

Aus der Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde
der Ludwig-Maximilians-Universität München
Direktor: Prof. Dr. A. Berghaus

Die Cochlea-Implantatversorgung Erwachsener der HNO-Abteilung im Klinikum Großhadern
- Retrospektive Auswertung der Ergebnisse

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Zahnheilkunde
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwigs-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Eva Schindela

aus

München

2006

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. G. Rasp

Mitberichterstatter: Prof. Dr. Ch. Benz
Prof. Dr. W. Locher
Priv. Doz. Dr. K. Adelhard

Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter: Dr.-Ing. U. Baumann

Dekan: Prof. Dr. med. D. Reinhardt

Tag der mündlichen Prüfung: 18. 07. 2006

Danksagung

Herrn Prof. Dr. G. Rasp danke ich für die Überlassung des Themas.

Herrn Dr. U. Baumann danke ich für die geduldige, hilfreiche Unterstützung und Motivation bei der Bearbeitung.

Abstract

Die Cochlea-Implantatversorgung ist eine erfolgreiche und risikoarme Rehabilitationsmaßnahme stark hörgeschädigter Patienten. In der vorliegenden retrospektiven Studie sind die Daten von 95 erwachsenen Patienten der HNO-Abteilung des Klinikums Großhadern der Universität München ausgewertet worden. Diese Patienten sind nach eingehender präoperativer Diagnostik operiert worden. Der im späteren, postoperativen Verlauf erzielte Hörerfolg wurde in festgelegten Zeitintervallen durch Sprachtests überprüft. Ein Zugewinn im Sprachverstehen wird besonders an den Langzeitergebnissen deutlich (Mittelwerte des Sprachverstehens nach 72 Monaten: 100,0% im Freiburger-Zahlentest, 70,0% im Freiburger-Einsilbertest und 90,2% im Innsbruckersatztest). Der große, durch die Cochlea-Implantatversorgung erzielte Erfolg zeigt sich auch am Deckelungseffekt, der bereits zwischen dem 6. und 12. Monat nach Erstanpassung im Freiburger-Zahlentest festgestellt werden konnte. Es konnte nachgewiesen werden, dass der postoperative Erfolg positiv durch das präoperative Sprachverstehen, durch ein höheres Ertaubungsalter und durch eine frühzeitige Implantation beeinflusst wird. An den Ergebnissen im HSM-Satztest (12. Monat postoperativ) wird folgender Unterschied deutlich: Ohne Störgeräusch wurde von Patienten mit Implantaten der Firma Med-el im Mittel 73,5% und von Patienten mit Modellen der Firma Cochlear im Mittel 70,0% verstanden; im Störgeräusch dagegen (gleicher Pegel von Störgeräusch und Testsätzen) wurde von Patienten mit Med-el Implantaten im Mittel 6,7% und von Patienten mit Modellen der Firma Cochlear 45,4% verstanden (möglicher Grund: Richtmikrofon im Sprachprozessor bei Cochlear). Innerhalb des Auswertungszeitraums traten 4 Defekte im Implantatsystem auf, davon betroffen waren ausschließlich Systeme der Firma Med-el. In der Mehrzahl der vorliegenden Fälle konnte ein guter bis sehr guter Erfolg der Cochlea-Implantatversorgung bei Erwachsenen dokumentiert werden. Jedoch zeigte sich in 6 Fällen ein Akzeptanzproblem, welches nicht eindeutig auf bestimmte Ursachen zurückgeführt werden konnte. Eine Auswertung von prä- und postoperativen Fragebögen konnte die große Zunahme an Lebensqualität aufzeigen, da die Patienten nach der Implantation ihre soziale und psychische Gesamtsituation deutlich positiver einschätzten.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	Das Ohr	3
1.1.1	Anatomie und Physiologie des Ohrs	3
1.1.2	Pathophysiologie des Innenohres	12
1.2	Das Cochlea-Implantat	15
1.2.1	Geschichte des Cochlea-Implantats	15
1.2.2	Aufbau und Funktion eines Cochlea-Implantats	16
1.2.3	Indikation einer Versorgung mittels Cochlea-Implantat	18
1.2.4	Anpassung des Sprachprozessors und Rehabilitation	21
1.3	Ziel und Aufbau der Arbeit	24
2	Patienten und Methoden	25
2.1	Patienten	25
2.2	Methoden	26
2.2.1	Präoperative Daten	27
2.2.2	Operative Daten	29
2.2.3	Postoperative Daten	29
2.2.4	Subjektive Beurteilung von Hörgeräten und Cochlea-Implantaten (Fragebögen) ...	31
2.2.5	Statistische Auswertung der Patientendaten	32
3	Ergebnisse	34
3.1	Präoperative Daten	34
3.1.1	Grund der Hörstörung	34
3.1.2	Alter bei Auftreten der Hörstörung und Alter bei der Operation	36
3.1.3	Präoperativ aufgetretener Tinnitus und Schwindel	38
3.1.4	Sprachverstehen im Freiburger-Zahlentest ohne und mit Hörgerät	39
3.1.5	Sprachverstehen im Freiburger-Einsilbertest	41
3.1.6	Ergebnisse des Promontorialtest	42
3.2	Operationsdaten	45
3.2.1	Allgemeine Daten zu den durchgeführten Operationen	45
3.2.2	Messung des Stapediusreflexes	47
3.2.3	Messung der Telemetrie	47
3.2.4	Verwendete Implantatsysteme	48

3.2.5	Komplikationen	49
3.2.6	Versorgungsarten und Reimplantationen nach technischem Defekt.....	51
3.3	Postoperative Daten.....	53
3.3.1	Ergebnisse des Freiburger-Zahlentests im postoperativen Zeitverlauf	53
3.3.2	Ergebnisse des Freiburger-Einsilbertests im postoperativen Zeitverlauf	57
3.3.3	Ergebnisse des Innsbrucker-Satztests im postoperativen Zeitverlauf	62
3.3.4	Ergebnisse des HSM-Satztests im postoperativen Zeitverlauf.....	68
3.3.5	Betrachtung verschiedener Parameter bezüglich der „non users“.....	74
3.4	Ergebnisse der Fragebögen zur subjektiven Beurteilung des Nutzens von Hörgeräten und Cochlea-Implantaten	78
4	Diskussion	89
4.1	Präoperative Parameter	90
4.1.1	Ätiologie der Hörstörung und Alterstruktur innerhalb des Kollektivs	90
4.1.2	Präoperativer Tinnitus und Schwindel	93
4.1.3	Präoperatives Verstehen im Freiburger-Sprachtest	94
4.1.4	Promontorialtestergebnisse.....	95
4.2	Operative Parameter	97
4.2.1	Allgemeine Daten und operative Messergebnisse.....	97
4.2.2	Obliterationen und weitere intraoperative Komplikationen	98
4.2.3	Versorgungsarten und Reimplantationen	100
4.3	Sprachtestergebnisse	102
4.3.1	Ergebnisse der verschiedenen Sprachtests im postoperativen Zeitverlauf.....	102
4.3.2	Ergebnisse im HSM-Satztest.....	105
4.3.3	Einflussfaktoren auf das postoperative Sprachtestverstehen.....	107
4.4	Bewertung des Nutzens von Hörgeräten und Cochlea-Implantaten	111
5	Zusammenfassung	114
6	Literaturverzeichnis.....	117
7	Lebenslauf	124

1 Einleitung

1.1 Das Ohr

1.1.1 Anatomie und Physiologie des Ohrs

Das Ohr als paarig angelegtes Hör- und Gleichgewichtsorgan nimmt eine wichtige Funktion im Rahmen der Orientierung und Kommunikation ein. Menschen, bei denen dieses Sinnesorgan gestört ist, haben häufig mit sozialen Problemen zu kämpfen. Viele suchen einen Ausweg aus ihrer Isolation mit dem Wunsch nach sozialer Anerkennung und nach einer einfacheren Teilnahme am Alltagsleben.

Bei einigen Krankheitsbildern, beginnend bei der Hörstörung bis hin zur Taubheit ist je nach Ätiologie und Schweregrad der jeweiligen Behinderung ein geeignetes Hilfsmittel zu wählen. Während bei schwächer ausgeprägten Hörstörungen häufig ein konventionelles Hörgerät dem Patienten angepasst werden kann, ist bei schweren Höreinschränkungen bis hin zur Taubheit ein Cochlea-Implantat unter bestimmten Bedingungen das Mittel der Wahl. Dies gilt jedoch nur solange der Hörnerv intakt ist, und die Schädigung distal von diesem liegt.

Im Rahmen dieser Arbeit soll zunächst Grundlegendes über die Anatomie, die Physiologie und Pathophysiologie des menschlichen Ohrs erläutert werden, um dann auf Grundprinzipien und Indikation der Cochlea-Implantat Versorgung einzugehen.

Das Hör- und Gleichgewichtsorgan lässt sich in einen peripheren Anteil, dessen Beschreibung in diesem Abschnitt genauer erfolgt, und in einen zentralen Anteil gliedern (bestehend aus der Hör- und der Vestibularbahn, sowie dem Verlauf des N. facialis) (Boeninghaus und Lenarz, 1996).

Der periphere Anteil setzt sich in folgender Weise zusammen:

- 1. das äußere Ohr:
 - die Ohrmuschel
 - der äußere Gehörgang
- 2. das Mittelohr:
 - das Trommelfell
 - die Ohrtrompete

- die Paukenhöhle (mit Gehörknöchelchen und Mittelohr-Muskulatur)
 - die pneumatischen Räume
- 3. das Innenohr:
- das knöcherne Labyrinth (als ein zusammenhängendes System aus Knochenkanälchen, die kapselartig das häutige Labyrinth umschließen).
 - das häutige Labyrinth (als ein kompliziert zusammenhängendes Gangsystem, das mit Endolymphe gefüllt ist und von Perilymphe umgeben ist).
- In ihm liegen die Rezeptorfelder sowohl des Gleichgewichtsorgans, als auch des Hörorgans (Frick, 1992).
- 4. der Hör- und Gleichgewichts nerv

Das äußere Ohr- Anatomie und Funktion

Die Ohrmuschel (Auricula) wird durch den zwischen Hautblättern gelegenen elastischen Knorpel geformt, wodurch sich hervorspringende Falten und Leisten ergeben. Allein das Ohrläppchen ist Knorpel frei (Boenninghaus und Lenarz, 1996).

Der äußere Gehörgang (Meatus acusticus externus) schließt sich als ein circa 3,5 cm langer Gang an, der nach medial bis zum Trommelfell reicht. Beim Erwachsenen wird das laterale Drittel des Ganges aus der Fortsetzung des elastischen Knorpels der Ohrmuschel gebildet und die medialen Zweidrittel aus Knochen. Der Verlauf entspricht einer S-förmigen Krümmung, wobei zwischen dem beweglichen, knorpeligen Abschnitt und dem ellipsenförmigen, knöchernen Abschnitt eine Engstelle (Isthmus) zu finden ist. Die Haut des äußeren Gehörganges ist eine Fortsetzung der äußeren Haut und besitzt als geschichtetes, verhorntes Plattenepithel sowohl Talgdrüsen, als auch Haare (Waldeyer und Waldeyer, 1973).

Laut Böhme und Welzl-Müller erfüllt das äußere Ohr folgende Aufgaben:

Es schützt zum einen das Trommelfell vor mechanischer Beschädigung. Zum anderen führt es gemeinsam mit Kopf und Körper eine Schalldrucktransformation vom Schall im freien Schallfeld zum Schall am Trommelfell durch, wobei Ohrmuschel, Kopf und Körper als Beugungskörper, Concha und äußerer Gehörgang als Resonatoren wirken. Dabei ruft die Gehör-

gangsresonanz eine Schallpegelerhöhung um bis zu 20 dB am Trommelfell gegenüber dem am Gehörgangseingang auftreffenden Schall im Frequenzbereich 1-3 kHz hervor (Böhme und Welzl-Müller, 1998).

Weiterhin wird der Ohrmuschel auch eine Bedeutung in bezug auf das Richtungshören zugesprochen (Hick und Hick, 2000).

Das Mittelohr- Anatomie und Funktion

Das Trommelfell liegt zwischen dem äußerem Gehörgang und der Paukenhöhle. Durch einen verdickten faserknorpeligen Rand (Anulus fibrosus) ist es in den knöchernen Sulcus tympanicus eingelassen (Boenninghaus und Lenarz, 1996).

Das Trommelfell erscheint beim Gesunden als perlgraue, ovale Membran, die in der Mitte trichterförmig zu einem Nabel (Umbo) eingezogen ist. Neben einem unteren gespannten Teil, die Pars tensa, lässt sich ein oberer, schlaffer Teil, die Pars flaccida, unterscheiden. Zwischen beiden Teilen ist der vorspringende kurze Fortsatz des Hammers zu erkennen, der in seinem weiteren Verlauf als Hammergriff mit der Pars tensa fest verwachsen ist (Boenninghaus und Lenarz, 1996).

Die nur zweischichtige Pars flaccida weist im Gegensatz zur dreischichtigen Pars tensa keine Bindegewebsschicht zwischen Epithel- und Schleimhautschicht auf.

Nach medial setzt sich die luftgefüllte Paukenhöhle (Cavum tympani) fort, die als schmaler Spalt zwischen Trommelfell und Innenohr im Schläfenbein liegt. Ihre Gestalt erinnert an eine Trommel, wobei das Trommelfell nach außen und vorne geneigt ist (Frick, 1992).

Es lassen sich drei übereinanderliegende Etagen der Paukenhöhle bezeichnen: Hypotympanum, Mesotympanum, Epitympanum. Der Inhalt der Paukenhöhle sind zum einen die drei gelenkig verbundenen Gehörknöchelchen: der Hammer (Malleus), der Amboss (Incus) und der Steigbügel (Stapes). Zum anderen finden sich hier die Binnenmuskeln des Mittelohrs: der M. tensor tympani, als der Spanner des Trommelfells, und der M. stapedius, der Steigbügelmuskel (Waldeyer und Waldeyer, 1973).

Über die circa 4 cm lange Ohrtube (Tuba auditoria) besteht eine Verbindung zum Nasen-Rachen-Raum, die der Belüftung der Mittelohrräume und der Luftdruckanpassung dient. Die mit Schleimhaut ausgekleidete Paukenhöhle steht in Beziehung zu den pneumatischen Räumen der Warzenfortsatzzellen und der Zellen der Felsenbeinpyramide. Die Pneumatisation ist abhängig von einer normalen Funktion der kindlichen Ohrtube (Boenninghaus und Lenarz, 1996).

Die Funktion des Mittelohres besteht in der Übertragung des auf das Trommelfell auftreffenden Luftschalls in das mit Flüssigkeit gefüllte Innenohr. Normalerweise würde bei Auftreffen des Schalls auf eine Grenzfläche zwischen Luft und Flüssigkeit eine 99% Reflektion erfolgen, die auf Grund der unterschiedlichen akustischen Impedanz zustande kommt. Der Trommelfell-Gehörknöchelchen-Apparat ist als Anpassungsapparat zwischen beide Medien geschaltet und bewirkt eine wichtige Drucktransformation des auf das Trommelfell auftreffenden Schalldrucks (Boehme und Welzl-Müller, 1998).

Trifft Schall fortgeleitet durch die Luft des äußeren Gehörgangs (Luftleitung) auf das Trommelfell, werden die Schwingungen an den mit dem Trommelfell verwachsenen Hammer weitergegeben. Dieses Gehörknöchelchen ist über den Amboss mit dem Steigbügel verbunden. Die Fußplatte des Steigbügels ist beweglich im Ringband des ovalen Fensters aufgehängt, welches den Übergang zum Innenohr bildet. Die niedrige Impedanz der Luft kann so an die hohe Impedanz der Innenohrflüssigkeit angepasst werden. Liegt bei einem Patienten eine Schalleitungsschwerhörigkeit vor, würde dies bedeuten, dass die Gehörknöchelchenkette gestört ist und deshalb ein Grossteil der eintreffenden Schallenergie nicht weitergeleitet sondern reflektiert werden würde. Das bedeutet, dass die Schallenergie dann nicht mehr als Schwingungen des Trommelfells und der Gehörknöchelchen weitergeleitet wird, sondern als reine Dichteschwankungen der Luft mit entsprechendem Verlust (Schmidt, 1995).

Zusammenfassend spielen also folgende Faktoren eine wichtige Rolle bei der Transformation des auf das Trommelfell wirkenden Schalldrucks zu dem im Bereich des ovalen Fensters wirksamen Drucks (Böhme und Welzl-Müller, 1998):

1. Druckverstärkung durch die unterschiedliche Fläche von Trommelfell und Steigbügel-
fußplatte, beziehungsweise Innendurchmesser der Cochlea-Scalae: (*Druckerhöhung, da: $Druck = Kraft / Fläche$*)
2. Verstärkungsfaktor der gekrümmten Trommelfellfläche; einwirkende Druckkräfte führen am Hammer zu großer Kraft mit kleiner Auslenkung
3. Hebelwirkung durch die anatomische Gestalt der Ossikel

Der Gewinn an Hörleistung durch Impedananzanpassung liegt zwischen 10-20 dB (Hick und Hick, 2000).

Auch die Mittelohrmuskeln spielen bei der Luftleitung durch die Modifikation der Schallübertragung eine wichtige Rolle, da sie mit ihrer Kontraktion eine Reizdämmung durch Ver-

minderung der Schwingungsamplituden bewirken. Während der Musculus tensor tympani (innerviert durch den Nervus trigeminus) beim Menschen nur bei sehr lautem Schall aktiviert wird, kontrahiert der Musculus stapedius (innerviert durch den Nervus facialis) bereits bei mittlerer Schallintensität. Dadurch ist eine frequenz- und pegelabhängige Schallübertragung unter 2 kHz möglich (Boehme und Welzl-Müller, 1998).

Die Folgen dieses Verhaltens sind: Abnahme der Maskierung mittel- und hochfrequenter Schallanteile durch tieffrequente, die selektive Empfindlichkeitsänderung, der erweiterte Dynamikbereich und die Verminderung des Risikos eines Hörschadens unterhalb von 2 kHz (Lehnhardt, 1996).

Das Innenohr - Anatomie und Funktion

Das Innenohr, innerviert durch den Nervus vestibulocochlearis, ist in der Felsenbeinpyramide gelegen und enthält als Organum vestibulocochleare sowohl das Gleichgewichtsorgan, als auch das Hörorgan. Beide bestehen aus einem mit Endolymphe gefüllten, häutigen Labyrinth, welches von Perilymphe umspült ist und von einem knöchernen Labyrinth umkapselt wird. Die Rezeptoren von Hör- und Gleichgewichtsorgan ragen in den endolymphatischen Raum hinein (Leonhardt, 1990).

Auf das Gleichgewichtsorgan sei an dieser Stelle nur kurz aus dem Grunde der Vollständigkeit eingegangen: Fühler des Gleichgewichtssinns sind zum einen die Maculaorgane von Sacculus und Utriculus, zum anderen die Bogengangorgane (bestehend aus einem horizontalen, vorderen vertikalen und hinteren vertikalen Bogengang).

Ihre Funktionen sind wie folgt knapp dargestellt (Hick und Hick, 2000):

- Information über die räumliche Lage des Körpers (zusammen mit Gesichtssinn und den peripheren Mechanorezeptoren)
- Mitbeteiligung der Maculaorgane an reflektorischen Prozessen, besonders der Stützmotorik, unter Koordinierung des Kleinhirns; Information über lineare Beschleunigung
- Regulierung der Blickmotorik durch die Bogengangorgane, um das Bild auf der Retina stabil zu halten und Lieferung Informationen über Drehbeschleunigung.

Die Schnecke (Cochlea) ist das für die Hörwahrnehmung zuständige Organ. Anatomisch gleicht die Cochlea einem Schneckenhaus, das aus zweieinhalb Windungen um eine Achse

(Modiolus) besteht. Dieser Modiolus enthält die Nerven und die Gefäße (Boenninghaus und Lenarz, 1996).

Für das Verständnis bezüglich des Aufbaus und der Funktion des Innenohrs ist es einfacher, sich das Schneckenhaus entrollt in Form eines Schlauches vorzustellen. Es ist zu erkennen, dass hier eine cochleäre Trennwand der Länge nach verläuft, welche den Schlauch in die sich oben befindliche Scala vestibuli und die sich unten befindliche Scala tympani aufteilt.

Die cochleäre Trennwand ist die eigentliche Funktionseinheit der Cochlea. Die Scala vestibuli ist über das ovale Fenster mit der Fußplatte des Steigbügels verbunden und grenzt somit an das Mittelohr an. Die Scala tympani kommuniziert über das runde Fenster mit der Paukenhöhle.

Die cochleäre Trennwand zeigt einen komplexen anatomischen Aufbau, der mikroskopisch zu erkennen ist: Ihre Unterseite wird von der Basilarmembran gebildet, auf der sich sogenannte Stützzellen befinden. Diese Stützzellen tragen die Hörsinneszellen, welche an ihrem oberen Ende Sinneshärchen (Stereozilien) aufweisen. Sie werden deshalb auch als Haarzellen bezeichnet. Beim Menschen finden sich 3 Reihen außengelegener Haarzellen und eine Reihe innerer Haarzellen (Schmidt, 1995).

Es gibt circa 3500 innere und 12000 äußere Haarzellen im menschlichen Ohr. Wobei nur 10% der Nervenfasern der bipolaren Ganglienzellen des Ganglion spirale zu den äußeren Haarzellen führen. Dabei versorgt eine Faser jeweils mehrere Rezeptoren (Hick und Hick, 2000).

Die Haarzellen, die Stützzellen und die Basilarmembran bilden das Hör- oder auch Corti-Organ. Die Haarzellen werden von der Tektorialmembran überdeckt und nur die Spitzen der längsten Stereozilien der äußeren Haarzellen stehen mit dieser Membran in Berührung. Zwischen der Tektorialmembran und der Oberseite des Corti-Organ befindet sich ein schmaler, mit Flüssigkeit gefüllter Spalt. Diese Flüssigkeit wird als Endolymphe bezeichnet und befindet sich auch oberhalb der Tektorialmembran. Dieser endolymphatisch gefüllte Raum trägt die Bezeichnung Scala media.

Abgetrennt von der Scala tympani durch das Corti-Organ und abgetrennt von der Scala vestibuli durch die Reissner-Membran kann sich die Endolymphe der Scala media nicht mit der Perilymphe mischen (Schmidt, 1995).

Eine wichtige Aufgabe in bezug auf die Zusammensetzung der Endolymphe wird dem blutgefäßreichen Bezirk an der äußeren Zirkumferenz der Scala media zuteil. Er wird Stria vascularis genannt und ist reich an Ionenpumpen, um so das positive endocochleäre Membranpotential von circa 80 mV aufrecht zu erhalten.

Der Hörvorgang unter Betrachtung der im Innenohr ablaufenden Prozesse

Schallwellen sind longitudinale Wellen mit bestimmter Schwingungsdauer und Frequenz. Das menschliche Hörspektrum umfasst Frequenzen von 16 Hz bis 20 000 Hz, mit im zunehmenden Alter sinkender Empfindlichkeit. Der Schall hat als weitere wichtige Größe den Schalldruck. Der höchste, schmerzfrei wahrnehmbare Schalldruck liegt bei 100 Pa, der geringste gerade noch wahrnehmbare bei 10 μ Pa (Frenzen, 2001).

Der Schall gelangt wie bereits im vorausgegangenen Abschnitt beschrieben durch den äußeren Gehörgang zum Trommelfell. Jene Membran führt zusammen mit der nachfolgenden Gehörknöchelchenkette des Mittelohrs die nötige Impedanzenanpassung durch, die es dem Schall erlaubt, von der Luft in das hinter dem ovalen Fenster liegende, mit Flüssigkeit gefüllte Innenohr einzudringen.

Die über die Gehörknöchelchen fortgeleiteten, schallbedingten Schwingungen werden durch die Fußplatte des Steigbügels in Form von Druckeinwirkung auf das ovale Fenster übertragen, und in der Perilymphe der Scala vestibuli weitergeleitet. Durch das einwärts Schwingen der Steigbügel Fußplatte wird die Perilymphe der Scala vestibuli in das Innere der Cochlea verdrängt, wodurch die bewegliche cochleäre Trennwand nach unten gedrückt wird. Dieser Vorgang bewirkt auch eine Flüssigkeitsverschiebung in der Scala tympani in Richtung der elastischen Membran des runden Fensters. Diese Membran wölbt sich dann in Richtung des luftgefüllten Mittelohres vor. Durch die so übertragenen Schwingungen kommt es zu wellenförmigen Auf- und Abwärtsbewegungen der cochleären Trennwand (Schmidt, 1995).

Diese zur Schneckenspitze (Helikotrema) laufenden Wanderwellen haben ihre maximale Amplitude frequenzabhängig in einem ganz bestimmten Abstand zum ovalen Fenster. Die Verschlüsselung in Form einer Frequenz- Ortskodierung, oder Frequenzdispersion, wird als Tonotopie bezeichnet, und hat zur Folge, dass niedrige Frequenzen helikotremanah und hohe Frequenzen helikotremafern eine jeweils maximale Auslenkung der Basilarmembran hervorrufen.

Am Ort des Amplituden-Maximums werden die entsprechenden lokalen Sinneszellen durch die Auslenkung der Basilarmembran maximal erregt (Einorttheorie): unterschiedliche Frequenzen aktivieren daher unterschiedliche Haarzellpopulationen.

