignissen und deren Folgen erfasst. Es werden sowohl positive als auch negative Bewältigungsstrategien beobachtet, wobei durch die Herangehensweise das körperliche und psychische Wohl beeinflusst wird (123).

Kurz vor der Cochlea Implantation gaben die Studienteilnehmer an ihre Probleme hauptsächlich durch aktive Problembewältigung sowie durch Planen, wie die Situation gebessert werden kann, zu lösen. Des Weiteren versuchten die CI-Patienten mit Humor, Akzeptanz und positivem Denken die Situation zu bewältigen. Ein weiterer erheblicher Anteil der Teilnehmer versuchte sich durch instrumentelle und emotionale Unterstützung Hilfe zu holen. Ausweichende Coping-Maßnahmen wie Verleugnung, Selbstbeschuldung und Ausleben von Emotionen wurden am wenigsten angegeben. Gerade vor einer CI-Versorgung mussten sich die Patienten aktiv um ihr Hörproblem kümmern und auch Hilfe von außen, wie z.B. dem medizinischen Fachpersonal, annehmen. Dies erklärt die hohe Inanspruchnahme der Bewältigungsmaßnahmen der Ebenen *Aktive Problembewältigung*, *Unterstützung suchen* und *Positiv Denken* des Brief-COPE.

Mit Minderung der subjektiven Belastungssituation nach der CI-Versorgung konnte auch eine Veränderung im Coping gezeigt werden. Die Studienteilnehmer verwendeten nach der Implantation weniger Unterstützung suchende Strategien. Dies könnte daran liegen, dass ein Teil ihrer Probleme, welche durch die Schwerhörigkeit auftraten, durch das CI gemindert wurden.

Im Gegensatz zur vorliegenden Arbeit wurden in früheren Studien der CI-Arbeitsgruppe der Charité kein Abnehmen von ausweichenden Bewältigungsstrategien und keine Zunahme an optimistischen Einstellungen gefunden. Diese Unterschiede könnten auf die präoperativ höhere Stressbelastung der CI-Empfänger in den vorherigen Arbeiten zurückzuführen sein (137, 138).

7.1.1.6. Veränderungen von Depressions- und Angstsymptomen

In früheren Arbeiten wurde depressives Verhalten, Einsamkeit, erhöhtes Misstrauen sowie soziale Ängstlichkeit und Isolation verstärkt bei Patienten mit moderatem bis schwerem Hörverlust gefunden (16). Mit der ADS-L und der GAD-7 Depressions- und Angstsymptome abgefragt. Bei den CI-Empfängern der vorliegenden Studie konnte vor der Operation im Durchschnitt keine ernsthafte depressive Störung festgestellt werden. Dennoch kam es nach der CI-Versorgung zu einer signifikanten Abnahme der depressiven Symptomatik. Ähnliches ließ sich in Bezug auf die Ängstlichkeit der Studienteilnehmer feststellen: Präoperativ zeigte sich eine gering ausgeprägte

Angstsymptomatik. Nach der Implantation konnte nur noch eine minimal ausgeprägte Ängstlichkeit in der Patientenkohorte detektiert werden. Auch in einer vorherigen Studie der CI-Arbeitsgruppe konnte eine signifikante Abnahme ängstlicher und depressiver Symptome gezeigt werden. Wie bereits bei der Tinnitus- und Stressbelastung beschrieben, war im Vergleich zur vorliegenden Arbeit auch hier eine höhere präoperative Depressions- und Angstsymptomatik vorhanden. Der präoperative ADS-L und GAD-7 Wert lag deutlich über den Werten der vorliegenden Arbeit. Dies könnte wiederum an der höheren Tinnitus- und Stressbelastung der Patienten der vorherigen Arbeit liegen. Im Umkehrschluss könnte aber auch die höhere Angst- und Depressionssymptomatik zu einer erhöhten Tinnitus- und Stressbelastung geführt haben (137).

Ähnliche Ergebnisse wurden in der prospektiven Studie von *Mo et al.* festgehalten: Ein Jahr nach Cochlea Implantation wurde in einer Studienkohorte mit postlingual ertaubten Erwachsenen eine signifikante Abnahme ängstlicher und depressiver Symptome gezeigt (71).

7.1.2. Zusammenhänge zwischen der HRQOL, Tinnitus und psychometrischen Daten

Aus der Literatur ist der Zusammenhang zwischen erworbenem Hörverlust und psychischen Störungen bekannt (16). Eine chronische Tinnitusbelastung, welche bei CI-Kandidaten gehäuft vorkommt, kann durch soziale, berufliche und psychologische Auswirkungen der Ohrgeräusche zu einer schweren Störung und Behinderung führen (26).

Um den komplexen Behandlungserfolg einer CI-Versorgung besser zu verstehen, ist es notwendig eine Vielzahl an Informationen aufzunehmen. Dies ist wichtig, um potenziellen CI-Empfängern ein realistisches Bild des Einflusses eines CI auf das tägliche Leben zu vermitteln. Nachfolgend werden die Auswirkungen einer Tinnitusbelastung und einer geminderten Lebensqualität auf psychische Komorbiditäten und das subjektiv empfundene Hörvermögen diskutiert.

7.1.2.1. Zusammenhang zwischen der hörspezifischen und der allgemeinen HRQOL

In der vorliegenden Arbeit erfüllten wir die Forderung von *Krabbe et al.* zur Beurteilung des Einflusses einer CI-Versorgung, sowohl ein krankheitsspezifisches (NCIQ) als auch ein generisches Messinstrument (SF-36) zu verwenden (69). Hierbei sollte der Zusammenhang zwischen beiden Parametern aufgezeigt werden. In der vorliegenden Arbeit zeigte sich sowohl prä- als auch postoperativ eine signifikante Korrelation zwischen dem NCIQ-Gesamtsummenscore und den Summenskalen des SF-36. Dies macht deutlich, dass der durch die CI-Versorgung erzielte

Gewinn an hörspezifischer Lebensqualität einen Einfluss auf den allgemeinen körperlichen und psychischen Gesundheitszustand ausübt.

7.1.2.2. Zusammenhang zwischen der hörspezifischen HRQOL, der Stressbelastung und den Bewältigungsstrategien

In dieser Arbeit konnte eine geminderte Stressbelastung nach der CI-Versorgung gezeigt werden. Die durch das CI gehobene HRQOL hatte positive Auswirkungen auf die von den Empfängern empfundene Stressbelastung und die Bewältigungsstrategien. Sowohl prä- als auch postoperativ konnten signifikant negative Korrelationen zwischen dem NCIQ-Summscore und dem PSQ-Score gezeigt werden. Signifikant positive zeigten sich hingegen für den NCIQ-Summscore und die Skala positives Denken des COPE. Hierbei waren die Korrelationen vor der CI-Versorgung stärker ausgeprägt. Dies zeigt, dass die Stressbelastung, die nach der CI-Versorgung bestand, eine deutlichere Unabhängigkeit zur hörspezifischen Lebensqualität entwickelt hat.

Die Ergebnisse decken sich mit früheren Ergebnissen der Arbeitsgruppe *Olze et al.* und zeigen einen signifikanten Einfluss der hörspezifischen Lebensqualität auf das Stresserleben und das Coping. Je höher die HRQOL eingestuft wurde, desto niedriger wurde die Stressbelastung bewertet und desto häufiger wurden positive Bewältigungsstrategien angewandt (137).

7.1.2.3. Zusammenhang zwischen der hörspezifischen HRQOL, der Depressions- und Angstsymptomatik

Der Zusammenhang zwischen Hörverlust, Depressivität, Einsamkeit, sozialer Ängstlichkeit und Isolation wurde bereits in zahlreichen Arbeiten dokumentiert (16). In der vorliegenden Studie wurde der Einfluss der hörspezifischen Lebensqualität auf Angst- und Depressionssymptomatik untersucht. Es konnte sowohl prä- als auch postoperativ ein signifikant negativer Zusammenhang zwischen HRQOL und Depressivität festgestellt werden. Hierbei wurde vor der CI-Versorgung eine stärkere Korrelation beobachtet. Vor der Implantation ließ sich ebenfalls ein signifikant negativer Zusammenhang zwischen Lebensqualität und Angstsymptomen feststellen. Nach sechs Monaten war dieser nicht mehr signifikant.

Auch hier kann gezeigt werden, dass nach der Versorgung die Angst- und Depressionssymptomatik weniger durch die Hörminderung beeinflusst wurde. Somit ähneln die aktuellen Ergebnisse denen einer früheren Studie der CI-Arbeitsgruppe der Charité Berlin: Es konnten sowohl prä- als auch postoperativ signifikant negative Korrelationen zwischen hörspezifischer gesundheitsbezogener Lebensqualität, Ängstlichkeit und Depressivität festgestellt werden (137).

In weiteren Studien wurden folgende Zusammenhänge detektiert: *Andersson* et al. stellten postoperativ bei einem Patientenkollektiv von 111 CI-Empfängern signifikante Korrelationen zwischen hörspezifischer Lebensqualität, Depressions- und Angstsymptomatik fest. Bei *Mo* et al. kam es ein Jahr nach CI-Versorgung zu einer signifikanten Reduktion von Depressivität und Ängstlichkeit. Hierbei konnten signifikante Zusammenhänge zwischen der hörspezifischen Lebensqualität und den obigen Variablen gezeigt werden (23, 71).

7.1.2.4. Zusammenhang zwischen der hörspezifischen HRQOL und der subjektiv empfundenen Hörleistung

In dieser Arbeit wurde der Zusammenhang zwischen dem Hörvermögen und der hörspezifischen Lebensqualität bestätigt. Sowohl prä- als auch postoperativ zeigten sich hierfür positive Korrelationen. Ein gebessertes Hörvermögen führte zu einem Anstieg der hörspezifischen HRQOL.