Zunächst werden die äußeren Haarzellen durch die Abscherung ihrer Zilien erregt; sie steuern und verstärken daraufhin die Reizung der inneren Haarzellen (Aufbau eines Haarzellrezeptorpotentials). Die inneren Haarzellen sind für die eigentliche Sinneswahrnehmung verantwort-

lich: 95 % des Hörnervs werden durch ihre Afferenzen gebildet. Die Funktion der äußeren Haarzellen wird von Fasern gesteuert, die von der oberen Olive ausgehen und zum efferenten auditorischen System gehören (Frenzen, 2001).

Der Begriff der mechanoelektrischen Transduktion beschreibt die Funktion der Haarzellen, mechanische Schwingungsenergie in elektrische Energie umzuwandeln. Dieser passive Erregungsvorgang wird im Besonderen durch die äußeren Haarzellen modifiziert, die als cochleäre Verstärker die Funktion der mechanoelektrischen Transduktion übernehmen: Durch ihre aktiven Bewegungseigenschaft können sie die Auslenkung der Basilarmembran nicht nur verstärken, sondern auch schärfer bestimmen. Die Folgen sind eine Steigerung der Empfindlichkeit und eine bessere Auflösung der Frequenzen. Somit ermöglichen sie eine dem jeweiligen Schalldruck angepasste Erregung der für den afferenten Informationstransport wichtigen inneren Haarzellen, und eine erhebliche Verbreiterung des Dynamikbereichs (Lenarz, 1998).

In der Schnecke wird die ankommende mechanische Energie des Schalls in elektrische Energie umgewandelt: die entstandene Wanderwelle bewirkt eine ortsspezifische Anregung der entsprechenden Haarzellen und wird schließlich in Nerveneinzelentladungen transformiert. In den Sinneszellen tritt hierbei eine reizsynchrone Veränderung des Rezeptorpotentials auf, und löst bei Überschreiten einer Mindestschwelle ein Aktionspotential nach dem Prinzip des Alles- oder Nichts-Gesetzes aus. Afferente Hörnervenfasern leiten die neuronalen Erregungen nach zentral (Boenninghaus und Lenarz, 1996).

Reizübertragung und Schallcodierung im Hörnerv

Die afferenten Fasern des Hörnerven sind entlang der Basilarmembran mit ihren peripheren Dendriten frequenzspezifisch verteilt. Die Ganglienzellen der Dendriten liegen in der Schneckenachse, dem Modiolus. Als Hörnerv gebündelt ziehen die Axone durch den inneren Gehörgang zu dem Hörkern (Nucleus cochlearis) im Hirnstamm.

Durch die mechanoelektrischen Transduktion der Haarzellen wird die mechanische Schwingungsenergie in die elektrische Energie in Form nervaler Depolarisation umgesetzt. Die einzelnen Nervenfasern des Hörnerven bilden daraufhin Aktionspotentiale aus, die auch experimentell nachgewiesen werden können. In den Einzelneuronen des Nervus cochlearis findet sich ein relativ einheitliches Antwortverhalten statt, um den Informationsgehalt des ankommenden Schallreizes zu verschlüsseln:

1. Codierung der Frequenz:

Jede Nervenfaser weist eine charakteristische Frequenz auf (die sogenannte Bestfrequenz), bei der sie schon bei geringstem Pegel in Erregung versetzt wird. Diese Frequenz ist entsprechend der Tonotopie einem bestimmten Bereich der Basilarmembran zugeordnet. Bei sehr hohen Schallpegeln antwortet jedoch das Neuron auf relativ große Frequenzbereiche.

Nicht nur die Frequenz-Ortsabbildung auf der Basilarmembran und die Erregung der daran gekoppelten Neurone, sondern auch die besonders im tiefen Frequenzbereich wirksame Periodizitätsanalyse innerhalb des Nerven selbst ist bei der Codierung wichtig. Hierbei spielt es eine Rolle, dass die Erregung des Nervus cochlearis immer nur in einer bestimmten Phase des Reizes auftritt (Klinke, 1987).

2. Codierung der Intensität

Die Intensität des Reizes wird durch die Entladungsrate der einzelnen Neuronen und durch die gesamte Anzahl der erregten Neuronen verschlüsselt. Bei höheren Schalldruckpegeln ist auch eine Fasererregung durch die von der charakteristischen Frequenz verschiedenen Frequenz möglich (Hick und Hick, 2000).

3. Adaptationsverhalten

Auf Grund des dynamischen Verhaltens antworten die Einzelneuronen bei Beginn eines Dauerreizes mit einer hohen Entladungsrate, die allmählich abnimmt und einen stationären Zustand erreicht. Auf komplexe Reize (breitbandiges Spektrum, zeitlich variabel, und anderes) antworten Nervenfasern entsprechend ihrem Verhalten gegenüber den Komponenten des Reizes.

Der Nervus cochlearis stellt somit den Eingang für alle akustischen Informationen in das Zentralnervensystem dar; hier wird die im akustischen Reiz vorhandene Information durch das Muster der Aktionspotentialfolge verschlüsselt (Böhme und Welzl-Müller, 1998).

Nervöse Schaltmechanismen der einzelnen Neurone der Hörbahn ermöglichen eine differenzierte Tonwahrnehmung und ein feines Tonhöhenunterscheidungsvermögen. Durch eine Analyse der Zeitstruktur und durch akustische Erkennungsmuster wird die Sprache verständlich gemacht. Das Richtungshören erfolgt durch Ausnutzung des beidohrigen Informationsflusses: durch den Schallschatten des Kopfes, durch die Schall-

stärkendifferenz, durch die Frequenzdifferenz und durch die Zeitdifferenz (Boenninghaus und Lenarz, 1996).

In allen Bereichen der Hörbahn bleibt das Prinzip der Tonotopie erhalten. Von der Cochlea aus wird über 5 bis 8 Neuronen, überwiegend mit einer Kreuzung im Bereich des 2. Neurons, der Gyrus temporalis transversus, das primäre kortikale Feld, erreicht. Teilweise erfolgt die Verschaltung auch ohne auf die Gegenseite zu kreuzen. Zu einer maximalen Erregung kommt es meist erst bei einer binauralen Beschallung. Auf Grund der Verbindung beider Cochleae mit beiden akustischen Rindenzentren bleibt das Gehör auch bei unilateraler Beschädigung eines Hirnrindenzentrums erhalten (Hick und Hick, 2000).

1.1.2 Pathophysiologie des Innenohres

Die im vorangegangenen Abschnitt beschriebenen anatomischen Strukturen und physiologischen Abläufe können auch pathologisch verändert sein und können dadurch ihre Funktion nur noch teilweise oder gar nicht mehr erfüllen. In diesem Abschnitt sollen einige pathologische Veränderungen dargestellt werden:

1. Rekrutment

Um den Dynamikbereich von 140 dB ohne Schäden für die Hörsinneszellen zu übertragen, findet im Ohr durch die bereits erwähnte Verstärkerfunktion der äußeren Haarzellen eine Dynamikkompensation statt. Intakte äußere Haarzellen ermöglichen eine nichtlineare, kompressive Schallverarbeitung, wodurch der große Dynamikbereich des Schallsignals am Trommelfell auf einen kleineren komprimiert wird. Das nicht lineare Verhalten bewirkt, dass auch kleinere Reizintensitäten eine ausreichende Auslenkung der Basilarmembran zur Folge haben.

Bei Verlust der äußeren Haarzellen fällt diese Verstärkerfunktion aus: es kommt zu einem Kompressionsverlust und als dessen Folge zu einem Rekrutment. Dieses für sehr viele innenohrschwerhörige Patienten typische Phänomen der veränderten Lautheitsempfindung bewirkt, dass ein starker Hörverlust bei kleinen und ein nur geringer, teilweise auch gar kein Hörverlust bei großen Lautstärken auftritt. Das Gehör wird un-

empfindlicher, kleine Eingangssignale werden nicht mehr ausreichend verstärkt, die hohe Trennschärfe geht verloren (Lehnhardt und Laszig, 2001).

2. Akustische Traumen

Akustische Traumen sind die Folge einer mechanisch induzierte Störung der Haarzellfunktion (Beck, 1984). Diese kann verschiedene Strukturen betreffen: die Stereozilien, die „Tipp-links“ (Verbindungen zwischen einzelnen Stereozilien) oder auch den Zellkörper. Bei hohen Schalldruckpegeln können auch die Tektorialmembran, die Nervenendigungen und andere Strukturen des Innenohres geschädigt sein. Der Ort der pathologischen Veränderung und des daraus resultierende Hörverlusts hängt von verschiedenen Parametern ab: dem Schalldruck, der Expositionszeit, der Art des Schalls, um nur einige Faktoren herauszugreifen (Lehnhardt und Laszig, 2001).

3. endolymphatischer Hydrops

Durch Zunahme des Endolymphvolumens kommt es zu einer Verdrängung zunächst der Reissnerschen-Membran, in ausgeprägten Fällen auch der Kutikular- und Basilar-membran aus ihrer Ruhelage, besonders im apikalen Bereich der Cochlea. Die statische Auslenkung bewirkt eine anhaltende Verschiebung zwischen Tektorialmembran und Stereozilien. Die Folge ist zunächst ein im Tonschwellenaudiogramm erkennbaren Tieftonverlust, und erst im fortgeschrittenem Stadium ein Hörverlust im mittleren und tiefen Frequenzbereich, der bis zur Ertaubung führen kann (Lehnhardt und Laszig, 2001).

4. Diplakusis

Die Veränderung der Viskosität als Folge eines endolymphatischen Hydrops bedeutet einen Zuwachs an Masse im Endolymphschlauch: Zum einen wird die Amplitude gedämpft und das Auslenkungsmaximum wird zu den tiefen Frequenzen hin verschoben. Zum anderen konnte in Modellversuchen auch eine Verschiebung der Tonhöhenempfindung zu höheren Frequenzen hin beobachtet werden, die sich durch eine viskositätsbedingte Versteifung des Endolymphsystems erklären lässt. Auch Traumen, Störungen der Haarzellmechanik und andere Ursachen können solche Veränderungen des Tonhöhenempfindens hervorrufen. Diese Veränderungen können vom Patienten dann bemerkt werden, wenn nur ein Ohr betroffen ist (Lehnhardt und Laszig, 2001).

Ursachen einer Innenohrtaubheit sind sehr unterschiedlich. Da ein genaueres Eingehen auf alle möglichen krankhaften Veränderungen des Hörsystems das Kompendium dieser Arbeit sprengen würde, folgt hier eine kurze Darstellung ausgewählter Taubheitsursachen, die im weiteren Verlauf dieser Auswertung eine Rolle spielen werden.

Laut Lenarz sind bei seinem mit Cochlea-Implantat versorgten Patientenkollektiv, über dessen Größe keine Angaben vorliegen, folgenden pathologischen Veränderungen mit entsprechender Häufigkeit aufgetreten (Lenarz, 1998):

- kongenitale Taubheit (ca. 30%)
- Postmeningitische Taubheit (ca. 16%)
- Innenohrmissbildungen (ca. 4%)
- Taubheit unbekannter Ursache (ca. 30%)
- Taubheit im Rahmen von Syndromen
- Virusinfektionen (ca. 3%)
- Peripartale Asphyxie (ca. 4%)
- Hyperbilirubinämie
- Frühgeburt
- Hörsturz
- Morbus Menière
- Degeneratve Innenohrschwerhörigkeit
- Chronisch progrediente Innenohrschwerhörigkeit
- Traumatische Ertaubung
- Iatrogene Ertaubung
- Ototoxische Medikamente

1.2 Das Cochlea-Implantat

1.2.1 Geschichte des Cochlea-Implantats

Die eigentliche Geschichte des Cochlea-Implantats (CI¹) geht auf die Mitte des 20. Jahrhunderts zurück und begann 1957 in Paris mit dem Physiker Professor A. Djournou und dem Otologen Professor Ch. Eyrie, die nach durchgeführten Tierversuchen schließlich bei zwei Patienten über vier Elektroden elektrische Reize applizierten und dadurch Hörempfindungen erzeugten.

Alle früheren Versuche, wie auch die Alessandro Voltas, Mitte des 18. Jahrhunderts, waren auf hörende Versuchspersonen ausgerichtet.

Schon 1961 begann House mit Versuchen an ertaubten und taub geborenen Patienten, denen Elektroden vor allem im Bereich der cochleären Basalwindungen eingeführt worden sind (Lehnhardt, 1994).

Zöllner und Keidel haben bereits 1963 unter Lokalanästhesie bei zwei einseitig Ertaubten, an M. Menière erkrankten, Patienten eine Elektrode durch das runde Fenster in die Schnecke eingeführt und erzielten dadurch eindeutig Höreindrücke. Sie folgerten daraus, dass durch eine elektrische Stimulierung nach Platzierung mehrerer Elektroden in die Cochlea eine Rehabilitation ertaubter möglich sein könnte (Zöllner und Keidel, 1963).

Es folgte die Phase der klinischen Anwendung, wobei hier nur einige der Namen Erwähnung finden:

1966 beschreibt Simmons in den USA sehr genau die Elektrostimulation eines Hörnervs und dadurch erzeugtes Geräusch empfinden (Simmons et al., 1966).

Ab 1970 wurden die ersten Patienten mit Langzeitimplantaten und tragbaren Prozessoren versorgt (Michelson, 1971; House und Urban, 1973).

Es gab daraufhin zahlreiche Arbeitsgruppen in verschiedenen Ländern, die sich mit der Thematik beschäftigten und durch ihre Ergebnisse die Forschung in diesem Bereich vorangetrieben haben.

Ende der 70er Jahre untersuchten Klinke und Hartmann in Frankfurt die physiologischen Grundlagen einer Hörprothese und die Möglichkeiten des Verständnisses von Sprache (Klinke und Hartmann, 1979).

¹ Häufig verwendete Abkürzung für Cochlea-Implantat

Nachdem Clark erstmals in den 80er Jahren eine mehrkanalige Elektrode intracochleär mit transcutaner Übertragung von einem Sprachprozessor bei einem ertaubten, erwachsenen Patienten platziert hat, war ein großer Schritt zu den heute verwendeten Implantaten gelungen (Lenarz, 1998).

Die heutigen Implantate sind mehrkanalige Systeme und verwenden die der perkutanen Stecker-Verbindung überlegene transkutane Verbindung.

1.2.2 Aufbau und Funktion eines Cochlea-Implantats

Das Cochlea-Implantat als elektronische Reizprothese übernimmt bei Patienten mit schweren Hörstörungen und intaktem Hörnerven die Funktion des geschädigten Innenohrs. Ihre Funktion beruht auf einem anderen Prinzip als die der Hörgeräte:

Während Hörgeräte den Schall verstärken, um ihn daraufhin an das Mittelohr weiter zu leiten, werden bei Cochlea-Implantaten akustische Signale in elektrische Signale übersetzt, durch die der Nerv direkt erregt wird. Das Cortische Organ wird somit übersprungen, da jenes bei dieser Hörprothese ohne Bedeutung ist.

Auf die Indikation wird im folgenden Kapitel, 1.2.3 näher eingegangen.

Das Cochlea-Implantat enthält zwei Anteile: der externe Teil, der außen am Körper getragen wird und der interne Anteil, der in eine chirurgisch angelegte knöcherne Vertiefung hinter dem Warzenfortsatz implantiert wird (Lenarz, 1998):

Externe Komponenten

- Mikrophon
- Sprachprozessor
- Sendespule (Transmitter)
- Kabel

Interne Komponenten:

- Empfänger / Stimulator
- Elektrodenbündel
- Empfangsantenne

Im Gegensatz zu den früheren Geräten arbeiten die modernen heute mehrkanalig, transkutan, mit intracochleären Elektroden.

Das Cochlea-Implantat funktioniert folgendermaßen: Im Sprachprozessor (1) werden durch ein Mikrofon ankommende Schallschwingungen in elektrische Signale umgewandelt, welche nach entsprechender Verarbeitung als elektrische Pulsmuster über ein Kabel (2/ 4) zur Spule (3) weitergeleitet werden. Per Radiowellen sendet die Spule das Pulsmuster durch die Haut zum Implantat, das die Information als elektrische Stimuli über Elektroden (5) an den Hörnerv weiterleitet, und so einen Höreindruck auslöst (Medel, 2003).

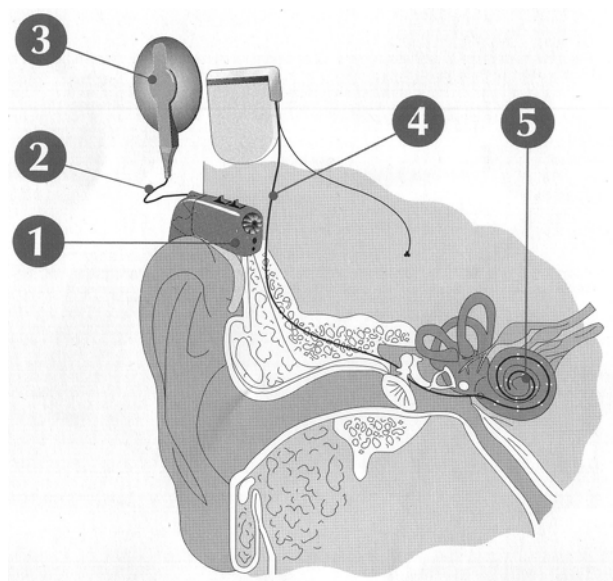


Abbildung 1: Aufbau eines Cochlea-Implantats (Fa. Med-el, 2003)

Die vom Mikrofon kommenden elektrischen Impulse werden von einem Sprachprozessor aufbereitet, um den Hörnerven zu stimulieren. Das Elektrodenkabel umfasst mehrere entlang eines Arrays angeordnete Kontaktpunkte. Dieses wird in der Regel über die Scala tympani der Schnecke eingeschoben und kommt so in der Nähe der Dendriten oder Ganglienzellen der Hörnervenfaser zu liegen. Je nachdem welche Elektrode gereizt wird, kann der Ortscodierung des Innenohrs Folge geleistet werden. Informationen über die Tonhöhe werden möglich (Lehnhardt, 1993).

Der Empfänger-Stimulator wandelt die Signale in Impulse um: Der Nerv wird mit bipolaren Impulsen verschiedener Pulsbreite und Amplitude durch ein elektrisches Feld stimuliert (Lehnhardt, 1996).

Es soll somit durch Kompression, Codierung und Transformation die sprachliche Information, die am Mikrophon ankommt so umgewandelt werden, dass dem Empfänger das Verständnis von Sprache möglich wird, obwohl nur eine geringe Kanalkapazität zur Verfügung steht (Lenarz, 1998).

Die heutigen Cochlea-Implantattypen unterscheiden sich vor allem hinsichtlich ihrer Sprachverarbeitungsstrategien. Es seien hier beispielhaft drei verschiedene Strategien erwähnt:

Bei der sogenannten *SPEAK*-Strategie (*SPECTRAL-PEAK-STRATEGIE*) erfolgt eine Aufteilung in bis zu 20 Frequenzbändern. Es werden selektiv nur die berücksichtigt, die als besonders informationstragend herausragen. Die Pulsrate wird abhängig von der Kanalamplitude gesteuert. Die elektrische Pulsamplitude wird dem Dynamikbereich des Patienten angepasst.

Bei der sogenannten *ACE*-Strategie (*ADVANCED COMBINATION ENCODER*) wird das Zeitsignal spektral in maximal 22 verschiedene Frequenzbänder zerlegt. Die zu einem Zeitpunkt energiereichsten Bandfilter werden zur Stimulation ausgewählt, und den entsprechenden Reizelektroden zugeordnet. Im Vergleich zur etwas älteren *SPEAK*-Strategie ist die Ansteuerung von mehreren Kanälen gleichzeitig mit höheren Reizraten möglich (N. Dillier et R. Laszig, 2001).

Bei der sogenannten *CIS*-Strategie (*CONTINUOUS-INTERLEAVED-SAMPLING-STRATEGIE*) werden dagegen alle verfügbaren Elektroden kontinuierlich nacheinander angesteuert, wobei die durch Gleichrichtung und anschließender Tiefpass-Filterung erhaltene Umhüllende die Pulsamplitude des jeweiligen Bandpass-Ausgangs steuert. Der Sprachverarbeitung gehen eine automatische Verstärkungsregelung und Empfindlichkeitsregelung voraus (Lenarz, 1998).

1.2.3 Indikation einer Versorgung mittels Cochlea-Implantat

Liegt bei Patienten eine durch verschiedene Ursachen hervorgerufene Schädigung des Innenohrs mit einer schweren Hörstörung bis hin zur Taubheit vor, ist der Erregungsmechanismus innerhalb des Cortischen Organs erheblich gestört. Cochlea-Implantate sollen hier als Prothese im Innenohr die Funktion der zerstörten Haarsinneszellen übernehmen. Diese Implantate werden nun schon seit Jahren als erfolgreiche auditorische Rehabilitationsmethode bei ertaubten oder taubgeborenen Kindern und Erwachsenen verwendet und stellen eine Möglichkeit der sprachlichen Kommunikationsverbesserung dar.

Bevor der Entschluss zur Implantation gefällt werden kann, ist zunächst die Indikation der geplanten Behandlungsmaßnahme in jedem einzelnen Fall genau zu überprüfen. Es müssen außerdem verschiedene präoperative audiologische Voruntersuchungen geleistet werden, die in diesem Abschnitt für den Fall eines erwachsenen Patienten noch erwähnt werden.

Die Grundvoraussetzungen für eine mögliche Indikation zur Insertion eines Cochlea-Implantats sind wie folgt (Lenarz, 1998):

1. Beiderseits vorliegende Innenohrtaubheit
2. Funktionsfähiger Hörnerv und funktionsfähiges zentrales Hörsystem

Lehnhardt und Laszig definieren die unter Punkt 1. genannte Voraussetzung noch weiter: Eine beidseitige sensorische Taubheit bis hin zur an Taubheit grenzenden Schwerhörigkeit. Das heißt die Indikation wird hier auch auf eine gering noch vorhandene Resthörigkeit ausgedehnt. Es wird also neben einer Orientierung an tonschwellenaudiometrischen Werten auch der tatsächlichen Sprachperzeption eine entscheidende Rolle zugeschrieben. Sie postulieren weiterhin, dass Taubgeborene, die erst im Erwachsenenalter implantiert werden, oft nur einen geringen Hörgewinn erzielen, Umweltgeräusche zwar wahrnehmen aber nicht zuordnen können. Es findet kein Einfluss auf qualitativen und quantitativen Sprachgewinn statt. Der Nutzen sei für diese Patienten äußerst limitiert; es sind sogar auch negative Auswirkungen möglich (Lehnhardt und Laszig, 2001).

Unter Beachtung aller Parameter ergeben sich folgende Grundvoraussetzungen die ein Patient erfüllen sollte (Lehnhardt, 1993):

1. Beidseitiger Hörverlust oder stark eingeschränktes Restgehör, so dass konventionelle Maßnahmen nicht ausreichen. (Laut NIH Consensus Development Conference Statement (1995) ist hier gemeint: offenes Satzverständnis unter 30% trotz optimaler Hörgeräteversorgung)
2. Cochleärer Hörschaden bei elektrischer Erregbarkeit des Hörnerven einschließlich der Hörbahnen und Hörzentren
3. Einverständniserklärung nach erfolgter Information
4. Alter und Allgemeinzustand erlauben den Eingriff
5. Einverständnis für eine Trainingsphase
6. keine wesentlichen Einschränkung der mentalen Fähigkeiten

Bei der Auswahl, welche Seite implantiert werden soll, sind neben der Ätiologie weitere Parameter zu beachten. Zum einen der Hörverlust, da auch bei einem möglichst schonendem Eingriff unter Verwendung der sogenannten „soft surgery technique“ nicht der Erhalt des Resthörvermögens garantiert werden kann (Lehnhardt, 1996). Aus diesem Grund wird empfohlen das schlechterhörende Ohr zu operieren, wenn es die übrigen Voraussetzungen erfüllt. Bei Bestehen einer sehr langen Ertaubung auf dieser Seite würde man jedoch auf das kontralaterale Ohr zurückgreifen, da hier die anfangs erzielte Hörleistung meist höher ist. Auch Missbildungen und Obliterationen würden für eine Implantation in das besser hörende Ohr der anderen Seite sprechen. Es empfiehlt sich hier die Abklärung mittels hochauflösender Computertomographie (Laszig et al., 1986).

Da sich einige der Punkte nicht sofort abklären lassen ist eine gründliche ärztliche und auch audiometrische präoperative Untersuchung eine *conditio sine qua non*. Nur so lassen sich die Hörschädigung selbst, ihre Lokalisation und die Funktionstüchtigkeit sowohl des Hörnervs als auch der zentralen Hörbahnen nachweisen.

Der durch Lenarz beschriebene Ablauf einer Cochlea-Implantat-Voruntersuchung wird hier dargestellt (Lenarz, 1998):

1. Anamnese inklusive Sozialanamnese
2. HNO-ärztliche Untersuchung
3. audiologische Untersuchung
4. Objektive Audiometrie (otoakustische Emissionen, Impedanzaudiometrie, Elektrocochleographie, BERA, Subjektiver Promontorialtest)
5. Bildgebende Diagnostik (HR-CT des Felsenbeins, Kernspintomographie, in Sonderfällen: funktionelles MR)
6. Sanierende Mittelohroperation wenn erforderlich
7. Pädagogische Evaluierung
8. Zusatzdiagnostik (internistisch, neurologisch, u.a.)