Dieser Zusammenhang konnte auch in vorherigen Studien gezeigt werden (10, 61, 140). *Francis* et al. zeigten, dass ein durch die CI-Versorgung verbessertes Sprachverstehen zu mehr Wohlbefinden beitrug. Die meisten Patienten erfuhren mehr Zuversicht und eine Zunahme sozialer Aktivitäten. Dies stand wiederum im Zusammenhang mit einem verbessertem Sprachverstehen und einer höher bewerteten HRQOL (140). Zum Teil wurden keine Korrelationen zwischen Hörtestergebnissen und Lebensqualitätseinschätzungen festgestellt (62, 73). Jedoch erfassen ton- und sprachaudiometrische Messungen, welche in den obig genannten Studien Anwendung fanden, nicht alle Schwierigkeiten, die hörgeschädigte Patienten im Alltag erfahren (10, 61, 62, 73, 140). Aus diesem Grund wurde in der vorliegenden Arbeit in der Korrelationsanalyse das subjektiv bewertete Hörvermögen als Parameter verwendet.

7.1.2.5. Zusammenhang zwischen hörspezifischer HRQOL und Tinnitusbelastung

In der aktuellen Literatur gibt es nur wenige Angaben zur Beeinflussung der Lebensqualität durch Tinnitus bei CI-Empfängern. Eine Arbeit mit nicht validierten Fragebögen gibt Hinweise darauf, dass die Ohrgeräusche durch eine veränderte Lebensqualität nach der Cochlea Implantation positiv beeinflusst werden könnten (88).

Die vorliegende Arbeit zeigt lediglich zum präoperativen Untersuchungszeitpunkt eine signifikant negative Korrelation zwischen hörspezifischer Lebensqualität, gemessen am NCIQ-Summscore, und einer Tinnitusbelastung, gemessen am TF-Gesamtscore. Postoperativ wurde kein Zusammenhang festgestellt.

In der Arbeitsgruppe von *Olze et al.* wurden in früheren Studien ähnliche Ergebnisse festgestellt. Es fand sich ebenfalls nur präoperativ ein signifikant negativer Einfluss der Tinnitusbelastung auf die hörspezifische Lebensqualität (137, 138). Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass vor der Operation die Ertaubung überwog, sodass hierdurch ein maskierender Effekt auf den Tinnitus ausgelöst wurde. Nach der CI-Versorgung könnte dieser Maskierungseffekt durch eine höhere Hörleistung verschwunden sein. Die Ergebnisse dieser Studie stimmen mit denen von *Andersson et al.* überein. Diese konnten in ihrer Arbeit einen signifikanten Einfluss einer Tinnitusbelastung auf die hörspezifische Lebensqualität von CI-Empfängern aufzeigen (23).

7.1.2.6. Zusammenhang zwischen der Tinnitus- und der Stressbelastung

Aufgrund der geringen Datenlage zum Einfluss der CI-Versorgung auf Stress und Stressverarbeitungsmethoden in Betracht von Tinnitus erfolgte der Vergleich mit Studien, die sich ausschließlich mit Tinnitus befassten. Hierbei muss angemerkt werden, dass in diesen Arbeiten im Allgemeinen eine wesentlich höhere Tinnitusbelastung vorlag.

Die Beziehungen zwischen Tinnitus und Stress wurden in zahlreichen Studien thematisiert (36, 37). Hierbei wurden die Ohrgeräusche nicht nur als stressbedingt angesehen, sondern auch als andauernder unkontrollierbarer Stressor betrachtet. In der Studie von *Stobik et al.* nahm sowohl die Mehrzahl der Tinnitus-Patienten an, dass Stress und seelische Belastungen Bedingungen waren, welche ihre Ohrgeräusche evozierten oder verstärkten. Patienten mit dekompensiertem Tinnitus berichteten häufiger, dass ihr Tinnitus zu psychosozialen Beeinträchtigungen führt. Die Entwicklung eines dekompensierten Tinnitus kann zyklisch maladaptiven, psychosomatischen Prozessen zugeschrieben werden, bei denen Gesamtmorbidität, einschließlich Hörstörungen, Stress, negatives Coping und Tinnitus-Dekompensation sich gegenseitig verstärken (34).

In der aktuellen Studie sollte der Zusammenhang zwischen Tinnitus- und Stressbelastung vor und nach der Implantation bestimmt werden. Hierbei konnte nur präoperativ ein signifikanter Zusammenhang zwischen den beiden Variablen festgestellt werden. Dies deckt sich nicht mit den vorherigen Ergebnissen der CI-Arbeitsgruppe der Charité. Hier korrelierten nur die postoperativen Werte des TF und des PSQ. Dies wurde darauf zurückgeführt, dass präoperativ die von dem Tinnitus verursachte Stressbelastung durch die Ertaubung maskiert wurde (137, 138).

Ursächlich für die inverse Datenlage könnte die in der aktuellen Arbeit wesentlich geringere Tinnitusbelastung sein. Postoperativ litten in der vorliegenden Arbeit nur 4,94 % an einem dekompensierten Tinnitus. Während in den vorherigen Studien der TF-Score präoperativ zwischen 30,9 und 33,4 und postoperativ zwischen 20,3 und 23,6 lag, konnte in dieser Arbeit ein

präoperativer Wert von 20,88 und ein postoperativer Wert von 10,44 Punkten ermittelt werden (137, 138). Die Tatsache, dass nach der Implantation kein Zusammenhang mehr zwischen Tinnitus- und Stressbelastung aufgezeigt werden konnte, weist darauf hin, dass postoperativ das allgemeine Stresserleben unabhängig von der Tinnitusbelastung zu sehen ist.

7.1.2.7. Zusammenhang zwischen der Tinnitusbelastung, der Depressions- und Angstsymptomatik

In der vorliegenden Studie wurden die Zusammenhänge zwischen Depression, Angstsymptomatik und Tinnitusbelastung untersucht. Auch hier wurden mangels ausreichender Studienlage an CI-spezifischen Studien die Daten aus reinen Tinnitusstudien mit herangezogen.

Angsterkrankungen und Depressivität scheinen die häufigsten Komplikationen von Tinnitus zu sein (34). *Marciano et al.* stellten fest, dass 77 % der gescreenten Tinnitus-Patienten die Kriterien mindestens einer psychischen Störung nach DSM-IV erfüllten (42). *Stobik et al.* stellten fest, dass Patienten mit dekompenzierten Ohrgeräuschen unter ausgeprägter sozialer Beeinträchtigung und psychischen Störungen wie depressiven Erkrankungen litten (34).

In der aktuellen Arbeit konnte lediglich präoperativ ein signifikanter Zusammenhang zwischen Depressivität und Tinnitusbelastung festgestellt werden. Zu beiden Befragungszeitpunkten zeigte sich keine signifikante Korrelation zwischen Angstsymptomen und einer Tinnitusbelastung.

In einer vorherigen Studie der CI-Arbeitsgruppe konnten präoperativ Zusammenhänge zwischen Tinnitus, Depression und Angsterkrankungen gezeigt werden. Postoperativ waren diese nicht mehr gegeben. Dies kann auf den Maskierungseffekt der präoperativen Taubheit (s. o.) zurückgeführt werden (137). Als Ursache für die unterschiedlichen Ergebnisse könnte wieder die deutlich geringere Tinnitusbelastung der CI-Teilnehmer bei der vorliegenden Studie gesehen werden. Auch bei *Andersson et al.* konnten postoperativ signifikante Zusammenhänge zwischen einer Tinnitusbelastung, Depressivität und einer Angststörung gezeigt werden. In dieser retrospektiven Studie wurden 111 Patienten, welche nach CI-Versorgung an Ohrgeräuschen litten, anhand validierter Bögen (*Tinnitus Handicap Inventory, Hospital Anxiety and Depression Scale*) befragt. Hierbei könnte die andere Datenlage erklären, dass im Gegensatz zu der vorliegenden Studie nur CI-Empfänger mit Ohrgeräuschen in die Arbeit einbezogen wurden (23).

7.1.2.8. Zusammenhang zwischen der Tinnitusbelastung und der subjektiv empfundenen Hörleistung

Ohrgeräusche können das Sprachverstehen bei Schwerhörigen deutlich beeinflussen (141). In dieser Arbeit wurde der Einfluss von Tinnitus auf die subjektiv eingeschätzte Hörleistung untersucht. Hierbei konnten sowohl vor als auch nach der CI-Versorgung signifikante Zusammenhänge festgestellt werden. Auch *Andersson et al.* konnten in ihrer Arbeit einen signifikanten Einfluss der Tinnitusbelastung auf das subjektiv beurteilte Hörvermögen zeigen (23).

Allerdings konnten diese Korrelationen nicht in sämtlichen Studien festgestellt werden (77, 141). *Aschendorff et al.* beobachteten bei den CI-Patienten, die trotz eingeschaltetem Sprachprozessor keine Änderungen ihres Tinnitusverhaltens erfuhren, sehr gute Ergebnisse in den audiometrischen Messungen. Dies wurde als Hinweis darauf gedeutet, dass hier der Tinnitus keine cochleäre Ursache hatte, sondern in anderen Teilen der Hörbahn generiert wurde, welche das Sprachverstehen nicht beeinflusste (141). Dies wird durch *Kompis et al.* bestärkt: Bezogen auf die Gesamtkohorte konnte keine signifikante Korrelation zwischen Tinnituslautstärke und Sprachverstehen, gemessen am Einsilberversändnis bei 60 und 80 dB, gezeigt werden. Jedoch wurde ein signifikanter Zusammenhang zwischen Tinnitusintensität und Sprachverstehen bei den Patienten beobachtet, die nach der CI-Versorgung einen neu aufgetretenen Tinnitus angaben (77). Dies könnte dafür sprechen, dass die durch die CI-Versorgung ausgelösten Ohrgeräusche, im Gegensatz zu den meist schon lange bestehendem Tinnitus bei CI-Empfängern, eine cochleäre Ursache haben. Hierbei ist es möglich, dass das Sprachverstehen vermehrt beeinflusst wird.