Objektive Hörprüfungen dienen der routinemäßig durchzuführenden Objektivierung eines angegebenen Hörverlusts: Es kann eine Quantifizierung und Lokalisation der Hörstörung durchgeführt werden.

An dieser Stelle sei auf den subjektiven Promontorialtest eingegangen, der durch Stimulation am Promontorium bei cochleärer Taubheit eine auditive Wahrnehmung erzeugt, wenn die elektrische Stimulierbarkeit der Hörbahn gegeben ist (Böhme und Welzl-Müller, 1998).

Zuverlässiger als die extracochleäre Stimulation ist beim erwachsenen Patienten die transtympanale Stimulation unter Lokalanästhesie. Auch die Reizung mittels einer Elektrode im äußeren Gehörgang oder am runden Fenster ist möglich. Eine Gegenelektrode wird an das Mastoid oder an die Wange angebracht. Während der Stimulation muss der Patient seine Hörempfindung nach der Art (zum Beispiel: Zischen, Rauschen) und deren Lautheit beschreiben. Von besonderer Bedeutung sind die Hörempfindungsschwelle, die angenehme Lautheit und die maximale Erträglichkeitsschwelle. In einem Diagramm aus Reizstromstärke und Stimulationsfrequenz lässt sich ein Dynamikbereich zwischen den Werten in Funktion der Reizfrequenz ablesen.

Auch der minimale Zeitraum (in ms), bei dem zwei Reize gerade noch getrennt wahrgenommen werden, kann ermittelt werden. Er gibt Aufschluss über die auditive Zeitauflösungsmöglichkeit des Patienten. Dies wird als „gap detection“ bezeichnet.

Dieser Test weist jedoch nur nach, dass noch wenigstens partiell eine Hörnervenfunktion besteht, jedoch nicht welche und nicht wie viele der normalerweise 30 000 Fasern noch erregbar sind (Lehnhardt und Laszig, 2001).

1.2.4 Anpassung des Sprachprozessors und Rehabilitation

Nach erfolgreicher Implantation hat sich eine umfangreiche Folgetherapie anzuschließen. In dieser wird nach einem Verlauf von mindestens 2 Wochen post operationem begonnen, den Sprachprozessor anzupassen. Es wird versucht, die interindividuellen Unterschiede auszugleichen, die sich aus folgenden Parametern herleiten (Lehnhardt, 1993):

- intracochleären Position der Elektroden
- noch vorhandene, funktionstüchtige Hörnervenfasern des Patienten
- unterschiedliche Überleitungswiderstände der einzelnen Elektroden

Die Anpassung bezieht sich weitgehend unabhängig von dem Produkt auf die Feststellung der Hörschwelle (T- Level), das heißt die minimale Stromstärke, die gerade einen Höreindruck hervorruft, und auf die Stromstärke, die noch als angenehm laut (most beziehungsweise ma-

ximum comfortable level, MCL, C- Level) empfunden wird (Böhme und Welzl-Müller, 1998).

Die Anpassung hat eine möglichst gleiche Lautheit in allen Kanälen und eine möglichst große Dynamik zwischen T- Level und C-Level zum Ziel. Festzustellen ist, dass die Schwellen auch von der Dauer der bestehenden Taubheit abhängig sind, und sich in den ersten Monaten zu einer größeren Dynamik hin verändern: die T-Werte sinken ab, die C-Werte steigen an (Lehnhardt et al., 1986; Lehnhardt, 1993).

Abhängig von dem Implantattyp und von den Impedanzen ist der Stimulationsmodus bei der Anpassung zu wählen. Häufig wird ein monopolarer Stimulationsmodus gewählt, da die C- und T-Werte sich kaum zwischen benachbarten Elektroden unterscheiden. Bipolare Reizung kann jedoch im Einzelfall von Vorteil sein und sowohl andere Klangeindrücke als auch ein besseres Sprachtestergebnis zur Folge haben.

Es müssen außerdem die Tonhöhenempfindung in den einzelnen Kanälen und deren Zuordnung zu der Elektrodenreihe überprüft werden. Dieser Kontrollschritt wird auch als „pitch ranking“ bezeichnet. Eine wichtige Voraussetzung dafür ist, dass entsprechend der Anzahl der funktionierenden Kanäle die Filtergrenzen der Frequenzbänder bestimmt worden sind. Auch Daten und Messergebnisse, die interoperativ erfasst wurden, wie zum Beispiel unter anderem auch die Stapediusreflexschwelle, werden berücksichtigt. Anhand des Hörfelds lässt sich das Ergebnis kontrollieren: der Patient gibt seine subjektive Lautheitsempfindung aus Schmalbandgeräuschen mit unterschiedlicher Mittenfrequenz und zunehmender Lautstärke wieder. Es lassen sich die Anstiegssteilheit und die frequenzbezogenen Kurven gleicher Lautheit ablesen, und Korrekturen werden durchgeführt (Lehnhardt, 1996).

In den folgenden Jahren sind ambulante Kontrollen und Korrekturen nötig, wobei hier ein Team aus einem Ingenieur, einem Audiologen und einem Hörgeräteakustiker die Betreuung des Patienten weiterführen.

Es bedarf nicht nur einer Kontrolle und Anpassung im Bezug auf das Technische, sondern viel mehr muss auch der Patient angeleitet werden, wie er seine neuen Möglichkeiten nutzen kann, was er noch lernen muss und wie er mit seiner neuen Situation überhaupt umgehen soll. Es ist hier eine pädagogische Rehabilitation wichtig, die sich nach individuellen Parametern zu richten hat: nach der psychischen Situation, nach der Motivation und den intellektuellen Möglichkeiten des Patienten (Lehnhardt, 1993).

Auch die Dauer der Ertaubung spielt eine Rolle, da bei Langzeitertaubten die Spracherinnerung oft gelitten hat und somit neben dem Hörtraining auch ein Sprechtraining nötig sein wird.

Das Programm während der Rehabilitation sollte sich stufenweise in seiner Schwierigkeit aufbauen, wobei anfangs das Lippenlesen zugelassen ist, weil es Erleichterung beim Verständnis schaffen kann und somit dem Patienten Bestätigung und Motivation vermittelt wird. Beginnend bei dem Erkennen von Geräuschen, über das Erkennen von Sprache, bis hin zu dem Verstehen der Sprache auch unter Störgeräuschen, wird der Patient aus seiner Taubheit oder Schwerhörigkeit herausgeführt (Lehnhardt, 1993).

Zunächst war dieses Vorgehen des Hörtrainings bei Cochlea-Implantatträgern in seiner Nötigkeit vollkommen unumstritten (Burian et al., 1986). Doch gerade bei Patienten mit einer geringeren Ertaubungsdauer konnten allein mit einem kurzen „Tune-up“ und ohne systematische Hör- und Sprachschulung gute Ergebnisse erzeugt werden, was Lehnhardt eventuell auf die technischen Verbesserungen der neuen Systeme zurückführt. Gleichzeitig warnt er vor Vernachlässigung der pädagogischen Rehabilitation (Lehnhardt, 1993).

Für die audiologischen Erfolgstests besteht zwar kein einheitliches Vorgehen, jedoch gibt es verschiedene oft verwendete Tests, an denen die Ergebnisse in Bezug auf das Verstehen einzelner Konsonanten oder Vokale und in Bezug auf das Verständnis ganzer Worte und Sätze gemessen werden kann. Diese Tests werden am Ende der Basisrehabilitation und später regelmäßig bei den Nachsorgeterminen durchgeführt, um die Entwicklung zu überprüfen. Dem jeweiligen Patientenfall entsprechend können weiterführende Therapiemaßnahmen gewählt werden, wozu unter anderem eine lebenslange Nachsorge, die Teilnahme an Gruppenseminaren und Selbsthilfegruppen, wie auch weiteres logopädisches Hörtraining gehört (Rost und Strauß-Schier, 1998).

Bei erwachsenen Patienten wird für die audiologischen Erfolgstests ein systematisches, analytisches Vorgehen mit speziell konstruiertem Testmaterial vorgeschlagen: das Vokal- und Konsonantenerkennen in Form von Verwechslungstests (Minimalpaar- und Reimtest). Auf Grund der gesteigerten Leistungsfähigkeit moderner Implantatsysteme bietet heute auch der Freiburgersatztest genügend Auskunft über den Gewinn des Verstehens. Satztests werden mit und ohne Störlärm verwendet, um das Verstehen bei Alltagsbedingungen zu prüfen (Lehnhardt und Laszig, 2001).

1.3 Ziel und Aufbau der Arbeit

Seit 1987 werden in der HNO-Abteilung des Klinikums Großhadern der Universität München Patienten mit vorliegender innenohrbedingter Taubheit operiert, und mit Cochlea-Implantaten versorgt.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden von einem Patientenkollektiv (95 erwachsene Personen) vorliegende Daten zunächst übersichtlich dargestellt und schließlich ausgewertet.

Besonderes Augenmerk wurde auf die Ätiologie, das Alter bei Auftreten der Hörstörung und bei der Operation, sowie die Dauer der Hörstörung gelegt, um Zusammenhänge mit den postoperativen Erfolgen der Sprachtests zu untersuchen.

Intraoperative Komplikationen und Messergebnisse wurden hinsichtlich ihres Aussagewerts für den möglichen postoperativen Verlauf beurteilt, wobei im besonderen die Personen betrachtet wurden, die als sogenannte „non users“ das Implantat nach erfolgreich durchgeführter Operation nicht verwenden.

Im postoperativen Verlauf wurden die Ergebnisse der Sprachtests (Freiburger Zahlen- und Einsilbertest, HSM- und Innsbruckersatztest) vom 2. Tag bis zum 72. Monat nach Operation analysiert und der sogenannte Deckelungseffekt untersucht. Hierbei wurde die Verbesserung des Sprachverstehens in Abhängigkeit von der Zeit betrachtet und herausgearbeitet, ab welchem Zeitpunkt keine weitere signifikante Zunahme des Sprachverstehens festzustellen war.

Es sind Unterschiede, Gemeinsamkeiten und mögliche Korrelationen der Parameter innerhalb dieses Kollektivs herausgearbeitet worden, um die Erfolgsaussichten zu erfassen und prognostisch relevante Faktoren zu ermitteln

Anhand von Fragebögen ist die Zufriedenheit der schwer hörgeschädigten Patienten mit der jeweilig verwendeten Hörhilfe bezüglich des Nutzens im Alltag erfasst worden: Zum einen für eine Versorgung mittels Hörgerät, und zum anderen mittels Cochlea-Implantat.

Es sollte untersucht werden, ob bei diesen Patienten die Implantation gegenüber einer Hörgerätversorgung eine Steigerung der Lebensqualität bedeutet hat.

2 Patienten und Methoden

In diesem Abschnitt sollen zunächst die Kriterien der Patientenauswahl für diese Studie näher erläutert werden, um im folgendem Abschnitt auf die erfassten Parameter und das allgemeine Vorgehen bei der Zusammenstellung und Auswertung der Datensätze einzugehen.

2.1 Patienten

In der HNO-Abteilung des Klinikums Großhadern der Universität München wurde am 11. März 1987 der erste Patient, ein 28 jähriger Mann, von Prof. E. Kastenbauer mit einem Cochlea-Implantat versorgt. Seine Krankengeschichte und der bis heute erfolgreiche postoperative Verlauf steht exemplarisch für die große Anzahl folgender Operationen:

Bis zum 16. Mai 2004 konnten 197 Patienten mit einem Cochlea-Implantat versorgt werden.

Neben den operierten Erwachsenen erfolgte auch bei vielen Kindern die Implantation der Hörprothese, um ihnen bereits in jungen Jahren das Wahrnehmen akustischer Signale und den Erwerb von Sprache zu ermöglichen. Die Daten der operierten Kinder werden in diese Studie jedoch nicht eingeschlossen.

Aus dem gesamten Patienten-Kollektiv wurden für die vorliegende Arbeit nur die Daten von Patienten ausgewertet, die zur Zeit der Operation erwachsen waren: Der jüngste Patient des Kollektivs war 18, der älteste 76 Jahre alt.

Einige der operierten Patienten konnten nicht in diese Studie aufgenommen werden, da ihre Daten zur Zeit der Auswertung nicht oder nur sehr unvollständig zur Verfügung gestanden haben. Gründe hierfür sind:

- Patienten konnten an den Sprachtests (Freiburger-Zahlen- und Einsilbertest, HSM- und Innsbrucker Satztest) nicht teilnehmen, da sie aus einem anderen Land stammten und der deutschen Sprache nicht mächtig waren,
- Patienten sind zu nachfolgenden, postoperative Terminen nicht erschienen oder wurden nach einem Umzug in einer anderen Klinik weiterbetreut,
- Die Daten sind nicht in einer Akte, sondern nur verfilmt festgehalten worden.
- Die entsprechenden Akten konnten aus dem Archiv nicht beschafft werden, da sie an eine andere Klinik verliehen worden waren.

Die retrospektive Auswertung erfasst die Datensätze von 95 erwachsenen Patienten, wobei es sich hier um 39 männliche und 56 weibliche Personen handelt. Es sind 51 unilateral², 37 bimodal³ und 7 Patienten bilateral⁴ versorgt worden. Bei der bilateralen Patientengruppe wurden zur Auswertung nur die Ergebnisse des ersten Implantats verwendet. Auf Grund der hohen Gesamtkosten einer Cochlea-Implantatversorgung (Helms et al., 2003) ist die Gruppe der bilateral versorgten Patienten auch in diesem Kollektiv nur sehr klein.

Insgesamt 6 der Patienten, sogenannte „non users“, verwendeten postoperativ das Cochlea-Implantat trotz erfolgreich abgelaufener Operation nicht.

Die 95 Patienten weisen unterschiedliche Hörstörungsursachen und Krankheitsverläufe auf. Ihre präoperativen, operativen und postoperativen Daten, Messwerte und Testergebnisse werden im 3. und 4. Teil der Arbeit eingehend behandelt, um Gemeinsamkeiten, Unterschiede und Einflussfaktoren innerhalb des Kollektivs herauszuarbeiten.

2.2 Methoden

Bedingt durch verschiedene Behandler und Betreuer wurden vor allem die präoperativen Daten unterschiedlich erfasst und teilweise nicht einheitlich und vollständig festgehalten. Zunächst konnten Einträge nur in den Patientenakten festgehalten werden. Die heute zur Verwaltung der mit Cochlea-Implantaten versorgten Patienten verwendete Datenbank der HNO-Abteilung wurde erst vor einigen Jahren eingeführt. Im Rahmen dieser Arbeit galt es zunächst handschriftlich festgehaltene Daten aus den Patientenakten in die Datenbank einzugeben. Die Schwierigkeit bestand darin, im nachhinein möglichst viele Informationen über die Patienten aus unterschiedlichen Quellen zusammen zu bringen, um anschließend auch eine aussagekräftig Auswertung vornehmen zu können. Trotz der Bemühung um die Vollständigkeit der Datensätze, war es nicht möglich für jeden Patienten alle Werte und Parameter zu komplettieren. Deshalb werden in der nachfolgenden Analyse der einzelnen Parameter jeweils die Anzahl der vorliegenden Datensätze angegeben, wenn diese nicht alle 95 Fälle beinhalten.

Zur statistischen Auswertung wurde das Programm SPSS verwendet.

² Unilateral: Der Patient trägt nur auf einer Seite eine Hörhilfe, in diesem Fall das Cochlea-Implantat.

³ Bimodal: Der Patient ist auf der einen Seite mit einem Hörgerät und auf der anderen Seite mit einem Cochlea-Implantat versorgt.

⁴ Bilateral: Der Patient ist auf beiden Seiten mit einer Hörhilfe, hier jeweils ein Cochlea-Implantaten, versorgt.

2.2.1 Präoperative Daten

Im Rahmen dieser Arbeit wurden sämtliche präoperativen Daten erfasst. Zunächst wurde in den Krankenakten recherchiert und falls nötig wurden auch direkt die Patienten mit der Bitte um Ausfüllung eines entsprechenden Fragebogens angeschrieben. Getrennt nach rechtem und linkem Ohr wurden in diesem Bogen folgende Punkte abgefragt:

- Beginn und Grund der Hörstörung
- Beginn der Ertaubung (falls vorliegend)
- Beginn und Art der Hörgeräteversorgung (falls verwendet)
- Ablegedatum des Hörgeräts (falls verwendet)
- Vorliegen eines Ohrgeräuschs (ja / nein)
- Art des Ohrgeräuschs (falls vorhanden)
- Schwindel (ja / nein)

Da dieser Bogen nachträglich, also postoperativ, versendet wurde, konnten die Patienten teilweise keine oder nur sehr ungenaue Angaben zur einer eventuell präoperativ vorgelegenen Hörgerätersorgung machen. Die anderen Fragen bereiteten keine Schwierigkeiten bei deren Beantwortung.

Die Ergebnisse des präoperativ zur Überprüfung der Erregbarkeit des Nerven durchgeführten Promontorialtests war zum Teil bereits in der Datenbank eingetragen. Trotz umfassender Aktenrecherche konnten nachträglich nicht für alle Patienten die entsprechenden Werte ermittelt und festgehalten werden. Folgende Angaben wurden falls vorhanden in die Datenbank eingetragen:

1. Erzeugung eines Höreindrucks durch Elektrostimulation (ja / nein)
2. Darbietung einer Pulsfolge mit einer Reiztonrate von 50 Hz und Bestimmung:
 - a. der Wahrnehmungsschwelle (T-Level)
 - b. der angenehmen Lautheit (C-Level)
 - c. der unangenehmen Lautheit (U-Level)
3. Pausendetektion, „gap detection“ (ms)
4. Hörermüdung (ja / nein)
5. Beschreibung der Höreindrücke des Patienten bei Darbietung einer kontinuierlicher Pulsfolge.

Das präoperative Ausmaß des quantitativen Hörschadens wurde bei den Patienten sowohl mit als auch ohne Hörgerät im Freiburger-Sprachtest geprüft. Dieser gilt als die wohl am häufigsten verwendete Hörprüfung im deutschen Sprachraum (Schorn, 1997).

Das Testmaterial setzt sich insgesamt aus zwei Teilen zusammen: dem Zahlentest (bestehend aus 10 Gruppen zu je 10 mehrstelligen Zahlen) und dem Einsilbertest (bestehend aus 20 Gruppen zu je 20 einsilbigen Wörtern). Zur Durchführung wurde ein dem Patienten entsprechender Schallpegel von mindestens 65 dB und mehr gewählt (bis zu 120 dB maximal). Die Anzahl der richtig wiederholten Zahlen und Wörter wurden in Prozent umgerechnet, um so das Sprachverstehen beim entsprechenden Prüfschallpegel zu erhalten. In einigen Fällen wurde auch der Hörverlust für Zahlen in dB angegeben, wenn mit einem Schallpegel unter 120 dB noch ein Verständnis der Zahlen von 50% und mehr erzeugt werden konnte. Der Differenzwert, zwischen diesem Wert und der Sprachverständlichkeitsschwelle Normalhörender (18,5 dB) wird als Hörverlust für Zahlen bezeichnet (Böhme und Welz-Müller, 1998).

Der Freiburger Sprachtest wurde für jedes Ohr getrennt zunächst über Luftleitung durchgeführt und falls möglich auch noch einmal nach Einsetzen von Hörgeräten binaural im freien Schallfeld.

Die entsprechenden Werte wurden in Sprachaudiogrammen festgehalten und im Rahmen dieser Arbeit in die Cochlea-Implantat-Datenbank eingetragen.

Die ebenfalls präoperativ durchgeführte Tonaudiometrie sei an dieser Stelle aus Gründen der Vollständigkeit erläutert. Die Ergebnisse der durchgeführten tonaudiometrischen Messungen werden im Rahmen dieser Arbeit nicht ausgewertet.

Die Tonaudiometrie ist Grundlage der audiologischen Diagnostik. Die Messung des Hörvermögens für Töne, insbesondere der Hörschwelle, erfolgt mit einem sogenannten Tonaudiometer. Neben der quantitativen Bewertung des Hörschadens, kann auch dessen Lokalisation eingegrenzt werden. Hierzu erzeugte Töne unterschiedlicher Frequenzen (vorwiegend 125 Hz - 8 kHz) und verschiedener Pegel werden über entsprechende Wandler, Kopfhörer, Knochenleitungshörer oder auch Lautsprecher dem Patienten angeboten. Die Ergebnisse können tabellarisch notiert oder graphisch in Form eines Audiogramms dargestellt werden (Böhme und Welz-Müller, 1998).

2.2.2 Operative Daten

Die operativen Daten und postoperativen Sprachtestergebnisse der Patienten wurden durch Mitarbeiter der audiologischen Abteilung direkt in die Datenbank eingetragen. Folgende operative Daten, werden zur Auswertung verwendet:

- Operateure
- Alter und Geschlecht des Patienten
- Seite des operierten Ohrs
- Angaben zum Typ und Hersteller des eingesetzten Implantats
- Angaben über eine möglicherweise bestehende Ossifikation (ersichtlich aus einem Computertomogramm, oder inter operationem)
- Angaben zur Messung des Stapediusreflexes
- Angaben zu telemetrischen Messungen
- Gegebenenfalls interoperative Komplikationen und inkomplette Insertion der Elektrode
- Versorgungsarten und Reimplantationen

2.2.3 Postoperative Daten

Zur Überprüfung des postoperativen Verlaufs bezüglich des Sprachverstehens mit Implantat, wurden die Patienten verschiedenen Hörprüfungen unterzogen. Die Ergebnisse wurden ebenfalls in die Datenbank eingegeben.

Folgende Tests wurden durchgeführt:

- der Freiburger-Sprachtest, Zahlen- und Einsilberversandnis
- der Innsbrucker-Satztest (vorgesprochen, „live-voice“)
- der HSM⁵-Satztest (von CD vorgespielt)

An dieser Stelle sei kurz auf das Prinzip dieser Test eingegangen, wobei der Freiburger Sprachtest bereits im Abschnitt 2.2.1 dargestellt worden ist. Postoperativ wurde allgemein ein Schallpegel von 70 dB verwendet.

⁵ benannt nach *Hochmair-Schulz-Moser*

Der Innsbrucker-Satztest ist auf die speziellen Belange von Cochlea-Implantatträger abgestimmt und deshalb besonders für diese Patientengruppe geeignet. Live vorgesprochen kann hier durch den Sprecher individuell auf den Patienten eingegangen werden (zum Beispiel: langsamer, etwas lauter, Pausen). Dieser Test besteht aus einem Inventar von 220 Sätzen = 22 Listen zu je 10 Sätzen mit 3-8 Zielwörtern (Lehnhardt, 1996).

Der HSM-Satztest entspricht dem Innsbrucker Satztest, jedoch mit dem Unterschied, dass er nicht „live“ gesprochen wird, sondern unpersönlich von einem Tonträger (CD) vorgetragen wird. Es handelt sich hier also um einen „recorded-voice“ und nicht um einen „live-voice“ Test. Er besteht aus 30 Testgruppen zu je 10 Kurzsätzen und zusätzlich aus 3 Gruppen zu je 10 Sätzen zum Üben (Hochmair et al., 1997).

Der HSM-Satztest wurde nach 12 Monaten zusätzlich in einem Störgeräusch durchgeführt. Hierbei wurde bei einem festgehaltenen Schallpegel des Sprachsignals von 70 dB und der Test mit vier verschiedenen Störschallpegeln durchgeführt: Man erhält so die Sprachverständlichkeit für die vier Werte des Signal-Störgeräuschabstandes von 15, 10, 5 und 0 dB in Abhängigkeit von eben diesem Signal-Störabstands. Es werden in diesem Test Aussagen zur Diskriminationsfunktion im Störgeräusch möglich.

Die Tests sind im Idealfall für diese Studie in folgenden Intervallen nach dem Operationstermin durchgeführt worden:

- nach zwei Tagen
- nach einem Monat
- nach 3, 6 und 12 Monaten
- im weiteren Verlauf nach: 24, 36, 48, 60 und 72 Monaten

Es hatte nicht jeder Patient zu jedem Testtermin erscheinen können, so dass in vielen Fällen Lücken im Verlauf vorhanden waren. Auch Patienten die erst vor kurzer Zeit operiert worden waren, konnten keine Ergebnisse für den längeren Genesungs- und Rehabilitationsverlauf liefern. Deshalb wurden bei der statistischen Darstellung der Werte die jeweils entsprechende Anzahl der verwendeten Patientendaten und der dargestellten Messergebnisse angegeben.

Für den Rehabilitationsverlauf innerhalb des ersten Jahres wurden nur Patientenfälle analysiert, die zu allen Nachuntersuchungsterminen (2. Tag bis 12. Monat) geprüft worden waren. Hierzu wurde die SPSS-Programmooption „listenweiser Fallausschluss“ bei der statistischen Auswertung verwendet.

Zur Darstellung des weiteren Verlaufs (24. - 72. Monat), war auf Grund der großen Anzahl fehlender Werte und auf Grund der Ausdünnung der Ergebnisse bis hin zum 72. Monatstermin ein „listenweiser Fallausschluss“ nicht möglich. Hier wurden sämtlich Daten in die Betrachtung einbezogen, ohne dass einzelne fehlende Werte zum Ausschluss des entsprechenden Patienten-Einzelfalls geführt haben.