Im Unterschied zu den Arbeiten, welche keinen signifikanten Einfluss der Geräusche auf die Hörleistung angaben, wurde in der vorliegenden Studie die subjektiv bewertete Hörleistung anstelle von audiometrischen Ergebnissen als Korrelationsparameter verwendet (77, 141). Auch bei *Andersson et al.*, in deren Arbeit ebenfalls ein signifikanter Einfluss des Tinnitus auf das Hörvermögen festgestellt wurde, fand ein Fragebogen zur Bewertung des subjektiven Hörempfindens Anwendung (23). Dies bestätigt, dass die subjektiv empfundene Hörleistung zum Teil unabhängig von audiometrischen Testergebnissen, welche zum Teil die Hörsituationen im Alltag nicht adäquat widerspiegeln, zu sehen ist (61).

7.1.3. Einfluss demographischer Faktoren auf den Therapieerfolg

Trotz erheblicher Forschungsanstrengungen gibt es keinen zuverlässigen und akkuraten Prädiktor, der die postoperative Performance bei CI-Empfänger vorhersagen kann. Bei mehreren

Faktoren wie Ertaubungsdauer, Patientenalter und Ätiologie der Schwerhörigkeit konnte eine Korrelation mit der postoperativen Performance gezeigt werden (92, 97). Jedoch wurde kein Faktor gefunden, der die vorhandenen Performanceschwankungen ausreichend erklärt und es dem Arzt erlauben würde, mit hoher Zuversicht dem Patienten vorherzusagen, inwieweit er von der Implantation profitieren würde.

In der vorliegenden Arbeit wurde sich darauf beschränkt, den Einfluss von Patientenalter, und Ertaubungsdauer auf den postoperativen Behandlungserfolg zu untersuchen.

Lebensalter

Altersbedingte Degeneration der Spiralganglienzellen und zunehmende zentrale Dysfunktion haben die CI-Versorgung bei älteren Personen in Frage gestellt (14). Jedoch wurde von *Khan et al.* kein Zusammenhang zwischen der Spiralganglienzellenanzahl und dem postoperativen Sprachverstehen gefunden. Auch Patienten mit einer geringen Anzahl von restlichen Spiralganglienzellen können ein gutes Sprachverstehen erreichen (99).

Verschiedene Studien stellten in den audiometrischen Messungen nach CI-Versorgung zwischen jüngeren und älteren Patienten keinen Unterschied fest (93, 94). *Lenarz et al.* beobachteten keine Diskrepanz zwischen vier verschiedenen Altersgruppen (18-39 -Jährige, 40-59 -Jährige, 60-69 -Jährige, > 70 -Jährige) und dem Benefit der sprachaudiometrischen Messungen in Ruhe. Jedoch zeigte sich bei Störgeräuschen eine signifikant niedrigere Leistung der über 70 -Jährigen, nicht jedoch der 60-69 -Jährigen (95). Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch *Orabi et al.*. Es wurde ebenfalls kein statistisch signifikanter Unterschied bei den audiometrischen Messungen in Ruhe zwischen älteren und jüngeren CI-Empfängern beobachtet, wohl aber bei den audiometrischen Messungen im Störgeräusch (13). Dies könnte auf die Hypothese zurückgeführt werden, dass im Alter ein schlechteres Sprachverstehen bei Umgebungsgeräuschen nicht nur durch periphere Faktoren verursacht wird, sondern auch von kognitiven Faktoren abhängig ist (96).

In der vorliegenden Studie zeigte sich das Lebensalter als ein einschränkender Faktor in Hinsicht auf den postoperativen Therapieerfolg. In der Korrelationsanalyse wurde ein direkter linearer Zusammenhang zwischen Patientenalter und Tragedauer gefunden: Je höher das Lebensalter, desto weniger wurde das CI genutzt. Die geringere Tragedauer im Alter könnte mit der häufig nicht mehr vorhandenen Berufstätigkeit und dem im Allgemeinen geringeren Aktivitätsverhalten älterer Personen zusammenhängen, welche keine dauerhafte Benutzung des CI erfordern. Bei den audiometrischen Messungen in Ruhe (Freiburger Einsilbertest) und im Störgeräusch (OLSA) konnte das Patientenalter ebenfalls als negativer Prädiktor für den Therapieerfolg gewertet

werden. Jedoch galt dies nicht für den HSM-Satztest, dessen Durchführung ebenfalls unter Störgeräuschen erfolgte.

Diese Ergebnisse stehen im Kontrast zu früheren Arbeiten der CI-Arbeitsgruppe der Charité, bei denen kein Einfluss des Patientenalters auf die postoperativen sprachaudiometrischen Ergebnisse des HSM-Satztests im Störgeräusch und des Freiburger Einsilbertests in Ruhe gefunden wurden. Hier spielte auch das Alter für die Nutzungsdauer des Implantats keine Rolle (10, 142). Die divergierenden Ergebnisse könnten damit erklärt werden, dass der Zeitpunkt der postoperativen Befragung später war. Aus der Literatur ist bekannt, dass ältere CI-Empfänger gleich gut performen können, allerdings hierfür etwas mehr Zeit benötigen (133).

Weitere Studien dokumentierten ebenfalls den negativen Einfluss des Patientenalters auf die audiometrischen Ergebnisse (47, 90-92). Mögliche Ursachen für die Diskrepanz der Ergebnisse könnten unter anderem verschiedene Testzeitpunkte und Messmethoden sein.

Ertaubungsdauer

Der Grad der Degeneration der Spiralganglienzellen korreliert signifikant mit der Ertaubungsdauer (98). Es konnte jedoch kein Zusammenhang zwischen postoperativen Sprachverstehen und Spiralganglienzellenanzahl gefunden werden. Auch Patienten mit einer geringen Anzahl von restlichen Spiralganglienzellen können ein gutes Sprachverstehen erreichen (99). Weitere Studien zeigten keine bzw. nur eine schwache Korrelation zwischen postoperativer Hörfähigkeit und präoperativer Ertaubungsdauer (71, 91, 93).

Dies deckt sich mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit. Bei den Studienteilnehmern konnte nur bei den audiometrischen Untersuchungen in Ruhe, nicht aber bei denen im Störgeräusch, ein statistisch signifikanter Zusammenhang beobachtet werden. Des Weiteren wirkte sich die Ertaubungsdauer nicht darauf aus, wie lange die Studienteilnehmer das Implantat täglich nutzten. Jedoch fanden verschiedene Studien einen signifikanten Einfluss der Ertaubungsdauer auf den postoperativen Benefit im Sprachverstehen (47, 92).

Auch wenn es in der hier vorliegenden Studie scheint, dass im Gegensatz zum Patientenalter die Ertaubungsdauer kaum einen prädiktiven Wert auf das postoperative Sprachverstehen hat, sind Ertaubungsdauer und Patientenalter bei der Cochlea Implantation eng verknüpft, da in der Regel nur ältere Patienten eine lange Ertaubungsdauer aufweisen.

Durch die Anzahl der Stunden, die das Implantat täglich benutzt wird, lässt sich der subjektive Benefit der CI-Versorgung bestimmen (46, 62). In der vorliegenden Arbeit wurde das CI im

Durchschnitt 13,96 Stunden am Tag genutzt. Dies deckt sich mit den Ergebnissen anderer Studien (10, 140). Die Ertaubungsdauer zeigte hierbei keinen signifikanten Einfluss auf die Tragedauer.

Nach den Ergebnissen dieser Arbeit scheint eine länger bestehende Ertaubung, weder den subjektiven Gewinn, gemessen an der tägliche Tragedauer, noch den objektiven Gewinn, gemessen an den audiometrischen Messungen, zu mindern.

Wie in der aktuellen Literatur konnten auch in der Arbeitsgruppe von *Olze et al.* unterschiedliche Ergebnisse gefunden werden: 2008 stellten *Hirschfelder et al.* keinen Zusammenhang zwischen der Ertaubungsdauer und den sprachaudiometrischen Messungen fest. 2012 konnten schwache negative Korrelationen zwischen Ertaubungsdauer und sprachaudiometrischen Messungen gefunden werden. Diese hatten jedoch keinen Einfluss auf die Implantat-Tragedauer (10, 142).

7.2. Diskussion der Methodik

Einschlusskriterien

In die vorliegende prospektive Arbeit flossen ausschließlich Daten von postlingual ertaubten, erwachsenen Patienten ein, die in der Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde Klinik der Charité einseitig mit einem Multichannel Cochlea Implantat versorgt wurden.