2.2.4 Subjektive Beurteilung von Hörgeräten und Cochlea-Implantaten (Fragebögen)

Um die persönliche Situation der Patienten erfassen zu können, wurden einigen von ihnen präoperativ und /oder auch postoperativ ein Fragebogen mit 20 Fragen vorgelegt. Diese Bögen entsprechen einer Modifikation des Göteborger Frageninventars (Kießling, 1996 und Ringdahl et al. 1993).

Der eine, präoperativ verwendete Bogen trägt die Überschrift „Fragebogen Hörgerät-Nutzen“, der andere, postoperative „Fragebogen CI-Nutzen“ (siehe Seite 79 - 88). Beide enthalten die selben Fragen an den Patienten über seine Teilnahmemöglichkeit am Alltagsleben und über möglicherweise aufgetretene soziale Einschränkungen, -jedoch jeweils bezogen entweder auf die beim Patienten noch bestehende Versorgung mittels Hörgerät oder eben entsprechend mittels Cochlea-Implantat.

Zu jeder Frage konnte der Patient eine Zahl zwischen 0 und 10 ankreuzen, wobei 0 die positivste und 10 die negativste Bewertung bedeutet.

Zu ihrer Hörgeräteversorgung wurden präoperativ 21 Fragebögen durch Patienten ausgefüllt. Diese Anzahl resultiert daraus, dass der Fragebogen nicht seit 1987 verwendet wurden und dass es zu diesem Zeitpunkt keinen Sinn gemacht hätte, die bereits operierte Patienten nach deren ehemaligen Versorgung mittels Hörgeräten zu befragen. Weiterhin ist zu beachten, dass einige der Personen des Kollektivs kein Hörgerät vor der Operation verwendet haben oder dieses schon länger abgelegt haben.

Von insgesamt 64 Patienten wurde der Fragebogen bezüglich deren Cochlea-Implantatversorgung beantwortet. Er wurde ihnen in einem Abstand von mindestens 6 Monaten post operationem vorgelegt, um eine gewisse Anpassungsphase abzuwarten.

Die Fragebögen wurden den Patienten entweder per Post nach Hause zugesendet oder bei einem Termin in der Klinik zur selbständigen Beantwortung vorgelegt.

2.2.5 Statistische Auswertung der Patientendaten

Wie bereits erwähnt wurden die Daten mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS⁶ (Version 12.0 für Windows) ausgewertet.

Von der Datenbank der CI-Patienten wurden die Informationen in das Excelformat exportiert, und schließlich in das Programm SPSS überführt. Beim Eintrag in die Datenbank des Klinikums Großhadern erhielten die Patienten neben einer fortlaufenden Aufnahmeummer auch eine spezielle „CI-Patienten-Nummer“. Diese „CI-Patienten-Nummer“ wurde anstatt des Patientennamens zur Auswertung verwendet, um der im Datenschutz begründeten Anonymisierung gerecht zu werden, und um gleichzeitig eine eindeutige Zuordnung der Einzelfälle zu ermöglichen.

Im folgenden Teil ist die Methodik der Auswertung unter Verwendung des Statistikprogramms SPSS dargestellt:

Zunächst wurden mit Hilfe der deskriptiven (beschreibenden) Statistik die Daten und Ergebnisse in überschaubare, aussagekräftige Tabellen und Diagramme gebracht, um dann mittels induktiver (schließender) Statistik die Wahrscheinlichkeiten der Zusammenhänge, Abhängigkeiten und Unterschiede der Parameter herauszuarbeiten (Gelbrich, 1998).

Bei der Auswertung sollte ermittelt werden, welche der präoperativ erfassten Parameter Einfluss auf die postoperativen Sprachtestergebnisse haben oder haben könnten. Innerhalb des Textes erfolgt die Angabe von Zahlen auf ein Zehntel gerundet.

Es wurden geeigneten Testmethoden und Darstellungsmöglichkeiten aus den SPSS-Programmfunktionen ausgewählt. Hierzu zählten unter anderem: Korrelationen, t-Tests, Varianzanalysen (ANOVA⁷). Der t-Test erlaubt den Mittelwertvergleich entweder: anhand einer Variablen zwischen zwei zu vergleichenden Gruppen, oder innerhalb einer Gruppe von zwei zu vergleichenden Variablen, d.h. jeder Patientenfall liefert Ergebnisse zu beiden Parametern (Wiseman, 2004).

Die ANOVA ist ein auf dem allgemein linearen Modell beruhendes Verfahren und kann als Erweiterung des t-Tests auf mehr als zwei Stichproben angesehen werden. Diese Analyse der Varianz⁸ kann anstelle eines multipel wiederholten t-Tests durchgeführt werden: Es werden

⁶ SPSS ist ein Statistikprogramm, das 1966 durch die beiden Studenten Norman Nie und Dale Bent in seiner ersten Version entwickelt und herausgegeben worden ist. Es verzeichnet seit dem eine sehr große Anzahl an Installationen und Weiterentwicklungen (Bühl und Zöfel, 2000).

⁷ Analysis of Variance

⁸ Varianz als Wahrscheinlichkeits-Dichtefunktion wird auch als mittlere Quadratsumme bezeichnet. Definition: Die Varianz einer Zufallsvariablen X ist definiert als: $\text{Var}(X) = E[X - E(X)]^2$.

Ergänzung: Die positive Wurzel der Varianz wird als Standardabweichung bezeichnet (Toutenbourg, 2000).

hier die Streuung der Stichprobenmittelwerte mit der Streuung der Stichprobeneinzelwerte innerhalb der Stichprobe verglichen. Als Ergebnis erhält man die Information, ob sich die Stichprobenmittelwerte signifikant unterscheiden oder nicht.

Als statistisch signifikant wurden innerhalb dieser Studie die Ergebnisse bei einer Restirrtumswahrscheinlichkeit von $p < 0.05$ angesehen.

Der Begriff Restirrtumswahrscheinlichkeit bedeutet: „Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit, dass ich das Ergebnis falsch interpretiere?“ Die Signifikanz (p) wird als Wahrscheinlichkeit zum Ausdruck gebracht ($0 \leq p \leq 1$): 1 bedeutet mit der Wahrscheinlichkeit von 100 %, 0 bedeutet analog mit 0 % Wahrscheinlichkeit (Wiseman, 1999).

3 Ergebnisse

3.1 Präoperative Daten

3.1.1 Grund der Hörstörung

Die innerhalb des untersuchten Kollektivs aufgetretenen Gründe der Hörstörung sind in ihrer Häufigkeit sehr unterschiedlich verteilt, was dem Leser in diesem Abschnitt anschaulich gemacht werden soll.

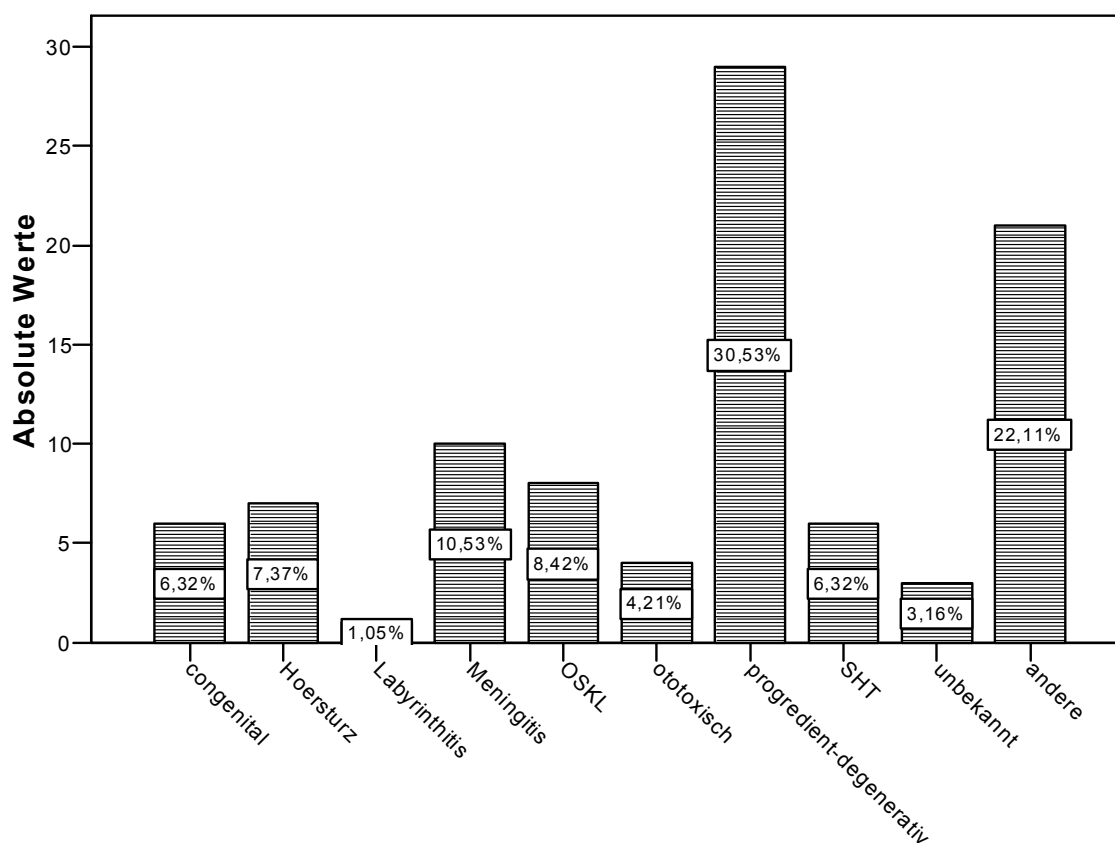


Abbildung 2: Verteilung der Gründe der Hörstörungen innerhalb des Kollektivs (N = 95)

Es lässt sich erkennen, dass in diesem Patientenkollektiv der häufigste Grund ein progredient-degenerativer Hörverlust war. Mit 30,5% war hier ein Drittel der Personen betroffen. 22,1% der Fälle waren in die Kategorie „andere“ einzuordnen, auf die erst etwas weiter unten näher eingegangen wird. Gefolgt von Meningitis (10,5%) schlossen sich in ihrer Häufigkeit die Otosklerose (8,4%), der Hörsturz (7,4%) und mit jeweils 6,3% das Schädelhirntrauma und die congenital bedingte Hörstörung an.

Auf Grund der Altersstruktur der Patienten (nur Erwachsene) war der progredient-degenerative Anteil der am häufigsten vertretene; dem entsprechend war der Anteil der congenital Hörgestörten deutlich geringer.

Eher selten sind in diesem Kollektiv ototoxische Gründe (4,2%) und die Labyrinthitis (1,1%) zu finden gewesen. Bei 3,2% der Patienten war die Ursache ihrer Hörstörung unbekannt.

Sehr häufig waren „andere“ als die bereits aufgeführten Hörstörungen aufgetreten. Sie setzten sich in diesem Kollektiv folgendermaßen zusammen:

Tabelle 1: Angabe über die Verteilung und Häufigkeit sogenannter „anderer“ Hörstörungsgründe innerhalb des Patientenkollektivs

		Häufigkeit	Prozentangabe
andere	gesamt	21	22,1
	Asphyxie bei Geburt	1	1,1
	Cogan-Syndrom	1	1,1
	Durchblutungsstörung	2	2,1
	Fensterruptur	1	1,1
	Impfschaden	1	1,1
	Lärmtrauma	2	2,1
	Masern	1	1,1
	MELAS-Syndrom	1	1,1
	Morbus Menière	2	2,1
	Mumps	1	1,1
	Otitis media	3	3,2
	Perisynaptische Audiopathie	1	1,1
	Refsum-Syndrom	1	1,1
	Scharlach	1	1,1
	viraler Infekt	1	1,1
Wiskott-Aldrich-Syndrom	1	1,1	

In dieser Gruppe ist am häufigsten eine Otitis media als Grund der Hörstörung (3 dieser 21 Patienten). Durchblutungsstörungen, Lärmtrauma, Morbus Menière traten jeweils bei 2 Personen auf.

Die übrigen Patienten wiesen jeweils unterschiedliche Ursachen der Hörbehinderung auf, worunter sich hier auch folgende 4 Syndrome befanden: Cogan-Syndrom, MELAS-Syndrom, Refsum-Syndrom, Wiskott-Aldrich-Syndrom.

3.1.2 Alter bei Auftreten der Hörstörung und Alter bei der Operation

So verschieden die Ursachen der aufgetretenen Hörstörung innerhalb dieser Patienten Gruppe sind, so unterschiedlich ist auch das Alter in der diese aufgetreten sind.



Abbildung 3: Darstellung der Verteilung des Alters bei Auftreten der Hörstörung (N = 91)

Angaben zu diesem Parameter lagen von 91 Patienten vor. Bei 4 Personen war der Beginn der Hörstörung nicht mehr nachzuvollziehen.

Zur Übersicht sind in den Kästchen innerhalb der entsprechenden Balken die Anzahl der Personen angegeben, bei denen in diesen Zeitabschnitt die Hörstörung aufgetreten ist. Die Anzahl vorliegender Datensätze, der Mittelwert und die Standardabweichung des Alters (in Jahren) sind neben dem Diagramm festgehalten.

Insgesamt traten die Hörstörungen zwischen 0 und 70 Jahren auf, wobei ein wellenförmige Verlauf zu erkennen ist:

In den ersten 5 Lebensjahren ist bei 23 Patienten (25,3% von 91 Personen) eine Hörstörung aufgetreten. Weitere Gipfel mit jeweils 8 erkrankten Patienten (jeweils 8,8%) sind in folgen-

den Lebensaltern aufgetreten: zwischen 5. und 10. Lebensjahr, zwischen 15. und 25. Lebensjahr, und ein ähnlicher dritter Gipfel mit 7 betroffenen Personen (7,7%) im Alter zwischen 50. und 60. Lebensjahr.

Für die Minima sind folgende Werte zu nennen: Bei jeweils 2 Personen (2,2%) sind zwischen 55 und 60, sowie zwischen 65 und 70 die Hörstörungen aufgetreten. In den dazwischen liegenden Lebensabschnitten sind jeweils 3-4 Personen betroffen gewesen.

Es dauerte dann im Mittel 12,5 Jahre (Standardabweichung: 14,8) bis schließlich eine Ertaubung vorgelegen hat. Wobei hier nur in 86 Fällen das Ertaubungsalter bekannt war.

An dieser Stelle ist auch das Alter zu betrachten, in dem die Cochlea-Implantation durchgeführt worden ist. Eigentlich ist dieser Parameter dem Abschnitt 3.2, „operative Daten“, zuzuschreiben. Er bietet jedoch gerade an dieser Stelle Informationen über die Alterstruktur des behandelten Patienten Kollektivs.



Abbildung 4: Darstellung der Verteilung des Alters zur Zeit der Operation innerhalb des Kollektivs (N=95)

Auch in dieser Abbildung zeigt sich wieder ein wellenförmiger Verlauf. Mittelwert und Standardabweichung des Alters (in Jahren) sind neben dem Diagramm festgehalten.

Die größte Häufung (13 Personen) lag bei Operationen zwischen dem 60. und 65. Lebensjahr. Dicht gefolgt von 12 Personen die zwischen 55. und 60, und 10 Personen, die zwischen 50

und 55. Lebensjahr ein Cochlea-Implantat erhielten. So ergab sich, dass 26,3% des Kollektivs zwischen 50. und 65. Lebensjahr operiert worden waren. Die nächst größere Erhebung innerhalb des wellenförmigen Verlaufs ist zwischen 20. und 25., sowie zwischen 25. und 30. Lebensjahr zu finden; in diesem Alter wurden jeweils 9 Personen (9,5%) implantiert. Zwischen diesen beiden Gipfeln befindet sich eine Einsenkung zwischen dem 35. und 40. Lebensjahr, denn in diesem Alter wurden nur 4 Personen operiert.

Begrenzt werden diese Werte des Histogramms durch den jüngsten Patient (18 Jahre alt) und den ältesten Patient (76 Jahre alt).

3.1.3 Präoperativ aufgetretener Tinnitus und Schwindel

Anhand der an die Patienten ausgegebenen Fragebögen, sowie anhand der Patientenakten wurden sämtliche Angaben zu einem eventuell präoperativ bestehenden Tinnitus zusammengetragen und für das später operierte Ohr (bezeichnet als ipsilaterales Ohr), sowie für das Ohr der Gegenseite (kontralateral) festgehalten. Die Patienten konnten frei die Art ihres Ohrgeräusches beschreiben, so dass eine rein subjektive Bewertung durch die betroffenen Personen vorgenommen worden ist.

Für das später operierte Ohr gaben von 95 Patienten 44 Personen (46,3%) an, keinen Tinnitus wahrnehmen zu können. 51 Personen (53,7%) dagegen hatten ein entsprechendes Ohrgeräusch.

Für die kontralaterale Seite konnten nur 92 Daten erfasst werden, wobei die eine Hälfte der Personen (46 Patienten) ein Ohrgeräusch bestätigten.

Aus den Angaben der Patienten ergibt sich, dass von 92 Personen die Hälfte (46 Patienten), auf beiden Ohren einen Tinnitus verspürt hat. Etwas weniger als die Hälfte (42 Patienten) konnte kein Ohrgeräusch wahrnehmen. 4 Patienten berichteten allein auf der später operierten Seite von einem Tinnitus. Dagegen bestätigte nur ein Patient auf der kontralateralen Seite ein Geräusch zu verspüren.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass wenn ein Tinnitus vorlag, dieser meist bilateral aufgetreten ist.

Die Patienten haben das vorliegende Ohrgeräusch meist mit einem der folgende Worte beschrieben: Surren, Brummen, Pfeifen, Klingeln, Rauschen.

Auf die Frage nach dem Vorliegen eines Schwindels oder von Gangunsicherheiten konnten nur eine ja / nein Antwort erfolgen. Angaben dazu konnten jedoch nur in 36 Fällen gefunden werden: 20 der 36 Patienten (55,6%) gaben an, kein Schwindelgefühl zu verspüren. Dagegen waren es 16 Personen (44,4%), die unter Schwindelanfällen oder Gangunsicherheiten litten.

3.1.4 Sprachverstehen im Freiburger-Zahlentest ohne und mit Hörgerät

Zur präoperativen Erfassung des quantitativen Ausmaßes des Hörschadens wurde der Freiburger-Sprachtest verwendet. In diesem Kapitel werden zunächst nur die Ergebnisse des Zahlentests erläutert.

Der Freiburger-Zahlentest wurde für jedes Ohr getrennt über Luftleitung durchgeführt, und falls möglich auch noch einmal nach Einsetzen von Hörgeräten binaural im freien Schallfeld. Die zum maximalen Verstehen nötigen Schalldruckpegel variierten zwischen 65 dB Minimum und 120 dB Maximum, da sie durch den jeweiligen Untersucher an den Hörverlust des jeweiligen Patienten angeglichen worden sind. Es wurde für jeden Patienten das bestmögliche Verstehen im Freiburger Zahlentest ermittelt: Einmal ohne Hörgerät, wobei hier nur die Ergebnisse des später implantierten Ohrs gewertet wurden, und das andere Mal mit Hörgeräten (binaurale Prüfung).

Bestimmt durch das vom einzelnen Patienten maximal erreichte Zahlentestergebnis kann jede dieser Personen einer der folgenden 3 Gruppen zugeteilt werden:

- Gruppe 1: mit 0,0 - 2,0% Sprachverstehen
- Gruppe 2: mit 2,1 - 49,4% Sprachverstehen
- Gruppe 3: mit mindesten 49,5% Sprachverstehen (in diesen Fällen wurde der Hörverlust für Zahlen in dB angegeben)

Tabelle 2: Verteilung der Patienten über die 3 Gruppen bei unterschiedlichen Testbedingungen (mit und ohne Hörgerät)

	<i>ohne Hörgerät</i>	<i>mit Hörgerät</i>
Gruppe 1	58,1%	38,2%
Gruppe 2	25,6%	31,6%
Gruppe 3	16,3%	30,3%

Auf Grund der unterschiedlichen Anzahl vorliegender Messergebnisse bei beiden Testbedingungen (ohne Hörgerät: $N = 72$; mit Hörgerät: $N = 53$) wurden die Verteilungen prozentual angegeben. Gruppe 1 sinkt anteilig von vorher 58,1% auf 38,2% ab. Dem entsprechend nehmen Gruppen 2 und 3 zu: Gruppe 2 von 25,6% auf 31,6%, Gruppe 3 von 16,3% auf 30,3% der Gruppenanteile.

Der Mittelwert des erreichten Zahlenverstehens und des dafür nötigen, hohen Schalldruckpegels (Gruppe 1 und 2), sowie der große, mittlere Hörverlust für Zahlen (Gruppe 3) machen dem Leser die unterschiedlich ausgeprägten, jedoch weit fortgeschrittenen Hörschwächen der Patienten des Kollektivs deutlich. Das Hörgerät konnte hier zu keiner ausreichenden Verbesserung im Sprachverstehen führen.

Tabelle 3: Zusammenfassung der Mittelwerte von Schalldruckpegel und erreichtem Sprachverstehen von Gruppe 1 und 2, sowie des mittleren Hörverlusts für Zahlen der Gruppe 3 (ohne und mit Hörgerät)

	<i>ohne Hörgerät</i>			<i>mit Hörgerät</i>		
	mittlerer Schalldruckpegel (dB)	mittleres Verständnis (%)	mittlerer Hörverlust für Zahlen (dB)	mittlerer Schalldruckpegel (dB)	mittleres Verständnis (%)	mittlerer Hörverlust für Zahlen (dB)
Gruppe 1	120,0	0,0		109,1	1,3	
Gruppe 2	113,0	24,0		69,3	30,5	
Gruppe 3			81,3			62,5

3.1.5 Sprachverstehen im Freiburger-Einsilbertest

Neben dem Freiburger-Zahlentest wurde auch der Freiburger-Einsilbertest präoperativ sowohl ohne als auch mit Hörgerät zur Erfassung des Hörschadens durchgeführt. Wie im vorausgegangenen Abschnitt werden hier ohne Hörgerät nur die Ergebnisse des später operierten Ohres angegeben. Die Messung mit Hörhilfe ist dagegen binaural erfolgt. Eine Unterteilung in Gruppen wurde in diesem Fall nicht vorgenommen.

Für den Freiburger-Einsilbertest ohne Hörgerät lagen 78 Messwerte vor, bei der Testung mit Hörgerät lagen nur 53 Messwerte vor.

Der folgenden Tabelle kann der Leser jeweils den Mittelwert und die Standardabweichung sowohl des benötigten Schalldruckpegels, als auch des maximal erzielten Einsilberverstehens entnehmen. Trotz der unterschiedlichen Anzahl von Messergebnissen (mit und ohne Hörgerät) kann man einen Überblick über die Unterschiede der Parameterwerte zwischen beiden Testbedingungen erhalten.

Es wurden hier nicht nur Fälle verwendet, die zu beiden Testbedingungen Ergebnisse lieferten. Ein Teil der Patienten verwendete präoperativ keine Hörgeräte, und deren Ergebnisse wären sonst nicht mit in den Vergleich eingegangen.

Mit Hörgerät konnte bei geringerem mittleren Schalldruckpegel ein etwas größeres Einsilberverstehen erreicht werden als ohne; die großen Standardabweichungen zeugen von einer stärkeren Streuung der Messergebnisse mit Hörgerät. Diese trotz Hörhilfe schlechten Ergebnisse zeigten, dass die Versorgung durch ein Hörgerät bei stark fortgeschrittenem Hörverlust unzureichend war.

Tabelle 4: Mittelwerte des verwendeten Schalldruckpegels und des Einsilberverständnisses

	<i>ohne Hörgerät</i> (<i>N</i> = 78)		<i>mit Hörgerät</i> (<i>N</i> = 53)	
	Schalldruck- pegel (dB)	Einsilber- verständnis (%)	Schalldruck- pegel (dB)	Einsilber- verständnis (%)
Mittelwerte	118,5	2,5	102,6	6,02
Standardabweichung	5,4	7,3	23,9	14,3

3.1.6 Ergebnisse des Promontorialtest

Präoperativ wurde auch der Promontorialtest zur Überprüfung der Eignung des Ohres für eine geplante Cochlea-Implantation durchgeführt. Die Anzahl der vorliegenden Datensätze sind der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Die Patienten mussten nach Einführung einer Nadelelektrode bei einer Pulsfrequenz von 50 Hz und allmählich erhöhter Stromstärke (angegeben in μA) ihre Höreindrücke beschreiben. Es wurden der T-, C-, U-Level, der Dynamikbereich (zwischen T- und U-Level), die Pausendetektionsleistung und eine eventuelle Hörmüdung festgestellt.

Tabelle 5: Ergebnisse des Promontorialtests bei 50 Hz unter Verwendung einer Nadelelektrode

Promontorialtestergebnis bei 50 Hz	T-Level (μA)	C-Level (μA)	U-Level (μA)	gap detection (ms)
Datensätze				
Gültig	72	63	71	65
Fehlend	13	22	14	20
Mittelwert	21,1	28,2	43,7	47,3
Median	9,5	15,0	20,0	40,0
Standardabweichung	36,3	42,2	56,8	25,6
Minimum	,5	1,5	3,0	10,0
Maximum	210,0	230,0	263,0	150,0

Wie bei Betrachtung der Minima und Maxima auffällt, variierten die Werte sehr stark. Dies zeigt, dass innerhalb des Kollektivs sehr unterschiedliche Stromstärken nötig gewesen sind, um entsprechende Höreindrücke zu erzeugen. Eine Schiefe der Verteilung lässt sich an dem Unterschied zwischen dem jeweiligen Median- und Mittelwert erkennen. Die Mittelwerte der jeweiligen Level weisen annähernd den doppelten Wert der Mediane auf (Ausreißer). Um den Ergebnissen der statistischen Mehrheit gerecht zu werden, sollte deshalb an dieser Stelle der Median betrachtet werden.

Weiterhin ist zu beachten, dass bei diesem Testverfahren ein sehr großes Maß an Kooperation des Patienten vorausgesetzt wird, welchem einige Personen vielleicht nicht gerecht werden konnten.

Zusammenfassend lässt sich unter Betrachtung der Medianwerte festhalten, dass beginnend bei einem T-Level von $9,5 \mu\text{A}$ eine Erhöhung um $5,5 \mu\text{A}$ bis zu dem C-Level von $15,0 \mu\text{A}$ nötig war. Bei Steigerung um weitere $5 \mu\text{A}$ wurde die Unbehaglichkeitsschwelle erreicht. Es ergibt sich entsprechend des Medians ein ungefähres Delta von $5,0 \mu\text{A}$ zwischen den einzelnen Level-Werten. Der Median des Dynamikbereichs lag bei $10,5 \mu\text{A}$. Bezogen auf den

T-Level I_T^9 (μA) erfolgte die Umrechnung der Stromstärken einmal von I_U^{10} (μA) und dann von I_C^{11} (μA) in dB-Werte nach folgender Formel:

$$L = 20 * \log_{10} (I_{u/c} / I_T)$$

Nach logarithmischer Umformung der C- und U-Werte unter Bezug auf den T-Wert sind deutlich geringere Streuungen der C- und U-Werte (diese jetzt in dB) festzustellen: Die Standardabweichungen sind nach der Umrechnung auf ungefähr ein Zehntel des vorherigen Wertes gesunken, was der Leser der folgenden Tabelle entnehmen kann.

Tabelle 6: Ergebnisse des Promontorialtests nach Umrechnung der C- und U-Werte in dB

		T-Level (μA)	C-Level (in dB, bezogen auf den T- Level)	U-Level (in dB, bezogen auf den T- Level)
Datensätze	Gültig	72	63	71
	Fehlend	13	22	14
Mittelwert		21,1	5,7	8,9
Median		9,5	4,1	7,0
Standardabweichung		36,3	4,3	6,0
Minimum		,5	,8	,8
Maximum		210,0	23,5	28,8

Bezüglich der Ergebnisse der „gap detection“ ist ein Unterschied zwischen den Mittel- und Medianwerten von 7,3 ms festzustellen. Es lag eine große Differenz zwischen Minimum (10,0 ms) und Maximum (150,0 ms) vor. Der Medianwert der Pausendetektionsleistung lag unter Beachtung der vorliegenden 65 Messergebnisse bei 40,0 ms, was auf ein gutes, akustisches Auflösungsvermögen in den meisten Fällen des Patientenkollektivs hindeutet.

In bezug auf eine eventuell vorliegende Ermüdbarkeit des Hörnervs oder der Hörbahn kann folgendes festgehalten werden:

⁹ I_T : für das T-level nötige Stromstärke (μA)

¹⁰ I_U : für das U-level nötige Stromstärke (μA)

¹¹ I_C : für das C-level nötige Stromstärke (μA)

Bei 63 Patientenfällen lag zu dieser Messung ein Eintrag vor, davon gaben 4 Patienten (6,3%) eine Hörermüdung an. Die anderen 59 Personen (93,7%) konnten kein Absinken des erzeugten Lautheitseindrucks innerhalb von 60 Sekunden vermerken. In 32 Fällen des Gesamtkollektivs lagen keine Ergebnisse in den Akten vor. Dies waren vor allem Patienten, deren Operationen schon länger zurück liegen hat.

In Bezug auf die Eignung zur Implantation (basierend auf den Ergebnissen des Promontorialtests), lagen bei 85 Patienten eine Beurteilung vor: 80 Patienten (94,1%) wurden für geeignet und 5 Patienten (5,9%) wurden für nicht geeignet angesehen. (Bei einigen Patienten war nur eine Beurteilung über die Eignung in den Akten angegeben, Messwerte fehlten).

3.2 Operationsdaten

3.2.1 Allgemeine Daten zu den durchgeführten Operationen

Geschlechtsverteilung innerhalb des Kollektivs

Es fällt auf, dass die Anzahl der Frauen mit 56 Personen die Anzahl der Männer mit 39 Personen um 17,8% übertrifft.

Dies ist bildlich im folgenden Diagramm dargestellt:

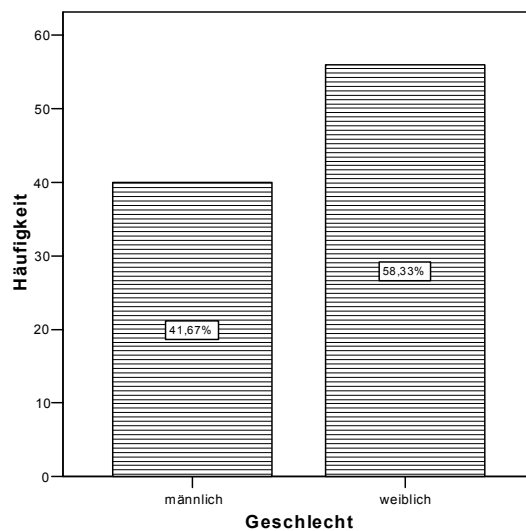


Abbildung 5: Verteilung der Männer und Frauen innerhalb des Kollektivs

Operierte Seite

In bezug auf die operierte Seite wurden 51 Implantat-Insertionen rechts und 44 links durchgeführt. Dies sagt aus, dass innerhalb des Kollektivs die rechte Seite um 7,4 % häufiger operiert worden ist, was gegebenenfalls auf die Händigkeit (Rechtshänder) zurückgeführt werden könnte.

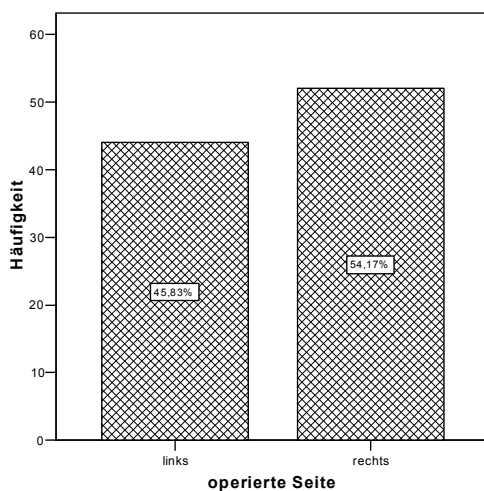


Abbildung 6: Verteilung der operierten Seiten (links und rechts)

Namen der Operateure

Die Namen der verschiedenen Operateure, sowie die Anzahl ihrer innerhalb des Kollektivs durchgeführten Implantationen kann der Leser der folgenden Tabelle entnehmen:

Tabelle 7: Operateure und Anzahl der Implantationen innerhalb des Kollektivs ($N = 95$)

Namen der Operateure	Anzahl der Operationen	Angabe in Prozent
Operateur nicht angegeben	6	6,3
Dr. B. Wollenberg	2	2,1
Dr. V. Schilling	15	15,8
Prof. Dr. Wilmes	1	1,1
Prof. Dr. G. Rasp	64	67,4
Prof. Dr. G. Rasp/ Dr. M. Suckfüll	2	2,1
Prof. Dr. Kastenbauer	2	2,1
Prof. Dr. Rasp /Dr. R. Jund	1	1,1
Prof. Dr. Wustrow	2	2,1
Gesamt	95	100,0

3.2.2 Messung des Stapediusreflexes

Zur interoperativen Funktionsprüfung des Hörnervs wird der Stapediusreflex getestet. Durch elektrische Reizung wird ebenso wie bei einer überschwelligen akustischen Reizung ein Nervenaktionspotential ausgelöst. Mit dem Operationsmikroskop sind die dadurch hervorgerufenen Bewegungen des M. stapedius zu beobachten. Als sogenannte Stapediusreflexschwelle wird der kleinst möglicher Strompegel bezeichnet, der eben diese Reaktion gerade noch auslöst.

Bezüglich dieser Messung lagen in 68 Patientenfällen (71,6% des Kollektivs) Angaben vor. Bei 6 Patienten davon (8,8% der 68 Angaben) ist der Stapediusreflex nicht getestet worden, bei 62 (91,2% der 68 Angaben) wurde der Reflex überprüft.

Bezogen auf diese 62 durchgeführten Messungen war der Stapediusreflex bei 53 Patienten (85,5%) auslösbar, bei den übrigen 9 Personen (9,5%) war keine entsprechende Reaktion hervorzurufen. Gründe für eine ausbleibende Reaktion sind in den entsprechenden Fällen nicht angegeben, werden aber in dieser Arbeit im Abschnitt der Diskussion erläutert.

Tabelle 8: Ergebnisse der intraoperativ durchgeführten Stapediusreflexmessungen ($N = 62$ Patienten)

Stapediusreflexmessung	Anzahl	Prozent
Auslösbarkeit: nein	9	9,5
ja	53	55,8
Gesamt	62	65,3
Fehlende Angaben	33	34,7
Gesamt	95	100,0

3.2.3 Messung der Telemetrie

Zur intraoperativen Überprüfung des Implantats wird die Methode der Telemetrie mit Abfragen der Implantatfunktion und der Elektrodenimpedanzen durchgeführt. Es werden hierzu die von dem jeweiligen Hersteller zu dem entsprechenden Implantatsystem vorgegebenen Standardwerte verwendet, um auf diese Weise Unterbrechungen in den Elektrodenzuleitungen festzustellen.

Ältere Implantatsysteme hatten jedoch keine Telemetriemöglichkeit, so dass hier nur in 68 von 95 Fällen (71,6%) Angaben vorliegen.

Bezogen auf die 68 Angaben, wurde bei 8 Patienten (11,8% von 68) die Prüfung als nicht durchgeführt eingetragen.

Bei 60 telemetrischen Messungen war in 3 Fällen (5,0%) ein hoher Elektrodenwiderstand festzustellen, der postoperativ nicht mehr bestand. In den anderen 57 durchgeführten Untersuchungen (95,0%) konnte das Ergebnis als in Ordnung vermerkt werden.

Tabelle 9: Ergebnisse der interoperativen Telemetriemessung (N = 60)

Telemetrie		Häufigkeit	Prozent
In Ordnung:	nein	3	3,2
	ja	57	60,0
	Gesamt	60	63,2
Fehlend	System	35	36,8
Gesamt		95	100,0

3.2.4 Verwendete Implantatsysteme

Die Implantatsysteme, die innerhalb des Patientenkollektivs eingesetzt wurden, sowie deren Verwendungshäufigkeit sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst. Es lagen hier zu allen 95 Patienten Angaben vor, wobei Reimplantationen und Zweitversorgungen nicht mit eingegangen sind.

Am häufigsten wurden Implantate des Herstellers Med-el ($N = 50$, 52,7%) verwendet. Die Produkte der Firma Cochlear wurden in 40 Fällen (42,0%) und die der Firma ABC in 5 Fällen (5,3%) eingesetzt.

Das mit der Anzahl 44 am häufigsten implantierte Modell ist das C40Plus des Herstellers Med-el (46,3%). In weitem Abstand gefolgt von den Produkten der Firma Cochlear: mit dem CI22 (in 11 Fällen eingesetzt, 11,6%), dem CI24RCA und CI24RCS (beide in jeweils 10 Fällen eingesetzt, jeweils 10,5%).

Die anderen Implantatmodelle wurden alle in weniger als 10 Fällen angewendet. Die genauen Angaben kann der Leser der folgenden Tabelle entnehmen.

Tabelle 10: Überblick über die verwendeten Implantate und deren Hersteller (N = 95)

Hersteller und Modelle		Häufigkeit	Prozent	Gesamt Anzahl pro Hersteller	Verteilung in Prozent pro Hersteller
ABC	AB-5100H	5	5,3	5	5,3
Med-el	C40C	4	4,2		
Med-el	C40Plus	44	46,3		
Med-el	C40PlusGB	1	1,1		
Med-el	C40PlusS	1	1,1	50	52,7
Cochlear	CI20+2	1	1,1		
Cochlear	CI22	11	11,6		
Cochlear	CI24M	8	8,4		
Cochlear	CI24RCA	10	10,5		
Cochlear	CI24RCS	10	10,5	40	42,0
	Gesamt	95	100,0	95	100

3.2.5 Komplikationen

An dieser Stelle werden sowohl die über das CT schon präoperativ erkannte Schwierigkeit einer bestehenden Ossifikation als auch intraoperativ eingetretene Komplikationen innerhalb des Kollektivs (N = 95) dargestellt.

Ossifikationen

In bezug auf alle 95 Patientenfälle konnte nur bei 9 Personen (9,5%) eine Verdichtung der Knochenstruktur im Sinne einer möglichen Ossifikation in einem Computertomogramm (CT) erkannt werden. Bei den übrigen 86 Patienten (90,5%) konnte keine röntgenologische Auffälligkeit festgestellt werden.

Während der Operation stellte sich heraus, dass nur bei 5 Patienten (5,3%) eine ossifizierte Obliteration der Schnecke bestanden hat. Die im CT knochendicht erscheinenden Strukturen der anderen 4 Patienten (4,2%) konnten während der Operation nicht als Ossifikation bestätigt werden. So ergab sich intraoperativ, dass bei 90 Patienten (94,7%) des Kollektivs keine Ossifikation festgestellt werden konnte, obwohl bei 4 dieser Personen ein scheinbarer Befund im CT zusehen war. Das CT hat zwar in 100 % ossifizierte Schnecken wirklich als dichte Knochenstruktur dargestellt, jedoch wurden durch Beurteilung des CTs mit einer Fehlerrate von 4,2% auch nicht verknöcherte Cochleae als ossifiziert beurteilt.

Tabelle 11: Kreuztabelle zur Beurteilung einer bestehenden Ossifikation mittels Computertomogramm und tatsächlich in der Operation (OP) festgestellter Verknöcherung der Schnecke

		Ossifikation (CT)		Gesamt
		nein	ja	
Ossifikation (OP)	nein	86	4	90
	ja	0	5	5
Gesamt		86	9	95

Inkomplette Elektrodeninsertion und andere Komplikationen

Während der 95 Operationen konnten außer Ossifikationen auch andere Komplikationen vermerkt werden. Bei insgesamt 8 Patienten (8,4%) konnten die Elektroden nicht komplett eingeführt werden, wie die folgende Tabelle zeigt:

Tabelle 12: Anzahl und Häufigkeit der nicht komplett inserierbaren Elektroden

Anzahl der außerhalb liegenden Elektrodenabschnitte	Häufigkeit	Prozentangabe
1	2	2,1
2	4	4,2
5	1	1,1
12	1	1,1
Insgesamt	8	8,4

Weitere Komplikationen außer der erwähnten inkompletten Elektrodeninsertion werden in der folgenden Tabelle dargestellt:

Tabelle 13: Weitere intraoperativ aufgetretenen Komplikationen

Angabe anderer Komplikationen	Häufigkeit	Prozent
2. Windung eröffnet	1	1,1
Cholesteatom	1	1,1
Elektrode hakt	1	1,1
Tympanoplastik	2	2,2
zunächst Elektrodenbänder falsch orientiert	1	1,1
Gesamt	7	7,4

3.2.6 Versorgungsarten und Reimplantationen nach technischem Defekt

Da sich diese Studie nur mit den Werten und Daten des jeweils ersten inserierten Implantats beschäftigt, wird an dieser Stelle aus Gründen der Vollständigkeit kurz auch auf Reimplantationen und Zweitversorgungen eingegangen.

Zunächst seien jedoch die nach sämtlichen durchgeführten Operationen und Behandlungen vorliegenden Versorgungsarten dargestellt:

Die meisten Patienten sind rein unilateral mit einem Implantat und ohne kontralaterales Hörgerät versorgt worden: 51 Patienten (53,7%).

An zweiter Stelle folgt die bimodale Versorgung mittels einem Cochlea-Implantat und einem kontralateralen Hörgerät: 37 Patienten (38,9%).

Insgesamt haben also 88 Patienten des Kollektivs (92,6%) an nur einer Seite eine Cochlea-Implantat -Versorgung erhalten.

Eine bilaterale Implantatversorgung ist nur bei 7 Patienten (7,4%) vorgenommen worden.

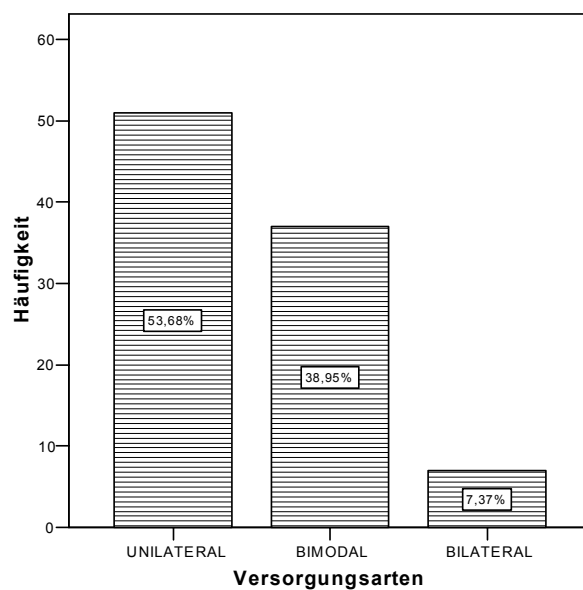


Abbildung 7: Versorgungsarten mittels Cochlea-Implantat(en)/ Hörgerät ($N = 95$)

Revisionen

Um die Krankheitsverläufe der Patienten innerhalb des Kollektivs komplett darzustellen, werden an dieser Stelle auch die Revisionen und Reimplantationen unter Angabe des Grundes aufgezeigt. Die Ergebnisse nach der Reimplantation innerhalb des Kollektivs werden in dieser Studie nicht näher betrachtet.

Bei 4 der 95 Patienten des Kollektivs war auf Grund von Defekten des Implantats eine zweite Operation nötig.

Tabelle 14: Darstellung der aufgetretenen Implantatdefekte

<i>Implantatmodell</i>	<i>Datum der Operation</i>	<i>Datum des Defekts</i>	<i>Gebrauchszeitraum</i>	<i>Ursache des Defekts</i>
C40Plus	27.02.1997	25.04.2002	4,2 Jahre	Undichtigkeit des Gehäuses
C40Plus	09.04.1997	20.06.1997	0,2 Jahre	Undichtigkeit des Gehäuses
C40Plus	11.10.2000	20.07.2003	2,9 Jahre	Ausfall der Elektronik
C40Plus	25.01.2001	21.03.2003	2,2 Jahre	Ausfall der Elektronik

Diese 4 Patienten verwendeten zwar alle das C40Plus der Firma Medel, jedoch ist zu beachten, dass mit einer Verwendungshäufigkeit in 44 Fällen (46,3%) innerhalb des Kollektivs auch die Defekthäufigkeit um ein Vielfaches höher war als bei den seltener verwendeten Implantaten. Je in 2 Fällen ist entweder die Elektronik ausgefallen, oder das Gehäuse undicht gewesen. Die Defekte traten im Mittel nach 2,4 Jahren ein. 9,1% der 44 mit dem C40Plus versorgten Patienten mussten also auf Grund eines technischen Defektes ein zweites Mal operiert werden.

3.3 Postoperative Daten

3.3.1 Ergebnisse des Freiburger-Zahlentests im postoperativen Zeitverlauf

Zunächst sei an Hand eines Boxplot¹²-Diagramms die Zunahme des postoperativen Zahlen-Verstehens innerhalb des ersten Jahres dargestellt. Es wurden nur diejenigen Patientenfälle zur Auswertung herangezogen, die zu allen nötigen Testintervallpunkten einen Wert geliefert haben ($N = 52$).

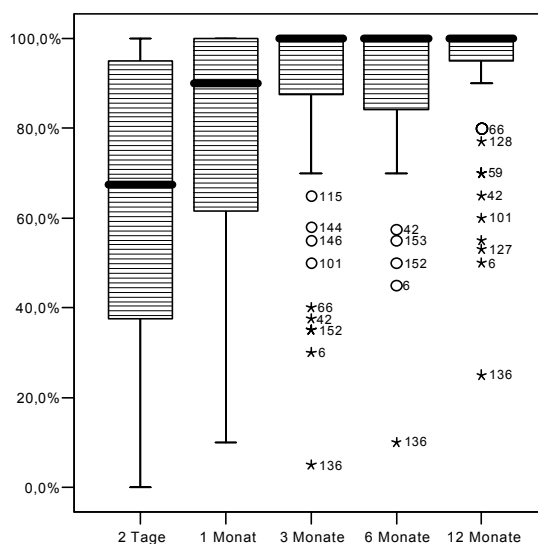


Abbildung 8: Postoperative Freiburger-Zahlen-Testergebnisse ($N = 52$) vom 2. Tag bis zum 12. Monat

Anhand dieser Boxplots wird erkenntlich, dass innerhalb des ersten Jahres eine deutliche Verbesserung des Verstehens von Zahlen stattgefunden hat. Selbst sogenannte Ausreißer können zunehmend besser verstehen: Zum Beispiel der Patient mit Nummer 136.

¹² Erklärung des **Boxplots**: der dicke, schwarze Balken im schraffierten Bereich (Box) ist der *Median*, der obere Rand der Box halbiert die obere Hälfte der Messwerte: *75. Perzentil*; der untere Rand halbiert analog dazu die untere Hälfte: *25. Perzentil*.

Ausreißer sind Extremwerte und werden folgendermaßen gekennzeichnet:

- als kleine Kreise: Ausreißer, die mehr als 1,5 Boxlängen vom 25. (oder entsprechend 75.) Perzentil entfernt sind.

- als kleine Sternchen: Ausreißer, die mehr als 3 Boxlängen vom 25. (oder entsprechend 75.) Perzentil entfernt sind.

Die dünnen, waagerechten Striche zeigen die höchsten und niedrigsten Werte an, die noch keine Ausreißer sind.

Während der erreichte Maximalwert bereits zur ersten Prüfung (2. Tag) bei 100,0 % Zahlen-Verstehen lag, konnten sich der Minimalwert von 0,0% auf 25,0 % im 12. Monat steigern (Fall 136).

Diese Darstellung macht zwar eine Veränderung innerhalb des Kollektivs während des ersten Jahres deutlich, jedoch muss auch die statistische Signifikanz des Unterschiedes von Intervall zu Intervall geprüft werden.

Hierzu wurden wie folgt der Mittelwert des Zahlenverstehens eines Testzeitpunkts mit dem darauffolgenden verglichen, und über einen t-Test bei gepaarten Stichproben die Signifikanz ($p < 0,05$) geprüft.

Betrachtet man das Ergebnis nach 2 Tagen (Mittelwert: 63,2%, Standardabweichung: 32,9), ist dieses signifikant niedriger als das des 1-Monat-Tests (Mittelwert: 78,8%, Standardabweichung: 27,2): $T = -5,292$, $df = 51$, $p = 0,000$ (2-seitig).

Das 1 Monat-Ergebnis (Mittelwert: 78,8%, Standardabweichung: 27,2) ist signifikant niedriger als das 3 Monate-Ergebnis (Mittelwert: 85,9%, Standardabweichung: 24,1):

$T = -2,511$, $df = 51$, $p = 0,015$ (2-seitig).

Das 3 Monate-Ergebnis (Mittelwert: 85,9%, Standardabweichung: 24,1) ist signifikant niedriger als das 6 Monate-Ergebnis (Mittelwert: 89,9%, Standardabweichung: 18,5):

$T = -2,480$, $df = 51$, $p = 0,016$ (2-seitig).

Ab dem 6. Monatstest zeigt sich keine signifikante Veränderung mehr:

Das 6 Monate-Ergebnis (Mittelwert: 89,9%, Standardabweichung: 18,5) ist nicht signifikant niedriger als das 12 Monate-Ergebnis (Mittelwert: 91,4%, Standardabweichung: 17,0):

$T = -1,131$, $df = 51$, $p = 0,263$ (2-seitig).

Es wird als sogenannter „ceiling-effect“ oder auch Deckelungseffekt bezeichnet, wenn ab einem gewissen Testzeitpunkt keine weitere, signifikant Verbesserung im Vergleich zum vorausgegangenen Testzeitpunkt stattgefunden hat.

Das bestätigt sich auch bei folgender Betrachtung des weiteren Verlaufs (12. bis 72. Monat) :

Nach einem durchgeführten t-Test für gepaarte Stichproben zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen zwei aufeinanderfolgenden Testzeitpunkten. Bei Berechnung eines einseitigen Signifikanzniveaus ergibt sich hier für alle Vergleiche: $p > 0,05$.

Es ist eine positive, statistisch hoch signifikante Korrelation zwischen den zu vergleichenden Ergebnissen untereinander festzustellen: je besser ein Patient zu einem bestimmten Zeitpunkt bereits verstanden hatte, desto besser waren auch seine nachfolgenden Ergebnisse im Freiburger-Zahlentest.