CI-Empfänger waren oft lange Zeit vor der Implantation ertaubt, womit ein atypisches Signal an das Gehirn weitergeleitet wurde. Somit ist es wahrscheinlich, dass ein stärkeres Wiedererlernen des Hörens nötig ist als dies bei der Hörgeräteversorgung der Fall ist (47). Im Durchschnitt dauert der Prozess, in dem die Patienten lernen mit dem CI zurechtzukommen und sich die Hörleistung kontinuierlich verbessert mehrere Monate bis Jahre. Hierbei ist nicht klar, durch welche Einflussfaktoren diese Variabilität ausgelöst wird. *Lenarz et al.* untersuchten bei 1005 Patienten retrospektiv die Langzeitergebnisse einer CI-Versorgung. Im Durchschnitt verbesserten sich die Patienten bei den Ergebnissen der Sprachtests (Freiburger Zahlen, Freiburger Einsilber, Speech Tracking Test, HSM-Satztest in Ruhe und mit Störgeräuschen) signifikant. Nach sechs Monaten Lernphase wurde bei vier von fünf Tests ein Plateau erreicht, nach dem 22 Jahre lang (bzw. sieben Jahre beim HSM-Satztest, da dieser erst später eingeführt wurde) sich keine signifikanten Verbesserungen oder Verschlechterungen mehr aufzeigten. Beim Freiburger Einsilbertest wurde dieses Plateau erst nach einem Jahr beobachtet. (55). Die meisten Hörtestverbesserungen traten innerhalb des ersten halben Jahres auf (10, 14, 133). Jedoch deckten die

meisten Tests nur grundlegende Hörfunktionen ab. Wahrscheinlich zeigen sich Verbesserungen bezüglich eines anspruchsvolleren Hörvermögens noch nach einigen Jahren (140).

Um das Risiko einer Ergebnisbeeinflussung durch stark abweichende postoperative Erhebungszeitpunkte zu verhindern, erfolgten sowohl die audiometrischen Messungen als auch das Ausfüllen der Fragebögen nach 4,9 bis maximal 9,84 Monaten nach Erstanpassung des Implantats.

Prospektive Studie

Bei der Messung von Veränderungen der Lebensqualität sowie psychometrischen Veränderungen nach medizinischen Behandlungen besteht grundsätzlich die Möglichkeit, dass die beobachteten Abweichungen auf das Gefühl zurückzuführen sind, dass sich jemand um einen kümmert und nicht durch eine bestimmte Behandlung bewirkt wurden. Für hochtechnologische und teure Behandlungen wie einer CI-Versorgung ist dies von besonderer Bedeutung. Diese Unsicherheit schlägt sich in retrospektiven Berichten, in denen Recall Bias (Erinnerungsverzerrungen) ein zusätzliches Problem darstellen, deutlich stärker nieder (71). Bei einer prospektiven Datenerhebung wie sie in dieser Studie durchgeführt wurde entfällt das Risiko, dass sich die Patienten an die präoperative Situation nur noch vage erinnern können und diese unter Umständen sogar negativer beurteilt wird (61). *Krabbe* et al. fanden zwar vergleichbare Ergebnisse zwischen den retrospektiv erhobenen Daten zur präoperativen Lebensqualität CI-versorgter Patienten und den prospektiv erhobenen Daten von CI-Kandidaten, welche noch auf der Warteliste für eine Cochlea Implantation standen (69). Jedoch könnten sich bei einer gleichzeitigen Bearbeitung der prä- und postoperativen Fragebögen die Antworten gegenseitig beeinflussen (10, 61). Diese Fehlerquelle wurde durch die prospektive Datenerhebung, bei der im Durchschnitt sieben Monate zwischen dem Ausfüllen der Bögen lagen, umgangen.

Die ideale Vorgehensweise ist die Durchführung einer doppelt verblindeten, randomisierten Studie mit zwei oder mehreren alternativen Behandlungsmethoden. Jedoch gibt es bei einem derartig randomisierten, kontrollierten Studiendesign, wie es in der CI-Forschung wünschenswert wäre, wesentliche ethische (z. B. Zurückhalten einer wirksamen Behandlung) und praktische (z. B. Patienten kommen zu Zentren, um Unterstützung zu erhalten, nicht um als Kontrollpatient für zwei bis drei Jahre zu dienen) Faktoren, die eine Randomisierung in Kontroll- und Behandlungsgruppen nicht praktikabel erscheinen lassen (71).

Sprachaudiometrische Messungen

Zur Messung des Sprachverstehens nach der CI-Versorgung wurden drei voneinander abweichende, in deutschsprachigen Regionen etablierte audiometrische Tests sowohl mit als auch ohne

Störgeräusche durchgeführt. Hierbei wurde versucht durch die Sprachaudiometrie mit Sätzen unter Störschall (HSM-Satztest, OLSA) die Sprachverständlichkeit in alltäglichen realen Begebenheiten aufzuzeigen (100).

Der Freiburger Einsilbertest stellt die am häufigsten verwendete Sprachverständlichkeitsmessung in Deutschland dar (101). Normiert durch die *Elektrotechnische Kommission* und empfohlen in *den Richtlinien zur Erfassung von Hörschäden*, findet er eine breite Anwendung in Hördiagnostik, Hörrehabilitation und Begutachtung (102-104). Allerdings steht er seit Jahren wegen ungleich schwieriger Testlisten, nicht mehr zeitgemäßer Aufnahmetechnik und einer unnatürlichen, überartikulierten Aussprache der Testwörter in allgemeiner Kritik (103, 106, 107). Zudem sei der Test im Rahmen der Europäisierung nicht mehr adäquat, da in den meisten europäischen Ländern modernere sprachaudiometrische Verfahren eingeführt wurden. Aktuell hat allerdings noch kein anderes Sprachverständlichkeitsverfahren die gleiche Akzeptanz wie der Freiburger Sprachtest erlangt (102). Um die Vergleichbarkeit der unterschiedlich schwierigen Testlisten zu gewährleisten, wurden in der vorliegenden Studie zwei nach *Bangert* als unkritisch angesehene Testlisten, welche im Vergleich zu anderen weder eine besonders hohe noch eine besonders niedrige Verständlichkeit zeigten, verwendet (106).

Mit dem HSM-Satztest sollte ein Eindruck vom alltäglichen Kommunikationsvermögen CI-versorgter Patienten vermittelt werden. So besteht das Testmaterial aus Alltagssätzen und der Störschall aus Geräuschen des Sprachspektrums (100). Aufgrund seiner hohen Redundanz sollten die Testlisten nicht wiederholt werden. Für die Messungen der aktuellen Studie wurde die Liste 7 nur einmal vorgespielt, sodass für die Ausrichtung dieser Arbeit der HSM-Satztest ein geeignetes Messinstrument darstellte.

Zur weiteren Evaluierung des Sprachverstehens unter Störgeräuschen fand der Oldenburger Satztest Anwendung. Durch die mittlere Sprechgeschwindigkeit und das leichte Wörterrepertoire ist dieser speziell für stark Schwerhörige und CI-Empfänger geeignet (111).

Fragebögen

Durch Verwendung abweichender validierter Fragebögen konnten in der vorliegenden Arbeit umfangreiche Informationen über den subjektiven Hörgewinn, die Beeinflussung des Tinnitus, Veränderungen gesundheitsbezogener Lebensqualität sowie die psychometrischen Aspekte CI-versorgter Patienten gesammelt werden. Jedoch kann durch eine große Anzahl an Fragen die Aussagekraft der Bögen abgeschwächt werden. Das Abschließen langer Protokolle kann für Patienten, die in schlechter gesundheitlicher Verfassung sind belastend sein. Zudem bedeuten

diese für den Kliniker einen erheblichen Zeitaufwand (143). Doch möchte man bei der Datenerfassung die von *Summerfield* und *Marshall* empfohlenen Ebenen berücksichtigen, ist man gezwungen eine Reihe von Instrumenten zu verwenden (91). Es ist daher von erheblicher Bedeutung, dass einzelne Instrumente nicht zu lang sind. Der längste Fragebogen dieser Studie war der NCIQ mit 60 Fragen. Somit wurde versucht den Empfehlungen der Literatur nachzukommen, keine Instrumente mit über 120 Fragen zu verwenden, um Probleme mit Antwortwiderstand, Voreingenommenheit und fehlenden Daten zu vermeiden (144).

Neben den audiometrischen Verfahren ist es wichtig, den postoperativen subjektiv empfundenen Hörerfolg aufzuzeigen. Mittels Oldenburger Inventar war es möglich, die subjektiv bewertete Hörsituation zu klassifizieren. Durch die Einteilung in drei relevante Hörsituationen (*Hören in Ruhe, Hören im Störgeräusch, Richtungshören*) konnte ein Eindruck vom Hörvermögen gewonnen werden, der zum Teil unabhängig von den Hörtests zu sehen ist. Dies bringt dann Vorteile, sobald die audiometrische Testsituation nicht die täglichen Hörbegebenheiten widerspiegelt (61).

Bei der Evaluation von Tinnitusveränderungen nach der CI-Versorgung wurde der Empfehlung von *Kompis* et al. entsprochen, zwei separate Messinstrumente zu verwenden, wobei eines die Tinnitusbelastung und eines die Tinnituslautstärke aufzeichnete (77).

Aufgrund seiner Reliabilität und Validität stellt der Tinnitus-Fragebogen von *Goebel* und *Hiller* ein geeignetes Messinstrument dar, um typische Begleit- und Folgerscheinungen von Ohrgeräuschen sowie deren Ausprägung im Verlauf einer CI-Versorgung zu bestimmen (116, 117).

Mit dem zusätzlichen klinikeigenen Tinnitusfragebogen wurden Lokalisation, Dauer, Stärke und Qualität in verschiedenen Situationen abgefragt. Durch Verwendung dieser beiden Fragebögen war es möglich, komplexe Tinnitusveränderungen nach der Cochlea Implantation aufzuzeigen.