Geschlechtsspezifischer Vergleich der Ergebnisse des Freiburger-Zahlen-Tests

Es folgt die Untersuchung der Frage, ob zwischen Männern und Frauen eine unterschiedliche Verbesserung im Verstehen von stattgefunden hat. Insgesamt lagen im Freiburger-Zahlentest von 16 weiblichen und 14 männlichen Patienten Ergebnisse zu den drei ausgewählten Testzeitpunkten (3 Monate, 12 Monate, 36 Monate) vor.

Nach einem durchgeführten t-Test bei unabhängigen Stichproben ergab sich keine statistische Bestätigung dafür, dass sich die Ergebnisse der Geschlechter zu den angegebenen Zeitpunkten signifikant unterscheiden:

- nach 3 monatiger Cochlea-Implantat-Tragezeit gilt: $T = 1,077, df = 28, p > 0,05$
- nach 12 monatiger Cochlea-Implantat-Tragezeit gilt: $T = -0,18, df = 28, p > 0,05$
- nach 36 monatiger Cochlea-Implantat-Tragezeit gilt: $T = 1,046, df = 28, p > 0,05$

Korrelation der Ergebnisse bezogen auf den Grund der Hörstörung

Zur Untersuchung der Frage, ob ein Einfluss der unterschiedlichen Ätiologien auf das postoperative Zahlenverständnis nachzuweisen ist, kam die einfaktorielle ANOVA zur Anwendung: In dieser Studie wurden die Patienten gemäß ihres Hörstörungsgrundes in 10 Gruppen eingeteilt, und zur Auswertung wurden die Ergebnisse des 3 Monate-, 12 Monate- und 36 Monate-Tests herangezogen.

3 Monate: $F = 3,336, p = 0,002$

12 Monate: $F = 2,982, p = 0,005$

36 Monate: $F = 0,239, p = 0,971$

Nach 3 und 12 Monaten ist ein signifikanter Unterschied im Vergleich der nach ihrer Ätiologie in Gruppen aufgeteilten Patienten nachzuweisen ($p < 0,05$). Der Hörstörungsgrund scheint sich also innerhalb des Kollektivs auf das postoperative Sprachverstehen zu diesen Zeitpunkten ausgewirkt zu haben. Nach 36 Monaten ist jedoch kein signifikanter Unterschied bezüglich der Ätiologie festzustellen.

Diese Ergebnisse können jedoch nur sehr kritisch bewertet werden. Auf Grund der sehr geringen Anzahl an Patienten mit gleicher Ätiologie kann keine statistisch relevante Aussage gemacht werden, da eine zufällige Verteilung bezüglich der interindividuelle Unterschiede im postoperativen Sprachverstehen nicht auszuschließen ist. Der Einfluss der Ätiologie auf das

postoperative Sprachtestergebnis wurde somit nicht eindeutig bestätigt und sollte an einer größeren Gruppe überprüft werden.

Tabelle 15: Zusammenfassung der mittleren Sprachtestergebnisse im Freiburger-Zahlentest nach 3, 12, 36 Monaten, untergliedert nach der Ätiologie

Ätiologie		Verständnis nach 3 Mona- ten mit CI (%)	Verständnis nach 12 Mona- ten mit CI (%)	Verständnis nach 36 Mo- naten mit CI (%)
Meningitis	Mittelwert	55,8	59,0	100,000
	N	6	5	1
	Standardabweichung	49,4	36,6	.
congenital	Mittelwert	42,5	81,7	100,000
	N	4	3	1
	Standardabweichung	39,7	17,6	.
ototoxisch	Mittelwert	100,0	100,0	100,0
	N	3	3	2
	Standardabweichung	,0	,0	,0
Otosklerose	Mittelwert	95,0	90,5	96,7
	N	7	6	3
	Standardabweichung	7,6	18,5	5,8
Schädel-Hirn-Trauma	Mittelwert	100,0	100,0	
	N	1	1	
	Standardabweichung	.	.	
Hörsturz	Mittelwert	85,0	88,8	96,3
	N	4	6	2
	Standardabweichung	23,8	15,8	5,3
progredient-degenerativ	Mittelwert	87,7	95,2	98,7
	N	26	27	15
	Standardabweichung	18,1	10,1	5,2
Labyrinthitis	Mittelwert	100,0	100,0	
	N	1	1	
	Standardabweichung	.	.	
unbekannt	Mittelwert	73,3	77,5	100,0
	N	3	2	1
	Standardabweichung	34,0	31,8	.
andere	Mittelwert	94,4	93,9	97,0
	N	16	15	9
	Standardabweichung	14,9	12,7	5,7
Insgesamt	Mittelwert	84,8	90,6	98,1
	N	71	69	34
	Standardabweichung	26,5	17,8	4,8

3.3.2 Ergebnisse des Freiburger-Einsilbertests im postoperativen Zeitverlauf

Zunächst sind anhand eines Diagramms die allmähliche Zunahme des postoperativen Einsilberverstehens innerhalb des ersten Jahres dargestellt. (Verwendeter Schalldruckpegel: einheitlich 70 dB). Es wurden nur die 51 Patientenfälle des Kollektivs zur Auswertung herangezogen, die zu allen nötigen Testzeitpunkten Werte geliefert haben. Die Ergebnisse nach 2 Tagen wurden ausgeschlossen, da hier nur sehr wenige Ergebnisse vorgelegen haben.

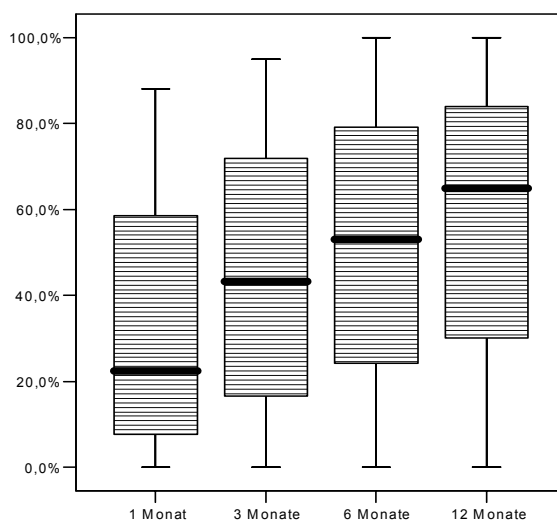


Abbildung 9: Darstellung der postoperativen Freiburger- Einsilber- Testergebnisse ($N = 51$) zwischen 1. Monat und 12. Monaten

Anhand dieser Darstellung wird erkennbar, dass innerhalb des ersten Jahres eine Verbesserung des Freiburger-Einsilberverstehens stattgefunden hat. Die Ergebnisse sind sehr gestreut, was durch die Größe des einzelnen Boxplot dargestellt wird. Es liegen hier keine Ausreißer vor. Nach 6 Monaten ist von einigen Patienten bereits der Maximalwert von 100% erreicht worden. Jedoch auch noch nach 12 Monaten verstanden einige der Patienten noch immer 0,0% .

Zur Bestätigung eines statistisch signifikanten Unterschieds zwischen den Einsilbertests werden der jeweilige Mittelwert des Einsilberverstehens zu einem Testzeitpunkt mit dem des folgenden Testzeitpunkts verglichen und über einen t-Test bei gepaarten Stichproben wird die Signifikanz ($p < 0,05$) geprüft.

Das 1-Monat-Ergebnis (Mittelwert: 33,1, Standardabweichung: 28,0) ist hoch signifikant niedriger als das 3-Monate-Ergebnis (Mittelwert: 45,0, Standardabweichung: 29,2):

$T = -6,233$, $df = 50$, $p = 0,000$ (2-seitig).

Das 3-Monate-Ergebnis (Mittelwert 45,0, Standardabweichung: 29,2) ist signifikant niedriger als das 6-Monate-Ergebnis (Mittelwert: 50,0, Standardabweichung: 30,4):

$T = -2,724$, $df = 50$, $p = 0,009$ (2-seitig).

Das 6-Monate-Ergebnis (Mittelwert. 50,0, Standardabweichung: 30,4) ist signifikant niedriger als das 12-Monate-Ergebnis (Mittelwert: 54,3, Standardabweichung: 30,9):

$T = -2,372$, $df = 50$, $p < 0,022$ (2-seitig).

Es besteht zwischen den Testergebnissen zu den entsprechenden Zeitpunkten jeweils ein signifikanter Unterschied, ein Deckelungseffekt ist bis zum 12. Monat noch nicht nachzuweisen. Das folgende Diagramm bietet dem Leser einen Überblick über die Testergebnisse des Einsilberverstehens nach mehr als einem Jahr. Auf Grund der großen Anzahl fehlender Werte wurden alle Patienten eingeschlossen, auch wenn sie nicht lückenlos zu allen Testzeitpunkt erschienen sind. Jedes Boxplot für die Ergebnisse derer Patienten, die zu diesem einen Zeitpunkt Daten geliefert haben; zu jedem Messintervall ist die jeweilig dargestellte Gruppe eine andere.

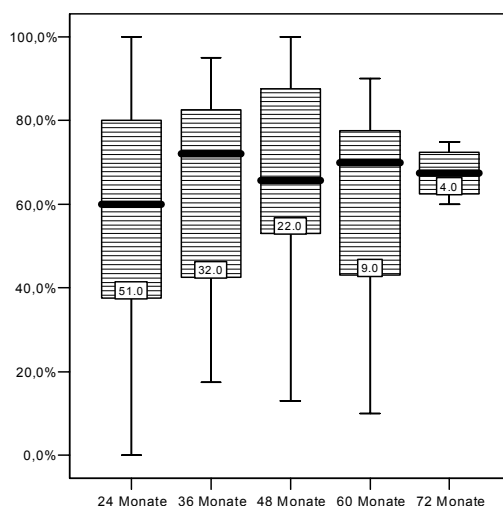


Abbildung 10: Ergebnisse des Freiburger-Einsilbertests im Verlauf vom 12 bis zum 72 Monat postoperativ, (Angabe der Anzahl vorliegender Ergebnisse innerhalb der Balken)

Bei dem für den weiteren Verlauf durchgeführten t-Test für gepaarte Stichproben wurden jeweils alle vorliegenden Ergebnisse zugelassen, die für den Vergleich nötig waren. Bei Beachtung einer einseitigen Signifikanz wird erkennbar, dass sich das 12-Monate-Ergebnis signifikant von dem 24-Monate-Ergebnis unterscheidet: $p < 0,05$. Das 24-Monate-Ergebnis unterscheidet sich wiederum signifikant von dem 36-Monate-Ergebnis.

Ab dem 36. Monat ist keine signifikante Verbesserung im Verstehen des Einsilbertests mehr zum nachfolgenden Test nach 48 Monaten festzustellen, jedoch muss hier dem möglichen Einfluss der unterschiedlichen Testgruppenszusammensetzungen zu den verschiedenen Zeitpunkten Beachtung geschenkt werden.

Tabelle 16: Ergebnisse des t-Tests für gepaarte Stichproben. Ein Vergleich der aufeinander folgenden Testergebnisse im Verständnis des Freiburger-Einsilbertests (12 - 72 Monate postoperativ)

zu vergleichende Ergebnisse dieser Testzeitpunkte		T	Df	Signifikanz (2-seitig)
Paaren 1	12 Monate - 24 Monate	-2,516	48	,015
Paaren 2	24 Monate - 36 Monate	-1,871	28	,072
Paaren 3	36 Monate - 48 Monate	,318	17	,754
Paaren 4	48 Monate - 60 Monate	1,023	7	,340
Paaren 5	60 Monate - 72 Monate	-2,493	1	,243

Einfluss ausgewählter präoperativer Parameter auf das postoperative Einsilber-Verstehen

Untersucht wird, ob innerhalb des Patientenkollektivs präoperative Parameter mit postoperativen Ergebnissen des Freiburger-Einsilbertests korrelierten. Verwendet wurden die Werte von 47 Patienten des Kollektivs, die zu den Testzeitpunkten 1 Monat, 3 Monate, 6 Monate und 12 Monate nach Operation erschienen sind und bei denen folgende präoperative Daten vorlagen (Angaben in Jahren):

- Alter bei Auftreten der Hörstörung (Mittelwert: 27,3, Standardabweichung: 23,9)
- Ertaubungsalter (Mittelwert: 41,2, Standardabweichung: 22,3)
- Alter bei der Operation (Mittelwert: 52,1, Standardabweichung: 15,4)
- Dauer von Beginn der Hörstörung bis zur Operation (Mittelwert: 24,9, Standardabweichung: 18,4)
- Dauer von Beginn der Ertaubung bis zur Operation (Mittelwert: 10,7, Standardabweichung: 18,1)

Tabelle 17: Mittelwerte und Standardabweichungen der Ergebnisse im Freiburger-Einsilbertest zu den jeweiligen Zeitpunkten ($N = 47$)

Testintervall für Freiburger-Einsilber	Mittelwert	Standardabweichung	N
1 Monat	33,050	28,0742	47
3 Monate	44,240	28,8834	47
6 Monate	48,855	30,3767	47
12 Monate	53,496	30,9060	47

Tabelle 18: Korrelationstabelle zur Zusammenhangsdarstellung zwischen postoperativen Ergebnissen im Freiburger-Einsilbertest und ausgewählten Parametern ($N=47$)

Parameter		Verstehen nach 1 Monat	Verstehen nach 3 Monaten	Verstehen nach 6 Monaten	Verstehen nach 12 Monaten
Alter bei Hörstörungsbeginn	Korrelation nach Pearson	,250(*)	,226	,327(*)	,393(**)
	Signifikanz (1-seitig)	,045	,064	,012	,003
Ertaubungsalter	Korrelation nach Pearson	,189	,192	,278(*)	,290(*)
	Signifikanz (1-seitig)	,101	,098	,029	,024
Alter bei Operation	Korrelation nach Pearson	,133	,080	,103	,131
	Signifikanz (1-seitig)	,187	,296	,246	,191
Dauer: Hörstörung bis Operation	Korrelation nach Pearson	-,218	-,229	-,344(**)	-,407(**)
	Signifikanz (1-seitig)	,071	,060	,009	,002
Dauer: Ertaubung bis Operation	Korrelation nach Pearson	-,123	-,172	-,262(*)	-,253(*)
	Signifikanz (1-seitig)	,204	,123	,038	,043
	Signifikanz (1-seitig)	,000	,000	,000	

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (1-seitig) signifikant.

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (1-seitig) signifikant.

a Listenweise $N = 47$

Die exakten Werte für r und p kann der Leser der Tabelle entnehmen; es werden im folgenden Abschnitt die erkennbaren Auswirkungen und Tendenzen dargestellt.

Eine positive Korrelation in Bezug auf die postoperativen Ergebnisse haben: das Alter bei Auftreten der Hörstörung, das Ertaubungsalter und das Alter bei der Operation. Jenes muss jedoch als Folge gesehen werden, da durch ein spätes Auftreten einer Hörstörung oder Ertaubung ein höheres Operationsalter bedingt wird. Es kann aber die Aussage für dieses Patientenkollektiv getroffen werden, dass bei Auftreten einer Hörstörung im höheren Alter bessere postoperative Resultate erzielt wurden.

Jedoch sind alle Werte der Pearson'schen Korrelationskoeffizienten nicht sehr hoch, $r < 0,5$, so dass eine nicht all zu starke Korrelation vorzuliegen scheint. Die Koeffizienten in bezug auf Hörstörungs- und Ertaubungsalter steigen jedoch bis zum 12 Monate-Test im Vergleich zur 1-Monat-Testung an, so dass diese präoperativen Parameter scheinbar stärker mit längerfristigen Operationsergebnissen korrelieren als mit kurzfristigen (zum Beispiel nach 1 Monat). Das Operationsalter scheint nur in geringem Maße und auch nicht signifikant mit postoperativen Ergebnissen zu korrelieren.

Weiterhin ist zu erkennen, dass die einzelnen postoperativen Ergebnisse stark und hoch signifikant positiv miteinander korrelieren. Es kann also die Aussage für dieses Kollektiv getroffen werden: Je besser die Ergebnisse des postoperativen Einsilbertests zu einem bestimmten Zeitpunkt waren, desto besser waren auch die später festgestellten Ergebnisse. Negativ korrelieren die postoperativen Ergebnisse mit der Zeitdauer zwischen Hörstörungsbeginn und Operation, sowie zwischen Ertaubungszeitpunkt und Operation. Eine frühe und rechtzeitige Operation scheint sich also innerhalb des Kollektivs günstig auf die postoperativen Einsilber-Ergebnisse ausgewirkt zu haben (im Besonderen jedoch auf die längerfristigen Ergebnisse nach 12 Monaten). Die Dauer von Hörstörungsbeginn bis zur Operation weist insgesamt höhere Korrelationswerte für r auf, als die Ertaubungsdauer (in bezug auf die postoperativen Ergebnisse).

Es sind jedoch nicht alle Korrelationen signifikant; die genauen Werte für r und p kann der Leser der Tabelle entnehmen.

Vergleich der Ergebnisse des prä- und postoperativ durchgeführten Freiburger-Einsilbertests

In diesem Abschnitt werden die vorliegenden Ergebnisse, die präoperativ mit Hörgeräten im Freiburger-Einsilbertest erzielt wurden, mit dem postoperativen Ergebnissen nach 1 Monat verglichen. Es standen komplette Datensätze von 30 Patienten zur Verfügung.

Nach durchgeführten t-Test für gepaarte Stichproben zeigt sich folgendes:

Das mittlere präoperative Sprachtestergebnis mit Hörgerät (6,5%), ist hoch signifikant ($p = 0,000$) niedriger, als das Mittelwertsergebnis 1 Monat nach Implantation (34,0%). Das Cochlea-Implantat hat also bereits nach einem Monat bei den 30 untersuchten Patienten zu einer deutlichen Verbesserung des Verstehens von Einsilbern geführt.

Zum Test der Hypothese, dass ein direkter linearer Zusammenhang zwischen präoperativen und postoperativen Testergebnissen besteht, wird das Sprachverstehen mit Hörgerät mit den

entsprechenden postoperativen Werten nach 1-, 6- und 12-monatiger Implantattragezeit korreliert: Es besteht hier eine sehr geringe, positive Korrelation, wobei die präoperativen Werte noch stärker mit dem 12-Monatsergebnis korrelieren, als mit den Ergebnissen nach 1 Monat oder nach 3 Monaten. Jedoch liegt hier keine statistische Signifikanz vor.

Tabelle 19: Korrelation zwischen präoperativen (mit Hörgerät) und postoperativen Sprachtestergebnissen unter Verwendung des Freiburger-Einsilbertests ($N = 30$)

zu vergleichende Ergebnisse		Anzahl der Datensätze	Korrelation	Signifikanz
Paaren 1	mit Hörgerät 1 Monat mit Implantat	30	,014	,940
Paaren 2	mit Hörgerät 6 Monate mit Implantat	30	,017	,930
Paaren 3	mit Hörgerät 12 Monate mit Implantat	30	,056	,768

3.3.3 Ergebnisse des Innsbrucker-Satztests im postoperativen Zeitverlauf

Zunächst sei anhand eines Diagramms die Zunahme des postoperativen Verstehens im Innsbrucker-Satztest (bei 70 dB) im Verlauf des ersten Jahres dargestellt. Es wurden 53 Patientenfälle herangezogen, die zu allen Testzeitpunkten Daten geliefert haben ($N = 53$).

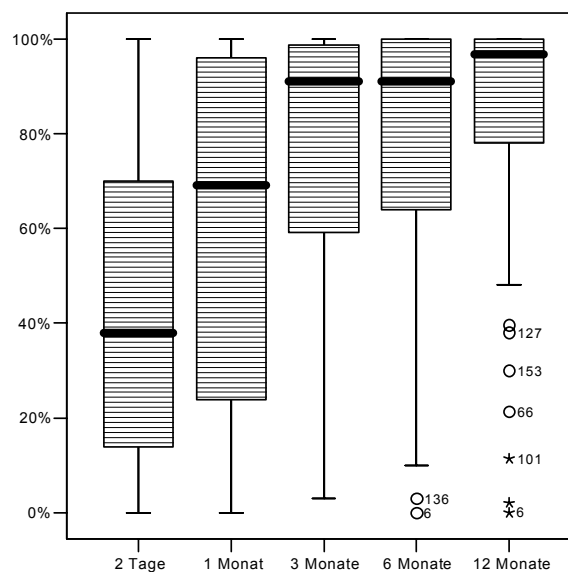


Abbildung 11: Ergebnisse innerhalb des ersten postoperativen Jahres im Innsbrucker-Satztest ($N = 53$)

Anhand der Boxplot-Darstellung der innerhalb des ersten postoperativen Jahres erzielten Ergebnisse wird im Verlauf der Zeit eine Verbesserung im Verstehen des Innsbrucker-Satztests deutlich. Es wurde zwar bereits nach 2 Tagen von einigen Personen der Maximalwert 100% erreicht, jedoch bis einschließlich zum 1. Monat verstanden manche Patienten noch immer 0%.

Die Ergebnisse stellen sich insgesamt als sehr gestreut dar.

Im weiteren Verlauf erhöht sich das Satzverstehen innerhalb der Gruppe zunehmend: Ab dem 6. Monat zeigen sich einige Ausreißer, die erheblich schlechtere Ergebnisse lieferten als die anderen Personen: Der Patient mit der Nummer 6 konnte sowohl im 6. als auch im 12. Monat nur 0,0% verstehen. Der Patient 136 dagegen konnte sich von circa 5,0% im 6. Monat soweit verbessern, dass er im 12. Monat nicht mehr als Ausreißer gewertet wurde. Die Werte des 12. Monats zeigen deutlich, dass das Satzverstehen innerhalb der Gruppe angestiegen ist, da der Medianwert (dicker Balken) nahe 100,0% liegt. Es sind jedoch auch zu diesem Zeitpunkt wieder einige Patienten mit deutlich schlechteren Werten (siehe Ausreißer).

Das Diagramm macht zwar die positive Veränderung im Verstehen des Innsbrucker-Satztests innerhalb dieser Gruppe deutlich, jedoch muss auch wieder die statistische Signifikanz des Unterschieds von Intervall zu Intervall geprüft werden. Hierzu werden wie folgt die erreichten Mittelwerte des Satzverstehens eines Testzeitpunkts mit den Ergebnissen des darauf folgenden Testzeitpunkts verglichen. Über einen t-Test für gepaarte Stichproben wird die Signifikanz ($p < 0,05$) der Aussage überprüft:

Das 2-Tage-Ergebnis (Mittelwert: 42,8, Standardabweichung: 32,5) ist hoch signifikant niedriger als das 1-Monat-Ergebnis (Mittelwert: 60,2, Standardabweichung: 36,6):

$$T = -5,876, df = 52, p = 0,000 \text{ (2-seitig)} .$$

Das 1-Monat-Ergebnis (Mittelwert: 60,2, Standardabweichung: 36,6) ist hoch signifikant niedriger als das 3-Monate-Ergebnis (Mittelwert: 74,9, Standardabweichung: 30,0):

$$T = -6,058, df = 52, p = 0,000 \text{ (2-seitig)} .$$

Das 3-Monate-Ergebnis (Mittelwert: 74,9, Standardabweichung: 30,0) ist signifikant niedriger als das 6-Monate-Ergebnis (Mittelwert: 79,0, Standardabweichung: 28,3):

$$T = -2,166, df = 52, p = 0,03 \text{ (2-seitig)} .$$

Das 6-Monate-Ergebnis (Mittelwert: 79,0, Standardabweichung: 28,3) ist signifikant niedriger als das 12-Monate-Ergebnis*** (Mittelwert: 82,0, Standardabweichung: 27,7):

$$T = -1,169, df = 52, p = 0,100 \text{ (2-seitig)} .$$

Im folgenden Abschnitt soll dem Leser ein Überblick gewährt werden, wie sich das Satzverstehen innerhalb des Kollektivs zwischen dem 12. und 72. postoperativen Monat entwickelt hat. Es wurden alle die Patienten zu gelassen, die für einen Vergleich zeitlich aufeinander folgender Testergebnisse die nötigen Daten geliefert haben.

Tabelle 20: t-Tests für gepaarte Stichproben: Vergleich aufeinanderfolgender Ergebnisse des Innsbrucker Satztests

zu vergleichende Ergebnisse	T	df	Signifikanz (2-seitig)
Paaren 1 12 Monate 24 Monate	-4,173	49	,000
Paaren 2 24 Monate 36 Monate	-,360	30	,721
Paaren 3 36 Monate 48 Monate	-,269	19	,791
Paaren 4 48 Monate 60 Monate	-,697	9	,505
Paaren 5 60 Monate 72 Monate	-,399	4	,717

Ab dem 24. Monat weisen die zu einem bestimmten Zeitpunkt erfassten Testergebnisse keine signifikante Steigerung des Satzverstehens in bezug auf das vorangegangene Testergebnis auf. Besondere Beachtung ist dem Vergleich zwischen 12- und 24-Monat-Ergebnis zu widmen, der einen höchst signifikanten Unterschied aufweist. Jedoch der Mittelwert dieser Patientengruppe im 12-Monate-Ergebnis (Mittelwert: 76,8, Standardabweichung: 29,3) ist deutlich geringer als der entsprechende Mittelwert des 12-Monate-Ergebnis*** im darüber stehenden Abschnitt: „Auswertung innerhalb des ersten Jahres“ (Mittelwert: 82,0, Standardabweichung: 27,7). Dies lässt sich durch eine stark unterschiedliche Zusammensetzung an Patienten erklären. Anscheinend haben die Patienten, die sowohl zur 12-Monate-Testung als auch zur 24-Monate-Testung erschienen sind ein im Mittel erheblich niedrigeres Satzverstehen als die Patientengruppe, die zum 6-Monate-Test und zum 12-Monate-Test erschienen ist (siehe Mittelwertvergleich innerhalb des ersten Jahres). Es zeigt sich: Die Mittelwerte unterschiedlicher Gruppen dürfen hier also nicht verglichen werden.