Durch Verwendung des NCIQ und des SF-36 konnten sowohl allgemeine als auch krankheitsspezifische Bereiche der HRQOL erfasst werden. Auf diese Weise wurde der Forderung entsprochen, generische und spezifische Fragebögen in Kombination zu verwenden, um ein Gesamtbild der HRQOL im Zuge der Versorgung zu erhalten. Dies ist nötig, um künftigen Patienten realistische Erwartungen bezüglich des postoperativen Behandlungserfolges vermitteln zu können (69).

Die Informationen aus krankheitsspezifischen Fragebögen, wie dem NCIQ, sind vor allem relevant, wenn sie für ein spezifisches Krankheitsbild eingesetzt werden. Sie eignen sich vor allem dazu bei einem bestimmten Gesundheitszustand Veränderungen im Laufe einer Therapie zu erfassen (12). Der hier verwendete NCIQ hat sich in mehreren Studien als zuverlässiger und

reliabler Fragebogen erwiesen und kann signifikante Auswirkungen einer CI-Versorgung erfassen (62, 69). Somit eignet er sich ausgezeichnet, um körperliche, psychische und soziale Veränderungen in der hörspezifischen HRQOL aufzuzeigen.

Generische HRQOL-Bögen eignen sich besonders, um eine breite Spanne von gesundheitsrelevanten Aspekten zu erfassen. Sie können bei vielen Gesundheitszuständen eingesetzt werden und eignen sich im Gegensatz zu krankheitsspezifischen Bögen dazu, die Ergebnisse mit anderen Krankheitsgruppen bzw. der Allgemeinbevölkerung zu vergleichen. Jedoch muss der Einsatz des SF-36 bei der Evaluation von Hörveränderungen nach einer CI-Versorgung aufgrund fehlender Sensitivität als kritisch betrachtet werden (69, 71). Dennoch haben wir uns aufgrund der obigen genannten Gründe und seiner weltweiten Etablierung als Forschungsinstrument dazu entschieden, den SF-36 als Teil der HRQOL Erfassung zu verwenden (118).

Derzeit gibt es zur Beurteilung von Tinnitus bei ertaubten Patienten keine objektive Messmethode, welche routinemäßig eingesetzt werden könnte. Deshalb sind visuelle Analogskalen und Fragebögen, welche beide sehr subjektiv sind, die wichtigsten Instrumente für die Tinnitus Bewertung. Hierbei muss zwischen der Tinnituslautstärke und -belastung unterschieden werden. In der Studie von *Kompis et al.* ist die Korrelation zwischen Tinnituslautstärke und -belastung relativ schwach ($r^2 = 0,348$), so dass die Verwendung von mindestens zwei Messinstrumenten zur Erfassung der Tinnitusbelastung und -lautstärke empfohlen wird (77).

Dieser Forderung wurde in der vorliegenden Arbeit nachgegangen. Durch den TF nach *Goebel* und *Hiller* kam ein mehrfach validiertes und reliables Instrument zum Einsatz, welches typische Begleit- und Folgeerscheinungen von Tinnitus sowie deren Ausprägung erfasste. Mit dem klinikeigenen Tinnitusbogen wurden weitere Informationen zu den Ohrgeräuschen wie Lautstärke, Lokalisation und Veränderungen bei Ein- und Ausschalten des Sprachprozessors erfasst. Bei diesem Bogen handelt es sich allerdings nicht um ein validiertes und reliables Messinstrument. Er wurde speziell für die vorliegende Studie entwickelt, sodass für die Beurteilung des Tinnitusverhaltens vor allem die Ergebnisse aus dem TF nach *Goebel* und *Hiller* zu werten sind.

Mit dem PSQ zur Erfassung der Stressbelastung, dem Brief-COPE zur Untersuchung von Coping, der ADS-L zur Aufnahme depressiver Symptome und der GAD-7 zur Messung von Angstsymptomen wurde der Empfehlung nachgekommen, psychische Veränderungen in den HRQOL Messungen CI-versorgter Patienten durch validierte Bögen mit einzubeziehen (88).

Insgesamt kamen in der vorliegenden Studie, wie in der Literatur gefordert, eine Vielzahl krankheitsspezifischer sowie allgemeiner Fragebögen zum Einsatz, um den komplexen Behandlungserfolg einer CI-Versorgung zu erfassen (69).

8. Literatur

1. Mathers C, Smith A, Concha M. Global burden of hearing loss in the year 2000. WHO. 2000: 1-30.
2. Streppel MW, M.; von Wedel, H. Hörstörungen und Tinnitus. Berlin: Robert Koch-Institut 2006.
3. Sohn W. "Schwerhörigkeit in Deutschland", Repräsentative Hörscreening- Untersuchung bei 2000 Probanden in 11 Allgemeinpraxen. Z Allg Med. 2001;77: 143-7.
4. Hallberg LR, Ringdahl A. Living with cochlear implants: experiences of 17 adult patients in Sweden. International journal of audiology. 2004;43(2): 115-21.
5. Zaidman-Zait A. Quality of Life Among Cochlear Implant Recipients. Vancouver, BC Canada: The University of British Columbia; 2010.
6. WHO. Measuring Quality of Life: The Development of the World Health Organization Quality of Life Instrument. In: WHO, editor. Geneva 1993.
7. Chung J, Chueng K, Shipp D, Friesen L, Chen JM, Nedzelski JM, et al. Unilateral multi-channel cochlear implantation results in significant improvement in quality of life. Otology & neurotology : official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology. 2012;33(4): 566-71.
8. Damen GW, Beynon AJ, Krabbe PF, Mulder JJ, Mylanus EA. Cochlear implantation and quality of life in postlingually deaf adults: long-term follow-up. Otolaryngology-head and neck surgery : official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery. 2007;136(4): 597-604.
9. Amoodi HA, Mick PT, Shipp DB, Friesen LM, Nedzelski JM, Chen JM, et al. The effects of unilateral cochlear implantation on the tinnitus handicap inventory and the influence on quality of life. The Laryngoscope. 2011;121(7): 1536-40.
10. Hirschfelder A, Grabel S, Olze H. The impact of cochlear implantation on quality of life: the role of audiologic performance and variables. Otolaryngology-head and neck surgery : official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery. 2008;138(3): 357-62.

11. Klop WM, Boermans PP, Ferrier MB, van den Hout WB, Stiggelbout AM, Frijns JH. Clinical relevance of quality of life outcome in cochlear implantation in postlingually deafened adults. *Otology & neurotology: official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology*. 2008; 29(5): 615-21.
12. Loeffler CA, A.; Burger, T.; Kroeger, S.; Laszig, R.; Arndt, S. Quality of Life Measurements after Cochlear Implantation. *The Open Otorhinolaryngology Journal*. 2010; 4: 47-54.
13. Orabi AA, Mawman D, Al-Zoubi F, Saeed SR, Ramsden RT. Cochlear implant outcomes and quality of life in the elderly: Manchester experience over 13 years. *Clinical otolaryngology: official journal of ENT-UK; official journal of Netherlands Society for Oto-Rhino-Laryngology & Cervico-Facial Surgery*. 2006 ;31(2): 116-22.
14. Vermeire K, Brokx JP, Wuyts FL, Cochet E, Hofkens A, Van de Heyning PH. Quality-of-life benefit from cochlear implantation in the elderly. *Otology & neurotology: official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology*. 2005; 26(2): 188-95.
15. Jones EM, White AJ. Mental health and acquired hearing impairment: a review. *British journal of audiology*. 1990; 24(1): 3-9.
16. Thomas AJ. Acquired deafness and mental health. *The British journal of medical psychology*. 1981; 54(Pt 3): 219-29.
17. Theunissen SC, Rieffe C, Kouwenberg M, De Raeve L, Soede W, Briaire JJ, et al. Anxiety in children with hearing aids or cochlear implants compared to normally hearing controls. *The Laryngoscope*. 2012; 122(3): 654-9.
18. Herbst K, Herbst KRG. Psychosocial consequences of disorders of hearing in the elderly. In: Hinchcliffe R, editor. *Hearing and balance in the elderly*. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1983.
19. Saito H, Nishiwaki Y, Michikawa T, Kikuchi Y, Mizutari K, Takebayashi T, et al. Hearing handicap predicts the development of depressive symptoms after 3 years in older community-dwelling Japanese. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2010; 58(1): 93-7.
20. Chavira DA, Stein MB. Childhood social anxiety disorder: from understanding to treatment. *Child and adolescent psychiatric clinics of North America*. 2005; 14(4): 797-818.

21. Greenberg PE, Sisitsky T, Kessler RC, Finkelstein SN, Berndt ER, Davidson JR, et al. The economic burden of anxiety disorders in the 1990s. *The Journal of clinical psychiatry*. 1999; 60(7): 427-35.
22. Simon NM. Generalized anxiety disorder and psychiatric comorbidities such as depression, bipolar disorder, and substance abuse. *The Journal of clinical psychiatry*. 2009; 70 Suppl 2: 10-4.
23. Andersson G, Freijd A, Baguley DM, Idrizbegovic E. Tinnitus distress, anxiety, depression, and hearing problems among cochlear implant patients with tinnitus. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2009; 20(5): 315-9.
24. Vesterager V. Tinnitus--investigation and management. *Bmj*. 1997; 314(7082): 728-31.
25. Moore BC, Vinay, Sandhya. The relationship between tinnitus pitch and the edge frequency of the audiogram in individuals with hearing impairment and tonal tinnitus. *Hearing research*. 2010; 261(1-2): 51-6.
26. Baguley DM, Atlas MD. Cochlear implants and tinnitus. *Progress in brain research*. 2007; 166: 347-55.
27. Spöndlin H, editor. Inner ear pathology and tinnitus. *Proceedings of the third International Tinnitus-Seminar*; 1987; Münster.
28. Zenner HP. Eine Systematik für Entstehungsmechanismen von Tinnitus. *Hno*1998. p. 699-711.
29. Greimel KV, Meco C, Mair A, Kohlbock G, Albegger K. [How is tinnitus influenced by cochlear implantation?]. *Hno*. 2003; 51(3): 226-31.
30. Eggermont JJ. Tinnitus: neurobiological substrates. *Drug discovery today*. 2005; 10(19): 1283-90.
31. Parra LC, Pearlmutter BA. Illusory percepts from auditory adaptation. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2007; 121(3): 1632-41.
32. Eggermont JJ. The role of sound in adult and developmental auditory cortical plasticity. *Ear and hearing*. 2008; 29(6): 819-29.
33. Hesse G, Laubert A. [Tinnitus retraining therapy. Indications and treatment goals]. *Hno*. 2001; 49(9): 764-77; quiz 77-9.

34. Stobik C, Weber RK, Munte TF, Walter M, Frommer J. Evidence of psychosomatic influences in compensated and decompensated tinnitus. *International journal of audiology*. 2005; 44(6): 370-8.
35. Hiller W, Goebel G. When tinnitus loudness and annoyance are discrepant: audiological characteristics and psychological profile. *Audiology & neuro-otology*. 2007; 12(6): 391-400.
36. D'Amelio R, Archonti C, Scholz S, Falkai P, Plinkert PK, Delb W. [Psychological distress associated with acute tinnitus]. *Hno*. 2004; 52(7): 599-603.
37. Harter M, Maurischat C, Weske G, Laszig R, Berger M. [Psychological stress and impaired quality of life in patients with tinnitus]. *Hno*. 2004; 52(2): 125-31.
38. Olderog M, Langenbach M, Michel O, Brusis T, Kohle K. [Predictors and mechanisms of tinnitus distress - a longitudinal analysis]. *Laryngo- rhino- otologie*. 2004; 83(1): 5-13.
39. Hiller W, Goebel G. A psychometric study of complaints in chronic tinnitus. *Journal of psychosomatic research*. 1992; 36(4): 337-48.
40. Tyler RS, Baker LJ. Difficulties experienced by tinnitus sufferers. *The Journal of speech and hearing disorders*. 1983; 48(2): 150-4.
41. Goldman DR, Holme R. Hearing loss and tinnitus-the hidden healthcare time bomb. *Drug discovery today*. 2010; 15(7-8): 253-5.
42. Marciano E, Carrabba L, Giannini P, Sementina C, Verde P, Bruno C, et al. Psychiatric comorbidity in a population of outpatients affected by tinnitus. *International journal of audiology*. 2003; 42(1): 4-9.
43. Healthcare U. Cochlear Implants. United States: United Healthcare; 2012. p. 20.
44. Liang J, Wang D, Renaud G, Wolfsberg TG, Wilson AF, Burgess SM. The stat3/socs3a pathway is a key regulator of hair cell regeneration in zebrafish stat3/socs3a pathway: regulator of hair cell regeneration. *The Journal of neuroscience: the official journal of the Society for Neuroscience*. 2012; 32(31): 10662-73.
45. Wang XR, Zhang XM, Du J, Jiang H. MicroRNA-182 regulates otocyst-derived cell differentiation and targets T-box1 gene. *Hearing research*. 2012; 286(1-2): 55-63.
46. Hallberg LR, Ringdahl A, Holmes A, Carver C. Psychological general well-being (quality of life) in patients with cochlear implants: importance of social environment and age. *International journal of audiology*. 2005; 44(12): 706-11.

47. Tyler RS, Summerfield AQ. Cochlear implantation: relationships with research on auditory deprivation and acclimatization. *Ear and hearing*. 1996; 17(3 Suppl): 38S-50S.
48. Volta A. On the electricity excited by mere contact of conducting substances of different kinds. *Royal Soc Philos Trans*. 1800; 90: 403-31.
49. House WF. Goals of the cochlear implant. *The Laryngoscope*. 1974; 84(11): 1883-7.
50. House WF, Berliner KI. Indications for and results of cochlear implants for total binaural deafness. *The American journal of otology*. 1984; 5(6): 520-3.
51. Marangos N, Laszig R. [Cochlear implants. Prosthetic management of deafness at the turn of the century]. *Hno*. 1998; 46(1): 12-26.
52. Clark GM, Blamey PJ, Brown AM, Gusby PA, Dowell RC, Franz BK, et al. The University of Melbourne-nucleus multi-electrode cochlear implant. *Advances in oto-rhino-laryngology*. 1987; 38: V-IX, 1-181.
53. Gantz BJ, Woodworth GG, Knutson JF, Abbas PJ, Tyler RS. Multivariate predictors of audiological success with multichannel cochlear implants. *The Annals of otology, rhinology, and laryngology*. 1993; 102(12): 909-16.
54. Hochmair-Desoyer I, Schulz E, Moser L, Schmidt M. The HSM sentence test as a tool for evaluating the speech understanding in noise of cochlear implant users. *The American journal of otology*. 1997; 18(6 Suppl): S83.
55. Lenarz M, Sonmez H, Joseph G, Buchner A, Lenarz T. Long-term performance of cochlear implants in postlingually deafened adults. *Otolaryngology--head and neck surgery : official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. 2012; 147(1): 112-8.
56. Buechner A, Brendel M, Lesinski-Schiedat A, Wenzel G, Frohne-Buechner C, Jaeger B, et al. Cochlear implantation in unilateral deaf subjects associated with ipsilateral tinnitus. *Otology & neurotology: official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology*. 2010; 31(9): 1381-5.
57. Klop WM, Briaire JJ, Stiggebout AM, Frijns JH. Cochlear implant outcomes and quality of life in adults with prelingual deafness. *The Laryngoscope*. 2007; 117(11): 1982-7.

58. Skarzynski H, Lorens A, D'Haese P, Walkowiak A, Piotrowska A, Sliwa L, et al. Preservation of residual hearing in children and post-lingually deafened adults after cochlear implantation: an initial study. *ORL; journal for oto-rhino-laryngology and its related specialties*. 2002; 64(4): 247-53.
59. Deutschen Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde K-uH-C. Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie Cochlea-Implantat Versorgung und zentral-auditorische Implantate. Bonn: AWMF; 2012. p. 1-30.
60. Bovo R, Ciorba A, Martini A. Tinnitus and cochlear implants. *Auris, nasus, larynx*. 2011; 38(1): 14-20.
61. Cohen SM, Labadie RF, Dietrich MS, Haynes DS. Quality of life in hearing-impaired adults: the role of cochlear implants and hearing aids. *Otolaryngology-head and neck surgery : official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. 2004; 131(4): 413-22.
62. Hinderink JB, Krabbe PF, Van Den Broek P. Development and application of a health-related quality-of-life instrument for adults with cochlear implants: the Nijmegen cochlear implant questionnaire. *Otolaryngology--head and neck surgery: official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. 2000; 123(6): 756-65.
63. Carver CS. You want to measure coping but your protocol's too long: consider the brief COPE. *International journal of behavioral medicine*. 1997; 4(1): 92-100.
64. Fliege H, Rose M, Arck P, Walter OB, Kocalevent RD, Weber C, et al. The Perceived Stress Questionnaire (PSQ) reconsidered: validation and reference values from different clinical and healthy adult samples. *Psychosomatic medicine*. 2005; 67(1): 78-88.
65. Goebel G, W. H. Tinnitus-Fragebogen (TF). Ein Instrument zur Erfassung von Belastung und Schweregrad bei Tinnitus. Handanweisung. Göttingen: Hogrefe Verlag; 1998.
66. Hautzinger M, Bailer M. Allgemeine Depressions Skala: ADS; Manual. Göttingen: Beltz Test; 1993.
67. Spitzer RL, Kroenke K, Williams JBW, Lowe B. A brief measure for assessing generalized anxiety disorder - The GAD-7. *Archives of internal medicine*. 2006; 166(10): 1092-7.
68. Ware JE, Jr. SF-36 health survey update. *Spine*. 2000; 25(24): 3130-9.

69. Krabbe PF, Hinderink JB, van den Broek P. The effect of cochlear implant use in postlingually deaf adults. *International journal of technology assessment in health care*. 2000; 16(3): 864-73.
70. Lassaletta L, Castro A, Bastarrica M, de Sarria MJ, Gavilan J. Quality of life in postlingually deaf patients following cochlear implantation. *European archives of oto-rhino-laryngology: official journal of the European Federation of Oto-Rhino-Laryngological Societies*. 2006; 263(3): 267-70.
71. Mo B, Lindbaek M, Harris S. Cochlear implants and quality of life: a prospective study. *Ear and hearing*. 2005; 26(2): 186-94.
72. Knutson JF, Murray KT, Husarek S, Westerhouse K, Woodworth G, Gantz BJ, et al. Psychological change over 54 months of cochlear implant use. *Ear and hearing*. 1998; 19(3): 191-201.
73. Maillet CJ, Tyler RS, Jordan HN. Change in the quality of life of adult cochlear implant patients. *The Annals of otology, rhinology & laryngology Supplement*. 1995; 165: 31-48.
74. House WF. Cochlear implants. *The Annals of otology, rhinology, and laryngology*. 1976; 85 suppl 27(3Pt2): 1-93.
75. Miyamoto RT, Bichey BG. Cochlear implantation for tinnitus suppression. *Otolaryngologic clinics of North America*. 2003; 36(2): 345-52.
76. Di Nardo W, Cantore I, Cianfrone F, Melillo P, Scorpecci A, Paludetti G. Tinnitus modifications after cochlear implantation. *European archives of oto-rhino-laryngology: official journal of the European Federation of Oto-Rhino-Laryngological Societies*. 2007; 264(10): 1145-9.
77. Kompis M, Pelizzone M, Dillier N, Allum J, Demin N, Senn P. Tinnitus before and 6 Months after Cochlear Implantation. *Audiology & neuro-otology*. 2012; 17(3): 161-8.
78. Pan T, Tyler RS, Ji H, Coelho C, Gehringer AK, Gogel SA. Changes in the tinnitus handicap questionnaire after cochlear implantation. *American journal of audiology*. 2009; 18(2): 144-51.
79. Battmer RD, Heermann R, Laszig R. [Suppression of tinnitus by electric stimulation in cochlear implant patients]. *Hno*. 1989; 37(4): 148-52.