Trotzdem kann die Aussage gemacht werden, dass sich das mittlere Satzverständnis der Patientengruppe, die die jeweiligen Ergebnisse für den 12- und 24-Monate-Test geliefert hat, signifikant gesteigert hat.

Einfluss ausgewählter präoperativer Parameter auf das postoperative Ergebnis des Innsbrucker-Satztests

An dieser Stelle werden die postoperativ erzielten Ergebnisse des Innsbrucker-Satztests¹³ (nach 1, 3, 6 und 12 Monaten) ebenso mit präoperativen Parametern korreliert wie die Ergebnisse des Freiburger-Einsilbertests (siehe Kapitel 3.3.2). Somit kann festgestellt werden, ob sich die im Freiburger-Einsilber herausgestellten Tendenzen auch im Innsbrucker-Satztest bestätigen. Die Mittelwerte und Standardabweichungen der hier vorliegenden 49 Patientendaten, die für alle Parameter Ergebnisse geliefert haben, sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Tabelle 21: Prä- und postoperative Mittelwerte ausgewählter Parameter (N = 49)

Parameter	Mittelwert	Standardabweichung	N
Alter bei Hörstörung	28,6	23,0	49
Ertaubungsalter	42,6	21,4	49
Alter bei Operation	52,4	14,9	49
Dauer: Hörstörungsbeginn - Operation	23,8	18,5	49
Dauer: Ertaubung - Operation	9,9	17,3	49
IBKS 1 Monat CI (%)	61,2	36,2	49
IBKS 3 Monate CI (%)	75,1	30,2	49
IBKS 6 Monate CI (%)	78,7	28,6	49
IBKS 12 Monate CI (%)	81,8	27,8	49

¹³ IBKS: Abkürzung für Innsbrucker-Satztest

Tabelle 22: Korrelationstabelle: präoperative Daten und postoperative Ergebnisse des Innsbrucker-Satztests (N = 49)

Parameter		Verstehen nach 1 Monat	Verstehen nach 3 Monaten	Verstehen nach 6 Monaten	Verstehen nach 12 Monaten
Alter bei Hörstörungsbeginn	Korrelation nach Pearson	,290(*)	,335(**)	,371(**)	,225
	Signifikanz (1-seitig)	,022	,009	,004	,060
Ertaubungsalter	Korrelation nach Pearson	,165	,255(*)	,271(*)	,210
	Signifikanz (1-seitig)	,129	,038	,030	,074
Operationsalter	Korrelation nach Pearson	,050	,065	,070	-,094
	Signifikanz (1-seitig)	,367	,329	,317	,261
Dauer: Hörstörung bis Operation	Korrelation nach Pearson	-,320(*)	-,365(**)	-,406(**)	-,355(**)
	Signifikanz (1-seitig)	,012	,005	,002	,006
Dauer: ertaubt bis Operation	Korrelation nach Pearson	-,161	-,259(*)	-,275(*)	-,340(**)
	Signifikanz (1-seitig)	,135	,036	,028	,008

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (1-seitig) signifikant.

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (1-seitig) signifikant.

a Listenweise N = 49

Die exakten Werte für r und p kann der Leser der Tabelle entnehmen; es werden im folgenden Abschnitt die erkennbaren Auswirkungen und Tendenzen dargestellt:

Eine positive Korrelation in bezug auf die postoperativen Ergebnisse haben innerhalb des Kollektivs: das Alter bei Auftreten der Hörstörung und das Ertaubungsalter. Das Operationsalter weist in Korrelation mit den postoperativen Ergebnissen nur einen sehr kleinen Pearson'schen Koeffizienten auf, wobei hier zunächst positive Korrelationswerte und nach 12 Monaten auch ein negativer Wert auftreten. Das Operationsalter scheint nur einen geringen, jedoch nicht signifikanten Einfluss auf die postoperativen Ergebnisse gehabt zu haben (r liegt nahe 0). Es muss weiterhin auch der Zusammenhang gesehen werden, dass ein spätes Auftreten einer Hörstörung zur Folge hat, dass das eventuelle Ertaubungsalter und das Operationsalter höher liegen.

Es kann die Aussage für diese Gruppe des Patientenkollektivs getroffen werden, dass das Auftreten einer Hörstörung und einer Ertaubung im höheren Alter im Verhältnis bessere postoperative Satztest-Resultate nach sich gezogen hat als ein Auftreten in jüngeren Lebensjahren. Jedoch sind alle Werte der Korrelationskoeffizienten nicht sehr hoch ($r < 0,5$), und auch die statistische Signifikanz ist nicht immer gegeben (siehe Tabelle).

Negativ korrelieren die postoperativen Ergebnisse mit der Zeitdauer zwischen Hörstörungsbeginn und Operation, sowie zwischen Ertaubungszeitpunkt und Operation. Eine frühe und

rechtzeitige Operation scheint sich also innerhalb des Kollektivs günstig auf das postoperative Satzverstehen ausgewirkt zu haben. Wobei die Dauer von Hörstörungsbeginn bis zur Operation in bezug auf die postoperativen Ergebnisse insgesamt höhere Werte für den Korrelationskoeffizienten r aufweist, als die Ertaubungsdauer.

Es sind jedoch nicht alle Korrelationen signifikant (genauen Werte für r siehe Tabelle).

Im Vergleich der durchgeführten Korrelationen des Innsbrucker-Satztest und des Freiburger-Einsilbertests mit präoperativen Ergebnissen zeigen sich ähnliche Tendenzen:

Eine frühe und rechtzeitige Operation (kurze Hörstörungsdauer und Ertaubungsdauer) führten jeweils zu besseren postoperativen Sprachtestergebnissen.

Das Auftreten der Hörstörung und der Ertaubung in einem höheren Alter korreliert positiv mit den postoperativen Sprachtestergebnissen.

Zu beachten sind folgende Tatsachen, die eine Allgemeingültigkeit einschränken können:

- Nicht alle Korrelationen sind auch statistisch signifikant (siehe Tabelle).
- Die Gruppe von Patienten, bei der die Korrelation der Ergebnisse des Freiburger-Einsilbertests mit präoperativen Parametern durchgeführt wurde, setzt sich aus anderen Personen zusammen als die Gruppe der Patienten bei den Korrelationen der Innsbrucker-Satztest-Ergebnisse.

3.3.4 Ergebnisse des HSM-Satztests im postoperativen Zeitverlauf

In diesem Abschnitt sollen die Ergebnisse des HSM- Satztests im postoperativen Zeitverlauf aufgezeigt werden. Die Testsätze wurden mit 70 dB Wiedergabepegel den Patienten dargeboten.

Im Gegensatz zu den vorher gehenden Darstellungen postoperativer Sprachtestergebnisse, werden hier im Besonderen die Ergebnisse erst ab dem 12. Monat nach Operation untersucht. Innerhalb des ersten Jahres wurde nur eine kleine Gruppe Patienten mit großem, postoperativen Erfolg im Sprachverstehen getestet. Durch diese Selektion würde nicht der Erfolgsverlauf des Kollektivs widerspiegelt werden.

Der Test wurde 12, 24, 36, 48, 60 und 72 Monate nach der Operation durchgeführt. Es konnte nicht jeder Patient zu allen Terminen geprüft werden, weshalb zunächst nur die 24-, 36- und 48-Monate-Tests betrachtet werden . Es sind jeweils nur die Daten der Patienten ausgewertet worden, die für diese Testzeitpunkte Ergebnisse geliefert haben (kursiv und fettgedruckt sind die innerhalb der Diagramme benutzten Abkürzungen für den jeweiligen Test):

- HSM-Test ohne Störgeräusch: Abgekürzt: ***OSG***
- HSM-Test mit Störgeräusch:
 - Störgeräuschpegel 15 dB schwächer als Pegel der Testsätze:
Abgekürzt als ***S 15***
 - Störgeräuschpegel 10 dB schwächer als Pegel der Testsätze:
Abgekürzt als ***S 10***
 - Störgeräuschpegel 5 dB schwächer als Pegel der Testsätze:
Abgekürzt als ***S 5***
 - Störgeräuschpegel 0 dB schwächer als Pegel der Testsätze:
Abgekürzt als ***S 0***

Zunächst sind nur die Ergebnissen der nach 12, 24 und 36 Monaten durchgeführten HSM-Tests dargestellt, wobei 23 Patienten die nötigen Daten lieferten.

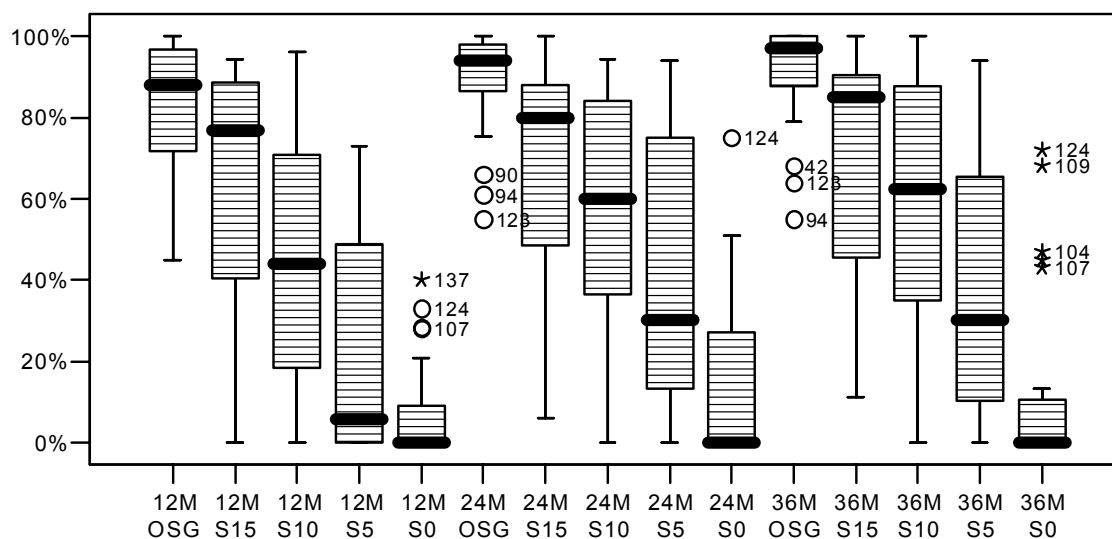


Abbildung 12: HSM-Satztestergebnisse im zunehmenden Störgeräusch nach 12, 24, 36 Monaten (Abk.: M) postoperativ; Ergebnisse von 23 Patienten des Kollektivs ($N = 23$)

Wie dem Diagramm entnommen werden kann, sinkt das Satzverstehen bei ansteigendem Störgeräusch ab. War der Störgeräuschpegel gleich dem Lautstärkepegel der Testsätze zeigten sich so genannte Ausreißer, deren Werte über dem 75. Perzentil liegen. Diese Patienten wiesen also ein erheblich besseres Verstehen trotz des Störgeräusches auf, als ein Großteil der übrigen Patienten.

Nach 24 und 36 Monaten finden sich im Test ohne Störgeräusch bei diesen 23 Patienten Ausreißer, die in ihrem Satzverstehen deutlich schlechter abschnitten.

Ob sich die Werte bei steigendem Störgeräuschpegel innerhalb eines Testabschnitts auch signifikant voneinander unterscheiden, wurde mit einem Mittelwertvergleich für gepaarte Stichproben errechnet, wobei immer die Ergebnisse von 2 Tests (unterschiedlicher Störgeräuschpegel) zu einem bestimmten Zeitpunkt verglichen wurden.

Für den Mittelwertvergleich bei gepaarte Stichproben ist festzustellen: Die Mittelwerte zu einem bestimmten postoperativen Zeitpunkt bei Veränderung der Testbedingung (zunehmender Störgeräuschpegel) unterscheiden sich signifikant ($p < 0,05$) voneinander. Bei geringerem Störpegel war das Satzverständnis signifikant besser. Es ist weiterhin eine positive, statistisch signifikante Korrelation zwischen den zu vergleichenden Testergebnissen nachzuweisen: Ein besseres Testergebnis bei geringem Störschallpegel hat auch bei einem höheren Störschallpegel ein besseres Satzverstehen zur Folge.

Zur Untersuchung der zeitlichen Entwicklung des HSM-Satzverstehens im Störgeräusch wurden die Mittelwerte der Ergebnisse nach 12 und 36 Monaten, jeweils unter gleicher Testbedingung (= gleicher Störgeräuschpegel), gegenübergestellt.

Tabelle 23: Vergleich der Ergebnisse des HSM-Satztest nach 12 und 36 Monaten postoperativ; Gruppe von 25 Patienten des Kollektivs

zu vergleichende Ergebnisse verschiedener Testzeitpunkte (gleicher Störschallpegel)		T	df	Signifikanz (2-seitig)
Paaren 1	OSG 12 Monate OSG 36 Monate	-3,493	25	,002
Paaren 2	S15 12 Monate S15 36 Monate	-,895	25	,380
Paaren 3	S10 12 Monate S10 36 Monate	-2,145	25	,042
Paaren 4	S5 12 Monate S5 36 Monate	-2,642	25	,014
Paaren 5	S0 12 Monate S0 36 Monate	-1,229	25	,230

Der Mittelwertvergleich für gepaarte Stichproben ergibt eine allmähliche Verbesserung des Satzverstehens im Zeitverlauf:

Die Ergebnisse im HSM-Satztest nach 36 Monaten waren insgesamt besser als die nach 12 Monaten, wobei diese Veränderung jedoch nur unter folgenden Testbedingungen auch statistisch signifikant ($p < 0,05$) war: „OSG = ohne Störgeräusch“, sowie bei den Störgeräuschpegeln, die 10 dB und 5 dB leiser als die Testsätze waren.

Dagegen unterschieden sich die bei einem 15 dB und 0 dB leiserem Störgeräuschpegel erreichten Ergebnisse nach 36 Monaten nicht signifikant von den Ergebnissen nach 12 Monaten. Trotz Übung und Gewöhnung an das Implantat war es den Patienten unter diesen Testbedingungen nicht möglich sich innerhalb dieses Zeitraums signifikant zu verbessern.

Im weiteren Verlauf zwischen dem 48. und 72. Monat sind nur noch wenige Patienten geprüft worden. Nur 2 Patienten lieferten alle Werte zu diesen 3 Testzeitpunkten. Es wurden deshalb sämtliche vorhandenen Ergebnisse zugelassen:

- zum Test nach 48 Monaten sind die Ergebnisse von 25 Patienten dargestellt,
- zum Test nach 60 Monaten sind die Ergebnisse von 9 Patienten dargestellt,
- zum Test nach 72 Monaten sind die Ergebnisse von 5 Patienten dargestellt.

Auf Grund der unterschiedlichen Zusammensetzung der dargestellten Gruppen kann nur die ungefähre Tendenz des postoperativen Verlauf der HSM- Satztest-Ergebnisse nach 48, 60 und 72 Monaten abgelesen werden; es werden keinen statistischen Vergleiche und Prüfungen vorgenommen, da deren Aussage als fraglich einzustufen wäre.

Lässt man die unterschiedliche Zusammensetzung der Gruppen außer Acht, kann auch im weiteren Verlauf bis zum 72 Monat eine gewisse Verbesserung der Ergebnisse sogar beim Verstehen im Störgeräusch beobachtet werden.

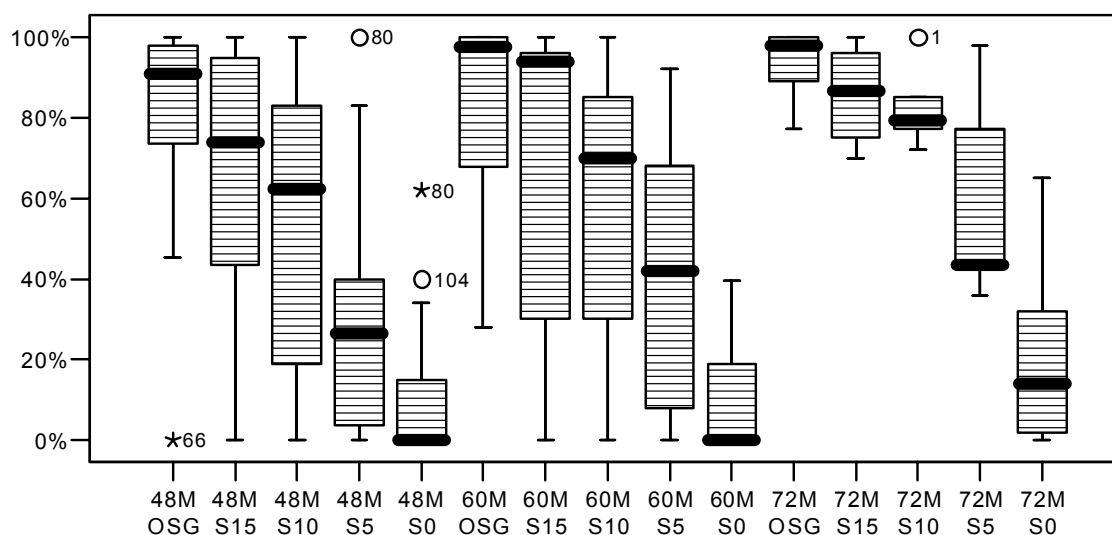


Abbildung 13: HSM-Satztestergebnisse im zunehmenden Störschall nach 48, 60, 72 Monaten (abgekürzt: M) postoperativ. Anzahl der vorliegenden Datensätze: 48 Monate (25 Patienten); 60 Monate (9 Patienten); 72 Monate (5 Patienten)

Auswirkung der verschiedenen Implantate auf das Verstehen im Störgeräusch

Zur Untersuchung der möglichen Auswirkung verwendeter Implantatsysteme auf das postoperative Satzverstehen im Störschall, wurden die HSM-Testergebnisse nach 12 Monaten unterteilt nach den verwendeten Implantaten der Herstellerfirmen Cochlear und Med-el dargestellt. Implantate der Firma ABC wurden wegen der geringen Implantationszahl innerhalb des Kollektivs nicht berücksichtigt.

Während ohne Störgeräusch nach 12 Monaten mit beiden Implantatsystemen im Mittel etwas über 70,0 % verstanden wurde (Cochlear: 70,5%, Standardabweichung: 35,4; Med-el: 73,5%,

Standardabweichung: 32,5) unterschieden sich die Werte stark bei zunehmendem Störgeräusch:

Patienten mit Med-el Implantaten erreichten deutlich schlechtere Ergebnisse im Störgeräusch als Patienten mit Cochlear Implantaten. Hier ein Beispiel: Bei gleichem Pegel von Störgeräusch und Testsätzen (S 0) schnitten Med-el Implantate (6,7%, Standardabweichung 12,0) schlechter ab als Cochlear Implantate (Mittelwert:45,4%, Standardabweichung:36,9).

Nach durchgeführten t-Test für unabhängige Stichproben ergibt sich im Vergleich der beiden Implantatsysteme auch eine statistische Signifikanz der Unterschiede zwischen den Ergebnissen im Störschall. Ohne Störgeräusch dagegen differieren die Werte nicht signifikant. Als mögliche Ursache für diesen Unterschied ist das im Sprachprozessor der Firma Cochlear verwendete Richtmikrofon anzusehen. Besonders in der verwendeten Lautsprecheranordnung (Sprachschall von vorn, Störschall von hinten) kann durch die Richtmikrofontechnik das Sprachverstehen im Störgeräusch deutlich verbessert werden, während die im Med-el Sprachprozessor eingesetzte omnidirektionale Richtcharakteristik in dieser Lautsprecheranordnung benachteiligt ist.

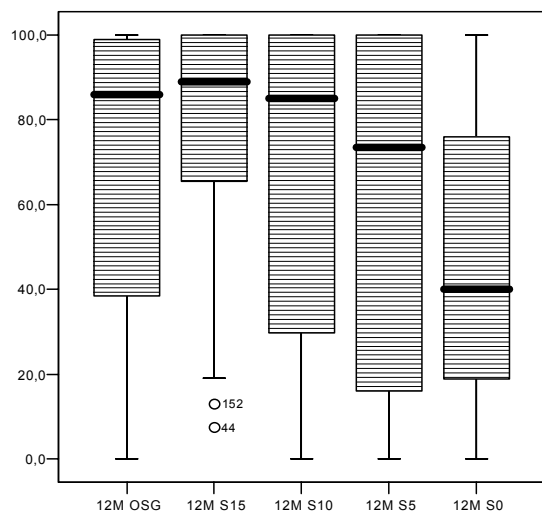


Abbildung 14: HSM-Satztestergebnisse der mit Implantaten der Firma Cochlear versorgten Patienten nach 12 Monaten

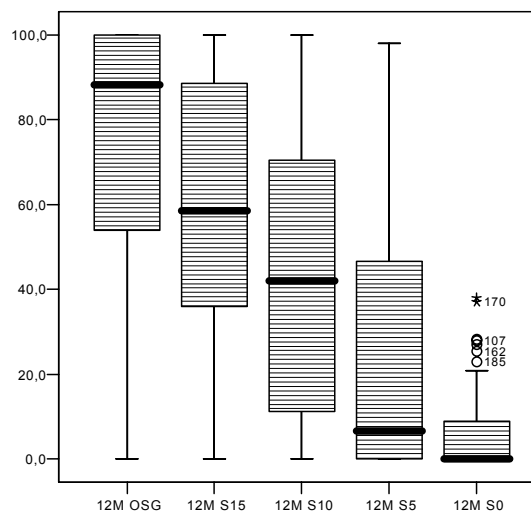


Abbildung 15: HSM-Satztestergebnisse der mit Implantaten der Firma Med-el versorgten Patienten im HSM-Satztest nach 12 Monaten

Tabelle 24: Ergebnisse des HSM-Tests nach 12 Monaten, unterteilt nach den Herstellerfirmen der Implantate

Implantat-hersteller	COCHLEAR			MED-EL		
	Vorliegende Datensätze	Mittelwert-ergebnis	Standardab-weichung	Vorliegende Datensätze	Mittelwert-ergebnis	Standardab-weichung
HSM OSG	20	70,5	35,4	42	73,5	32,5
HSM S15	15	73,5	33,7	41	58,5	34,0
HSM S10	15	65,2	41,6	40	42,8	33,6
HSM S5	14	60,3	40,1	40	23,8	29,1
HSM S0	13	45,4	36,9	39	6,7	12,0

Auffallend erscheint bei den Implantaten der Firma Cochlear, dass das Verstehen ohne Störgeräusch (70,5%) niedriger war als bei einem Störgeräuschpegel, der 15 dB unter dem Testsatzpegel lag (73,5%). Jedoch muss hier die unterschiedliche Anzahl der Testpersonen beachtet werden (OSG: 20 Testpersonen; S15: 15 Testpersonen): Die Patienten, die bereits ohne Störgeräusch ein schlechtes Satzverstehen aufgewiesen haben, wurden unter Störgeräusch gar nicht getestet; es fand also eine gewisse Selektion statt.

3.3.5 Betrachtung verschiedener Parameter bezüglich der „non users“

Als sogenannte „non users“ oder „Nicht-Nutzer“ werden hier Patienten bezeichnet, die trotz erfolgreich verlaufener Operation und Implantatinserion die neue Hörhilfe nicht verwenden. Ursachen für diese Ablehnung sind nicht bekannt, da keine Begründungen der Patienten vorlagen.

In diesem Abschnitt werden deshalb präoperative und operative Parameter der „non-users“ mit entsprechenden Parametern der „Nutzer“ verglichen, um Unterschiede und mögliche Zusammenhänge aufzudecken.

Betrachtung allgemeiner Parameter

Insgesamt benutzen 6 der 95 Patienten ihr Cochlea-Implantat nicht (6,3%). In der folgenden Tabelle werden ausgewählte Daten von „users“ und „non users“ gegenübergestellt:

Tabelle 25: Zusammenfassung vorliegender präoperativer Datenmittelwerte –ein Vergleich zwischen „non users“ und „users“

Name des Parameters	<i>non users</i>		<i>users</i>	
	Mittelwert	Anzahl der vorliegenden Datensätze	Mittelwert	Anzahl der vorliegenden Datensätze
Alter bei Beginn der Hörstörung (Jahre)	14,1	5	27,0	86
Alter der Ertaubung (Jahre)	14,1	5	40,4	81
Alter bei Operation (Jahre)	31,6	6	49,7	89

Für dieses Patientenkollektiv wird deutlich, dass die „non users“ im Mittel in früheren Lebensjahren an einer Hörstörung erkrankt sind; diese Hörstörung hat in den beschriebenen Fällen zur sofortigen Ertaubung geführt. Der Zeitraum zwischen Ertaubung und Operation war im Mittel länger als bei der Kontrollgruppe.

Der Grund der Hörstörungen der „non users“ sind: Meningitis (2), kongenitale Ursache (2), Schädel-Hirn-Trauma (1), andere Ursache (1).

Keiner der 6 „Nicht-Nutzer“ hat präoperativ einen Tinnitus angegeben.