80. Osaki Y, Nishimura H, Takasawa M, Imaizumi M, Kawashima T, Iwaki T, et al. Neural mechanism of residual inhibition of tinnitus in cochlear implant users. *Neuroreport*. 2005; 16(15): 1625-8.
81. Quaranta N, Fernandez-Vega S, D'Elia C, Filipo R, Quaranta A. The effect of unilateral multichannel cochlear implant on bilaterally perceived tinnitus. *Acta oto-laryngologica*. 2008; 128(2): 159-63.
82. Ito J, Sakakihara J. Tinnitus suppression by electrical stimulation of the cochlear wall and by cochlear implantation. *The Laryngoscope*. 1994; 104(6 Pt 1): 752-4.
83. Davis KA. Contralateral effects and binaural interactions in dorsal cochlear nucleus. *Journal of the Association for Research in Otolaryngology: JARO*. 2005; 6(3): 280-96.
84. Mirz F, Mortensen MV, Gjedde A, Pedersen CD. Positron emission tomography of tinnitus suppression by cochlear implantation. In Patuzzi R (Ed): *Proceedings of the Seventh International Tinnitus Seminar Perth, University of Western Australia*. 2002: 136-40.
85. Adunka O, Kiefer J. Impact of electrode insertion depth on intracochlear trauma. *Otolaryngology--head and neck surgery: official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. 2006; 135(3): 374-82.
86. Eshraghi AA, Van de Water TR. Cochlear implantation trauma and noise-induced hearing loss: Apoptosis and therapeutic strategies. *The anatomical record Part A, Discoveries in molecular, cellular, and evolutionary biology*. 2006; 288(4): 473-81.
87. Pau HW, Just T, Bornitz M, Lasurashvili N, Zahnert T. Noise exposure of the inner ear during drilling a cochleostomy for cochlear implantation. *The Laryngoscope*. 2007; 117(3): 535-40.
88. Mo B, Harris S, Lindbaek M. Tinnitus in cochlear implant patients-a comparison with other hearing-impaired patients. *International journal of audiology*. 2002; 41(8): 527-34.
89. FDA. What is a Cochlear Implant? Silver Spring, Maryland, United States: U.S. Food and Drug Administration; 2010 [updated 2013-08-09; cited 2013 2013-10-30]; Available from: <http://www.fda.gov/MedicalDevices/ProductsandMedicalProcedures/ImplantsandProsthetics/CochlearImplants/ucm062823.htm>.
90. Leung J, Wang NY, Yeagle JD, Chinnici J, Bowditch S, Francis HW, et al. Predictive models for cochlear implantation in elderly candidates. *Archives of otolaryngology-head & neck surgery*. 2005; 131(12): 1049-54.

91. Summerfield AQ, Marshall DH. Preoperative predictors of outcomes from cochlear implantation in adults: performance and quality of life. *The Annals of otology, rhinology & laryngology Supplement*. 1995; 166: 105-8.
92. Waltzman SB, Fisher SG, Niparko JK, Cohen NL. Predictors of postoperative performance with cochlear implants. *The Annals of otology, rhinology & laryngology Supplement*. 1995; 165: 15-8.
93. Hiraumi H, Tsuji J, Kanemaru S, Fujino K, Ito J. Cochlear implants in post-lingually deafened patients. *Acta oto-laryngologica Supplementum*. 2007(557): 17-21.
94. Shin YJ, Fraysse B, Deguine O, Vales O, Laborde ML, Bouccara D, et al. Benefits of cochlear implantation in elderly patients. *Otolaryngology--head and neck surgery : official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. 2000; 122(4): 602-6.
95. Lenarz M, Sonmez H, Joseph G, Buchner A, Lenarz T. Cochlear implant performance in geriatric patients. *The Laryngoscope*. 2012; 122(6): 1361-5.
96. Humes LE. Factors underlying the speech-recognition performance of elderly hearing-aid wearers. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2002; 112(3 Pt 1): 1112-32.
97. Moon IJ, Kim EY, Jeong JO, Chung WH, Cho YS, Hong SH. The influence of various factors on the performance of repetition tests in adults with cochlear implants. *European archives of oto-rhino-laryngology: official journal of the European Federation of Oto-Rhino-Laryngological Societies*. 2012; 269(3): 739-45.
98. Nadol JB, Jr., Eddington DK. Histopathology of the inner ear relevant to cochlear implantation. *Advances in oto-rhino-laryngology*. 2006; 64: 31-49.
99. Khan AM, Handzel O, Burgess BJ, Damian D, Eddington DK, Nadol JB, Jr. Is word recognition correlated with the number of surviving spiral ganglion cells and electrode insertion depth in human subjects with cochlear implants? *The Laryngoscope*. 2005; 115(4): 672-7.
100. Böhme G, Welzl-Müller K. *Audiometrie. Hörprüfungen im Erwachsenen- und Kindesalter*. Bern: Verlag Hans Huber; 2005.
101. Hahlbrock KH. [Speech audiometry and new word-tests]. *Archiv für Ohren-, Nasen- und Kehlkopfheilkunde, vereinigt mit Zeitschrift für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde*. 1953; 162(5) :394-431.

102. Sukowski H, Brand T, Wagener KC, Kollmeier B. [Comparison of the Gottingen sentence test and the monosyllabic rhyme test by von Wallenberg and Kollmeier with the Freiburg speech test : Investigation in a clinically representative group of listeners]. Hno. 2010; 58(6): 597-604.
103. Berufsgenossenschaften Hdg. Empfehlungen des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften für die Begutachtung der beruflichen Lärmschwerhörigkeit. Königsteiner Merkblatt. 1996; 4. Auflage.
104. Deutsche. DIN 45621, Teil 1: Wörter für Gehörprüfung mit Sprache.: Fachnormenausschuß Elektrotechnik im DIN und VDE; 1973.
105. Mrowinski D, Scholz G. Audiometrie. Eine Anleitung für die praktische Hörprüfung. Berlin: Thieme; 2001.
106. Bangert H. Probleme bei der Ermittlung des Diskriminationsverlustes nach dem Freiburger Sprachtest. Audiologische Akustik. 1980; 19: 166-70.
107. Wedel H. Untersuchungen zum Freiburger Sprachtest-Vergleichbarkeit der Gruppen im Hinblick auf Diagnose und Rehabilitation (Hörgeräteanpassung und Hörtraining). Audiologische Akustik. 1986; 25: 60-73.
108. Lehnhardt E, Laszig R. Praxis der Audiometrie. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2009.
109. Hagerman B. Clinical measurements of speech reception threshold in noise. Scandinavian audiology. 1984; 13(1): 57-63.
110. Wagener K, Brand T, Kollmeier B, Kühnel V. Entwicklung und Evaluation eines Satztests in deutscher Sprache. Teile I, II und III. Z Audiol. 1999; 38: 4-15, 44-56, 86-95.
111. Hörgeräte-Systemtechnik HKf. Oldenburger Satztest Handbuch und Hintergrundwissen. Oldenburg2000. p. 1-16.
112. Holube I, Kollmeier B. Modifikation eines Fragebogens zur Erfassung des subjektiven Hörvermögens und dessen Beziehungen zur Sprachverständlichkeit in Ruhe und in Störgeräuschen. Audiologische Akustik. 1994; 33(4): 22-35.
113. Holube I, Kollmeier B. Ein Fragebogen zur Erfassung des subjektiven Hörvermögens: Erstellung der Fragen und Beziehung zum Tonschwellenaudiogramm. Audiologische Akustik. 1991; 30: 48-64.

114. HörTech. Anleitung zu den Fragebögen Oldenburger Inventar (-R und -I). HörTech gGmbH. 2004: 1-3.
115. Hallam RS, Jakes SC, Hinchcliffe R. Cognitive variables in tinnitus annoyance. *The British journal of clinical psychology / the British Psychological Society*. 1988; 27 (Pt 3): 213-22.
116. Baguley DM. Mechanisms of tinnitus. *British medical bulletin*. 2002; 63: 195-212.
117. Hiller W, Goebel G, Rief W. Reliability of self-rated tinnitus distress and association with psychological symptom patterns. *The British journal of clinical psychology / the British Psychological Society*. 1994; 33 (Pt 2): 231-9.
118. Bullinger M. Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität mit dem SF-36 Health Survey. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*. 2000; 43: 190-7.
119. Ware JE, Jr., Sherbourne CD. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Medical care*. 1992; 30(6): 473-83.
120. Perkins AJ, Stump TE, Monahan PO, McHorney CA. Assessment of differential item functioning for demographic comparisons in the MOS SF-36 health survey. *Quality of life research : an international journal of quality of life aspects of treatment, care and rehabilitation*. 2006; 15(3): 331-48.
121. Fliege H, Rose M, Arck P, Levenstein S, Klapp BF. Validierung des "Perceived Stress Questionnaire" (PSQ) an einer deutschen Stichprobe. *Diagnostica*. 2001; 47(3): 142-52.
122. Kocalevent RD, Levenstein S, Fliege H, Schmid G, Hinz A, Brahler E, et al. Contribution to the construct validity of the Perceived Stress Questionnaire from a population-based survey. *Journal of psychosomatic research*. 2007; 63(1): 71-81.
123. Folkman S, Lazarus RS. An analysis of coping in a middle-aged community sample. *Journal of health and social behavior*. 1980; 21(3): 219-39.
124. Carver CS, Scheier MF, Weintraub JK. Assessing coping strategies: a theoretically based approach. *Journal of personality and social psychology*. 1989; 56(2): 267-83.
125. Krohne HW. *Angst und Angstbewältigung*. Stuttgart: Kohlhammer; 1996.
126. Knoll N. *Coping as a Personality Process: How Elderly Patients Deal with Cataract Surgery*. Berlin: Freie Universität Berlin; 2002.

127. Radloff LS. The CES-D Scale: A Self-Report Depression Scale for Research in the General Population. *Applied Psychological Measurement*. 1977; 1(3): 385-401.
128. Kessler RC, Demler O, Frank RG, Olfson M, Pincus HA, Walters EE, et al. Prevalence and treatment of mental disorders, 1990 to 2003. *The New England journal of medicine*. 2005; 352(24): 2515-23.
129. Kessler RC, Chiu WT, Demler O, Merikangas KR, Walters EE. Prevalence, severity, and comorbidity of 12-month DSM-IV disorders in the National Comorbidity Survey Replication. *Archives of general psychiatry*. 2005; 62(6): 617-27.
130. Kroenke K, Spitzer RL, Williams JB, Monahan PO, Lowe B. Anxiety disorders in primary care: prevalence, impairment, comorbidity, and detection. *Annals of internal medicine*. 2007; 146(5): 317-25.
131. Lowe B, Decker O, Muller S, Brahler E, Schellberg D, Herzog W, et al. Validation and standardization of the Generalized Anxiety Disorder Screener (GAD-7) in the general population. *Medical care*. 2008; 46(3): 266-74.
132. Manrique M, Ramos A, Morera C, Cenjor C, Lavilla MJ, Boleas MS, et al. [Analysis of the cochlear implant as a treatment technique for profound hearing loss in pre and postlocutive patients]. *Acta otorrinolaringologica espanola*. 2006; 57(1): 2-23.
133. Herzog M, Schon F, Muller J, Knaus C, Scholtz L, Helms J. [Long term results after cochlear implantation in elderly patients]. *Laryngo- rhino- otologie*. 2003; 82(7): 490-3.
134. Lazard DS, Bordure P, Lina-Granade G, Magnan J, Meller R, Meyer B, et al. Speech perception performance for 100 post-lingually deaf adults fitted with Neurelec cochlear implants: Comparison between Digisonic(R) Convex and Digisonic(R) SP devices after a 1-year follow-up. *Acta oto-laryngologica*. 2010; 130(11): 1267-73.
135. Meis MP, K.; Dillier, N., Kießling, J.; Kinkel, M.; Hessel, H. Bilaterale Versorgung mit Hörgeräten und Cochlea Implantaten: Ergebnisse einer multizentrischen Studie zur (gesundheitsbezogenen) Lebensqualität. 9. DGA Jahrestagung 2006; 08.03.-11.03.2006; Köln2006. p. 1-5.
136. Clifton RK, Morrongiello BA, Kulig JW, Dowd JM. Newborns' orientation toward sound: possible implications for cortical development. *Child development*. 1981; 52(3): 833-8.

137. Olze H, Szczepek AJ, Haupt H, Forster U, Zirke N, Grabel S, et al. Cochlear implantation has a positive influence on quality of life, tinnitus, and psychological comorbidity. *The Laryngoscope*. 2011; 121(10): 2220-7.
138. Olze H, Szczepek AJ, Haupt H, Zirke N, Graebel S, Mazurek B. The impact of cochlear implantation on tinnitus, stress and quality of life in postlingually deafened patients. *Audiology & neuro-otology*. 2012; 17(1): 2-11.
139. Horner-Johnson W, Krahn GL, Suzuki R, Peterson JJ, Roid G, Hall T, et al. Differential performance of SF-36 items in healthy adults with and without functional limitations. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2010; 91(4): 570-5.
140. Francis HW, Chee N, Yeagle J, Cheng A, Niparko JK. Impact of cochlear implants on the functional health status of older adults. *The Laryngoscope*. 2002; 112(8 Pt 1): 1482-8.
141. Aschendorff A, Pabst G, Klenzner T, Laszig R. Tinnitus in Cochlear Implant Users: The Freiburg Experience. *The international tinnitus journal*. 1998; 4(2): 162-4.
142. Olze H, Grabel S, Forster U, Zirke N, Huhnd LE, Haupt H, et al. Elderly patients benefit from cochlear implantation regarding auditory rehabilitation, quality of life, tinnitus, and stress. *The Laryngoscope*. 2012; 122(1): 196-203.
143. Hawthorne G, Hogan A, Giles E, Stewart M, Kethel L, White K, et al. Evaluating the health-related quality of life effects of cochlear implants: a prospective study of an adult cochlear implant program. *International journal of audiology*. 2004; 43(4): 183-92.
144. Dillman DA. *Mail and Telephone Surveys: The Total Design Method.*: John Wiley & Sons Inc.; 1978.

9. Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Basisliste des Oldenburger Satztests	23
Tab. 2	Domänen des NCIQ	28
Tab. 3	Subskaleninhalte und Bedeutung hoher und niedriger Scores des SF-36	29
Tab. 4	OI-R zur Erfassung von Änderungen des subjektiven Hörvermögens	37
Tab. 5	TF zur Erfassung von Tinnitusveränderungen bezogen auf die Gesamtkohorte	39
Tab. 6	TF zur Erfassung von Tinnitusveränderungen bezogen auf die Patienten mit präoperativen Tinnitus	40
Tab. 7	NCIQ zur Erfassung von Lebensqualitätsänderungen im Rahmen der CI-Versorgung	43
Tab. 8	SF-36 zur Erfassung von Änderungen der gesundheitsbezogenen Lebensqualität	44
Tab. 9	PSQ zur Erfassung von Änderungen im subjektiv empfundenen Stresserleben	45
Tab.10	Brief-COPE zur Erfassung der Änderungen von Bewältigungsstrategien	46
Tab.11	Zusammenhang zw. hörspezifischer und allgemeiner Lebensqualitätsveränderung	49
Tab. 12	Zusammenhang zw. Stress- und Lebensqualitätsveränderungen	50
Tab. 13	Zusammenhang zw. Bewältigungsstrategien und Lebensqualitätsveränderung	52
Tab.14	Zusammenhang zw. Depressions- und Lebensqualitätsveränderungen	53
Tab. 15	Zusammenhang zw. Angst- und Lebensqualitätsveränderungen	54
Tab. 16	Zusammenhang zw. Hörleistung und Lebensqualitätsveränderungen	55
Tab. 17	Zusammenhang zwischen Tinnitus- und Lebensqualitätsveränderungen	56
Tab. 18	Zusammenhang zwischen der Tinnitus- und der Stressbelastung	57
Tab. 19	Zusammenhang zwischen Tinnitus, Angst- und Depressionssymptomatik	57
Tab. 20	Zusammenhang zwischen Tinnitus und subjektiv empfundener Hörleistung	58
Tab. 21	Bedeutung des Lebensalters	59
Tab. 22	Bedeutung der Ertaubungsdauer	60
Tab. 23	Bedeutung der Sprachtestergebnisse für die Gesamtzufriedenheit	61

Erklärung

„Ich, Sandra Schumpa, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: „Einfluss einer Cochlea Implantat-Versorgung auf Sprachverstehen, Lebensqualität und Tinnitus - Ergebnisse einer prospektiven Studie“ selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung (siehe „Uniform Requirements for Manuscripts (URM)“ des ICMJE -www.icmje.org) kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, Laborbestimmungen, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) entsprechen den URM (s. o.) und werden von mir verantwortet.

Meine Anteile an etwaigen Publikationen zu dieser Dissertation entsprechen denen, die in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit der Betreuerin, angegeben sind. Sämtliche Publikationen, die aus dieser Dissertation hervorgegangen sind und bei denen ich Autor bin, entsprechen den URM (s. o.) und werden von mir verantwortet.

Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§156,161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.“

18.11.2014

Datum

Unterschrift

Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Frau Prof. Dr. med. Heidi Olze, meiner betreuenden Hochschullehrerin, die mit ihrem Fachwissen, konstruktiven Ratschlägen und stetiger Motivation zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen hat.

Herrn Dr. rer. medic. Stefan Gräbel möchte ich herzlich für die tatkräftige Unterstützung, die ausführliche Anleitung und die statistische Betreuung danken.

Mein weiterer Dank gilt Frau Nina Zirke für die gute Zusammenarbeit.

Zudem möchte ich mich bei allen Patienten für das zeitaufwendige Ausfüllen der Fragebögen und die Teilnahme an den audiometrischen Untersuchungen bedanken.

Herrn Julian Emrich möchte ich für die rege Unterstützung und Ermutigung danken.

Zuletzt möchte ich meinen Eltern danken, die mich während der Entstehung der Arbeit und des gesamten Studiums zu jeder Zeit unterstützt haben.