Promontorialtest

Tabelle 26: Mittelwerte der Ergebnisse des präoperativen Promontorialtests – im Vergleich der postoperativen „non users“ und „users“

Name des Parameters	<i>non users</i>		<i>users</i>	
	Mittelwert	Anzahl der vorliegenden Datensätze	Mittelwert	Anzahl der vorliegenden Datensätze
T- Level (μA)	2,7	3	22,0	69
C- Level (μA)	5,5	2	28,9	61
U- Level (μA)	8,0	3	45,3	68
Dynamikbereich (μA)	5,3	3	23,3	68
Gap detection (ms)	45,0	2	47,4	63

Trotz der bei den „non-users“ geringen Anzahl vorliegender Datensätze und der dadurch eingeschränkten Aussagekraft, lässt sich beim Mittelwertvergleich folgende Tendenz feststellen: die mittleren Werte (in μA) der jeweiligen Level und des entsprechenden Dynamikbereichs liegen deutlich niedriger als die der Vergleichsgruppe.

Die durchschnittlichen Ergebnisse der „gap detection“ sind annähernd gleich

Die folgende Kreuztabelle zeigt auf, wie die Verteilung der Hörermüdung innerhalb beider Gruppen war. Die Aussagekraft ist wiederum als eingeschränkt zu beurteilen, da nur bei 3 der „non-users“ ein Ergebnis vorlag. Von diesen 3 Patienten konnte bei einer Person (33,3% der Messungen der „non users“) eine Ermüdung festgestellt werden.

Dagegen konnte bei nur 3 Patienten (5,0%) der insgesamt 60 vorliegenden Datensätze der „Nutzer“ eine Hörermüdung nachgewiesen werden. Ein Zusammenhang wäre also denkbar und sollte mit einer größeren Patientengruppe nachgeprüft werden, um ein Zufallsergebnis auszuschließen.

Tabelle 27: Auftreten einer Hörermüdung während des präoperativen Promontorialtests – ein Vergleich zwischen „non users“ und „user“

		"non user"		Gesamt
		nein	ja	
Hörermüdung	Nein	57	2	59
	Ja	3	1	4
Gesamt		60	3	63

Bei 4 Patienten der „non users“ war in der Akte eine Bemerkung über die Eignung des Ohres für eine Implantation eingetragen: Ein Patient (25,0% der vorliegenden Ergebnisse) wurde auf Grund des Promontorialtests als nicht geeignet beurteilt. In der Gruppe der „users“ dagegen wurden nur bei 4 der vorliegenden 81 Beurteilungen die Eignung verneint (4,9% der vorliegenden Ergebnisse). Auch hier sollte der mögliche Zusammenhang an einer größeren Gruppe überprüft werden.

Tabelle 28: Beurteilung der Eignung eines Patienten zur Implantation nach Durchführung des Promontorialtests bei „non-users“ und „users“

		"non users"		Gesamt
		nein	ja	
Eignung des Ohrs	nein	4	1	5
	ja	77	3	80
Gesamt		81	4	85

Operative Komplikationen

In der Gruppe der 6 „non-users“ traten während 3 Operationen Komplikationen auf (50,0%). Zu den Komplikationen: bei einem Patienten ist die Art der Komplikation nicht angegeben, bei den anderen 2 Personen lag jeweils eine Ossifikation vor (bei einem dieser beiden Patienten konnte die Elektrode auch nicht ganz eingeführt werden).

In der Gruppe aller „Nutzer“ sind innerhalb des Kollektivs Operationskomplikationen deutlich seltener aufgetreten: von den 89 hierzu vorliegenden Datensätzen, sind nur in 10 Fällen Zwischenfälle und Schwierigkeiten aufgetreten (11,2%).

Stapediusreflextest und Telemetrie:

Innerhalb der Gruppe der 6 „non users“ liegen zu beiden Messungen jeweils nur 3 Ergebnisse vor: Sowohl der Stapediusreflextest als auch die Telemetrie war in allen 3 Fällen in Ordnung (100,0% der vorliegenden Ergebnisse).

Zu den Patienten, die ihr Implantat benutzen, liegen 59 Ergebnisse des Stapediusreflextests vor. Davon war in 9 Fällen (15,3%) der Reflex nicht auslösbar.

Bei 3 von 57 Patienten (5,3%), traten während der telemetrischen Messung Fehler auf.

Da nur in die Hälfte der Fälle der „non users“ Ergebnisse in Bezug des Stapediusreflexes und der telemetrischen Messung vorlagen, ist eine Aussage über den Einfluss dieser Faktoren nur bedingt möglich: Es scheint innerhalb des Kollektivs so zu sein, dass der Stapediusreflex und die telemetrische Messung keinen Einfluss darauf haben, ob der Patient postoperativ das Cochlea-Implantat benutzen würde oder nicht.

3.4 Ergebnisse der Fragebögen zur subjektiven Beurteilung des Nutzens von Hörgeräten und Cochlea-Implantaten

Wie auch im Kapitel Methoden beschrieben wurden an die Patienten ein Fragebogen (mit 20 Fragen) ausgegeben, in dem sie die Alltagstauglichkeit ihrer Hörhilfe beurteilen konnten. Es wurde zum einen retrospektiv der Nutzen der präoperativen Hörgerätversorgung befragt, zum anderen wurde der Nutzen der bereits bestehenden Cochlea-Implantatversorgung befragt.

Zu jeder Frage konnte der Patient eine Zahl zwischen 0 und 10 ankreuzen; wobei 0 die positivste und 10 die negativste Bewertung bedeutet.

Insgesamt liegen 21 Fragebögen zur Beurteilung des Hörgeräte-Nutzens und 64 zur Beurteilung des Nutzen von Cochlea-Implantaten zur Auswertung vor.

Im folgenden Abschnitt sind die 20 Fragen aufgeführt, die sich einmal auf das Hörgerät (linkes Diagramm), das andere Mal auf das Cochlea-Implantat bezieht (rechtes Diagramm). Die Verteilung der gegebenen Antworten wird dem Leser bei Betrachten der Diagramme anschaulich gemacht. Mittelwerte und Standardabweichungen sind der Beschriftung unterhalb des entsprechenden Diagramms zu entnehmen.

Es zeigt sich bei der Auswertung der gegebenen Antworten deutlich, dass das Cochlea-Implantat in allen 20 Fragen besser beurteilt wurde als das Hörgerät. Patienten mit Implantat beurteilten ihre Gesamtsituation insgesamt besser als Patienten, die ein Hörgerät verwendeten.

**1. Frage: Sie unterhalten sich zu Hause mit einer Person.
Wie stark fühlen Sie sich dabei im Verständnis eingeschränkt?**

0 = nicht eingeschränkt 10 = maximal eingeschränkt

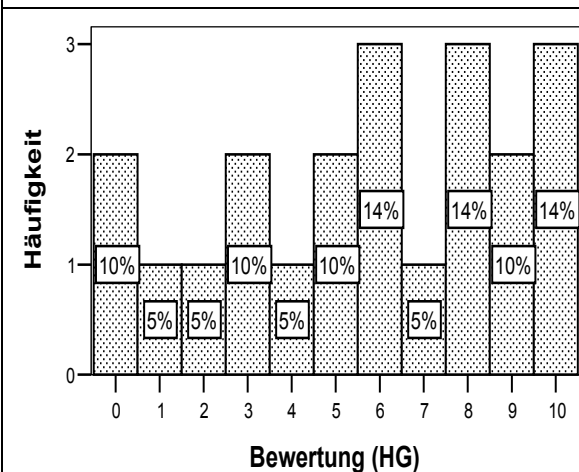


Abbildung 16: Beurteilung des Hörgeräts: sehr gestreut. Mittelwert: 5,7; Standardabweichung: 3,3

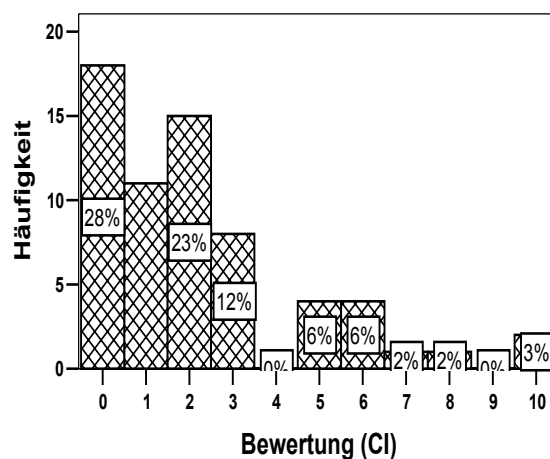


Abbildung 17: Bewertungen des Cochlea-Implantatversorgung: geringe Einschränkung im Verstehen bei der Unterhaltung mit einer Person. Mittelwert: 2,3; Standardabweichung: 2,4

**2. Frage: Sie unterhalten sich zu Hause mit mehreren Personen.
Wie stark fühlen Sie sich im Verstehen eingeschränkt?**

0 = nicht eingeschränkt 10 = maximal eingeschränkt

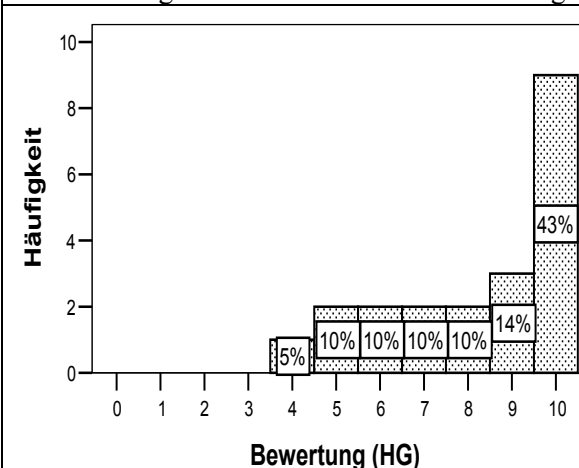


Abbildung 18: Bewertungen der Hörgerätversorgung: starke Einschränkung bei der Unterhaltung mit mehreren Personen. Mittelwert: 8,2; Standardabweichung: 2,0

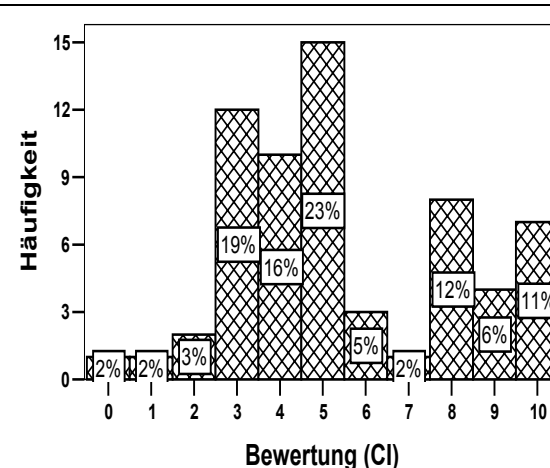


Abbildung 19: Bewertungen der Cochlea-Implantatversorgung: Mittelwert: 5,5; Standardabweichung: 2,6

**3. Frage: Sie hören in einer Versammlung (beispielsweise Kirche oder Theater) dem Sprecher von einem gutem Platz aus zu.
Wie stark fühlen Sie sich im Verstehen eingeschränkt?**

0 = nicht eingeschränkt 10 = maximal eingeschränkt

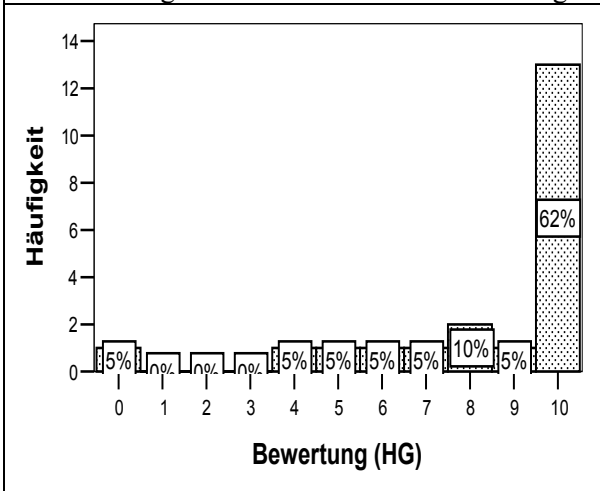


Abbildung 20: Bewertungen des Hörgeräts: starke bis maximale Einschränkung bei 61,9 %.
Mittelwert: 8,4; Standardabweichung: 2,7

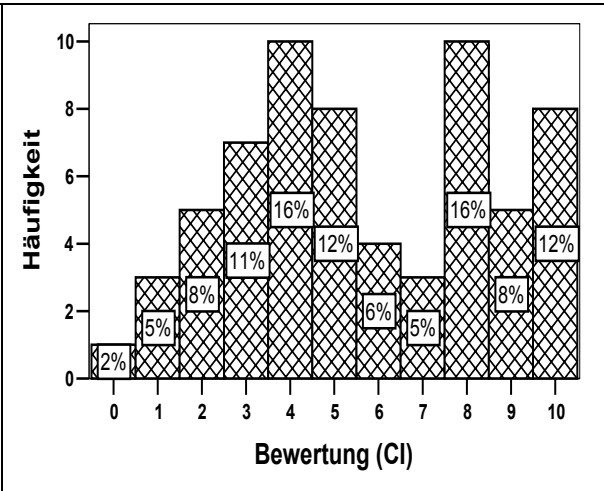


Abbildung 21: Bewertungen des Cochlea-Implantats: Peaks im Bereich mittlerer bis großer Einschränkung. Mittelwert: 5,7; Standardabweichung: 2,9

**4. Frage: Sie sehen bei normal eingestellter Lautstärke die Fernsehnachrichten.
Wie stark fühlen Sie sich dabei im Verstehen eingeschränkt?**

0 = nicht eingeschränkt 10 = maximal eingeschränkt

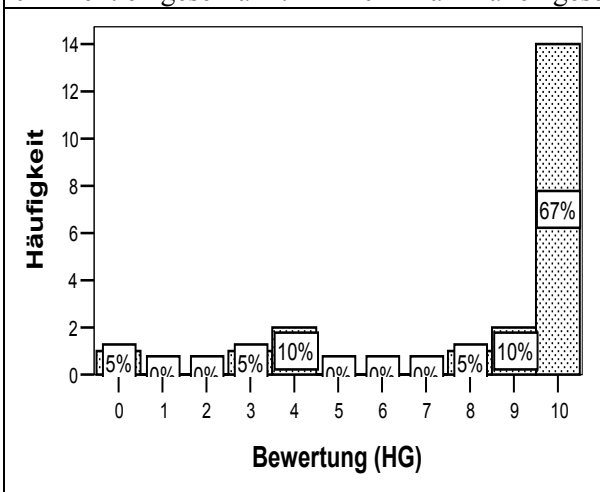


Abbildung 22: Bewertungen des Hörgeräts: 66,7% der Patienten fühlen sich maximal eingeschränkt. Mittelwert: 8,4; Standardabweichung: 3,0

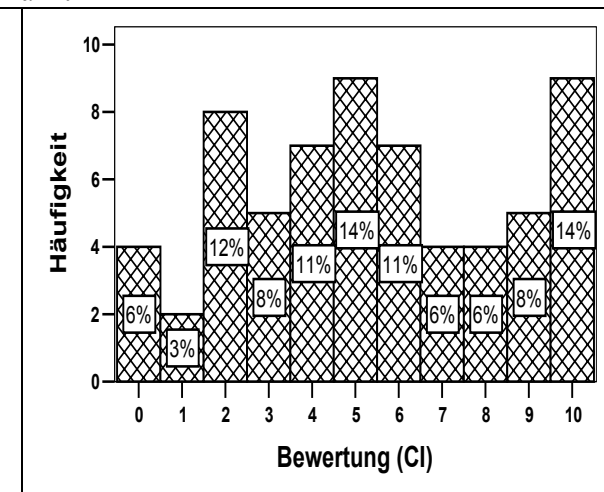


Abbildung 23: Bewertungen des Cochlea-Implantats: Streuung der Antworten. Mittelwert: 5,4; Standardabweichung: 3,1

**5. Frage: Sie hören bei normal eingestellter Lautstärke die Radionachrichten
Wie stark fühlen Sie sich im Verstehen eingeschränkt?**

0 = nicht eingeschränkt 10 = maximal eingeschränkt

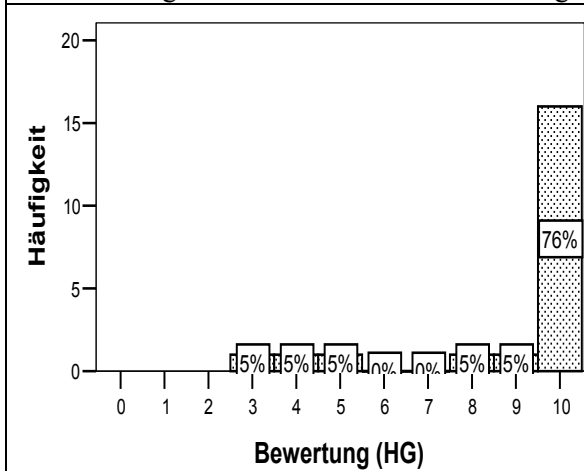


Abbildung 24: Bewertungen des Hörgeräts:
76,2% fühlen sich maximal eingeschränkt. Mittelwert: 9,0; Standardabweichung: 2,2

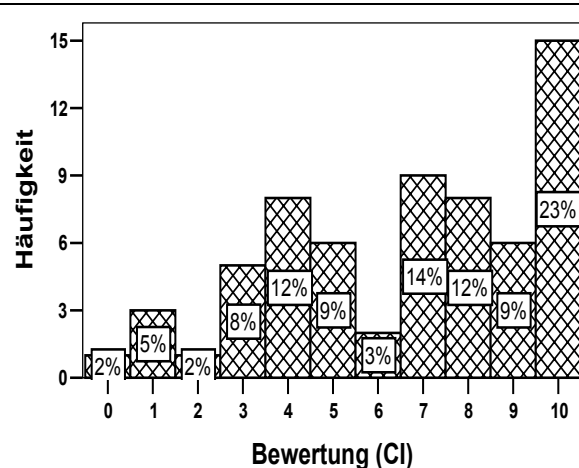


Abbildung 25: Bewertungen des Cochlea-Implantats: Peak im Bereich der maximalen Einschränkung (23,4%). Mittelwert: 6,6; Standardabweichung: 2,9

**6. Frage: Sie sind auf der Straße unterwegs und wollen die Richtung der Geräusche des Straßenverkehrs heraushören oder lokalisieren.
Wie stark fühlen Sie sich dabei eingeschränkt?**

0 = nicht eingeschränkt 10 = maximal eingeschränkt

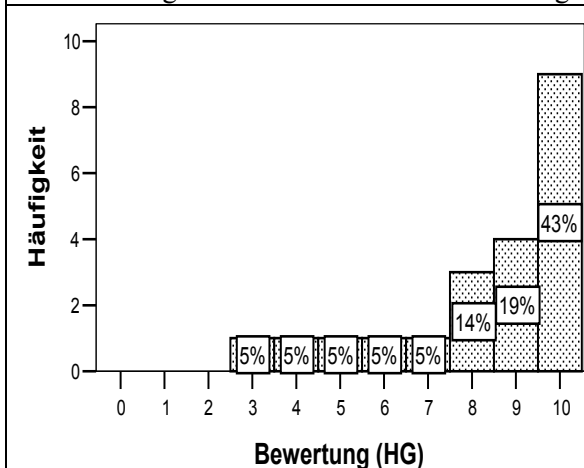


Abbildung 26: Beurteilung des Hörgeräts:
42,7% fühlen sich maximal eingeschränkt. Mittelwert: 8,3; Standardabweichung: 2,2

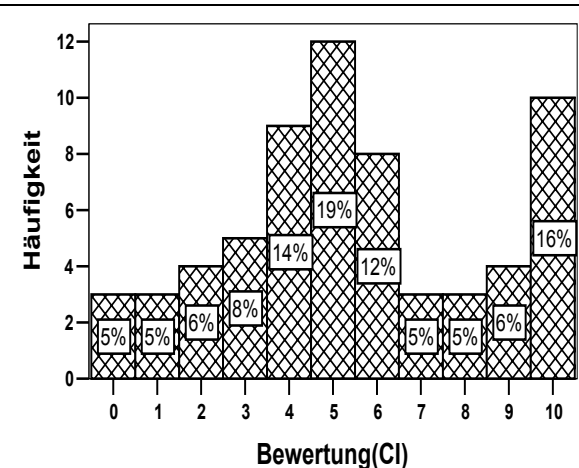


Abbildung 27: Beurteilung des Cochlea-Implantats: Peaks im Bereich einer mittleren und maximalen Einschränkung. Mittelwert: 5,5; Standardabweichung: 3,0

**7. Frage: Sie werden von jemandem unerwartet angesprochen.
Wenden Sie den Kopf in die Falsche Richtung?**

0 = nie 10 = immer

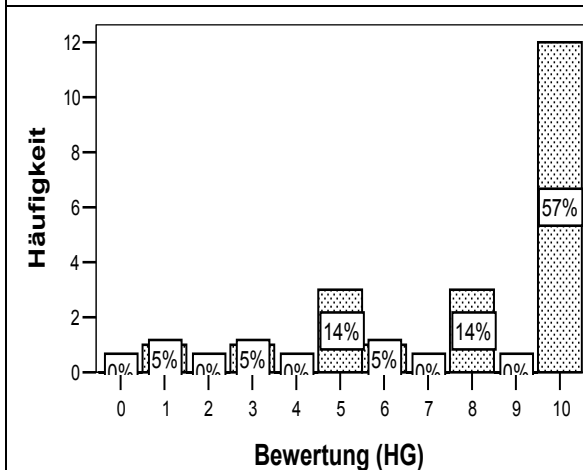


Abbildung 28: Beurteilung des Hörgeräts:
57,1% fühlen sich maximal eingeschränkt. Mittelwert: 8,1; Standardabweichung: 2,8

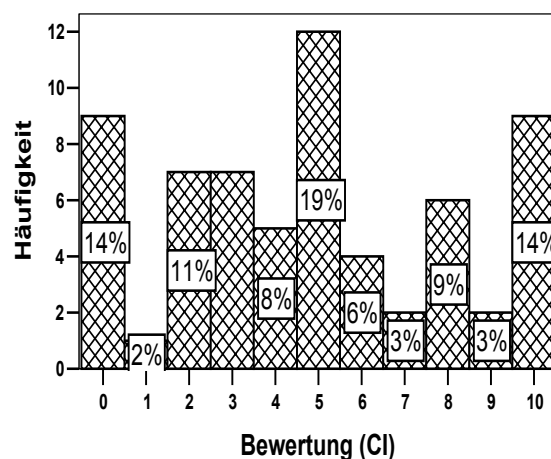


Abbildung 29: Beurteilung des Cochlea-Implantats: starke Streuung der Bewertungen zwischen 0 und 10. Mittelwert: 4,8; Standardabweichung: 3,2

**8. Frage: Sie hören im Straßenverkehr ein Auto nahen.
Sind Sie überrascht, weil es schon näher ist, als Sie vom Höreindruck dachten?**

0 = passiert mir nie 10 = passiert mir immer

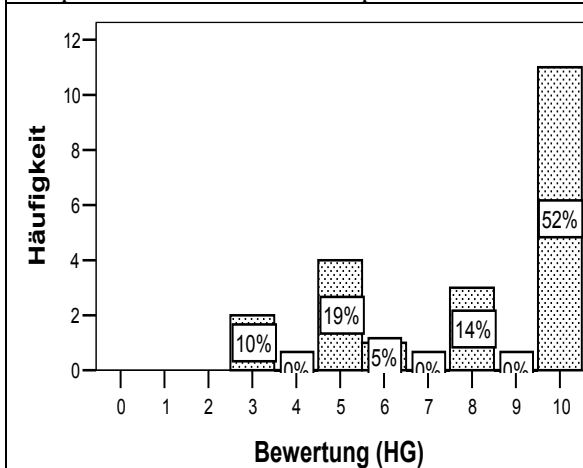


Abbildung 30: Bewertung der Hörgerätversorgung: 52,4% können akustisch Distanzen gar nicht einschätzen. Mittelwert: 7,9; Standardabweichung: 2,6

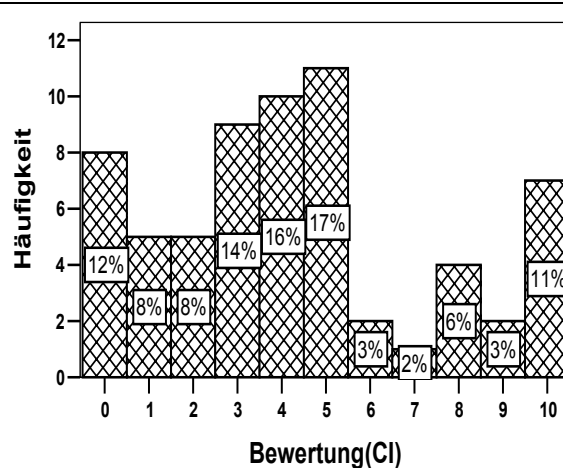


Abbildung 31: Bewertung der Cochlea-Implantatversorgung: Häufung im Bereich guter bis mittlerer Bewertungen. Mittelwert: 4,3; Standardabweichung: 3,1

**9. Frage: Hinter Ihnen wird eine Türe geöffnet.
Hören Sie das?**

0 = ja, immer 10 = kann ich nicht hören

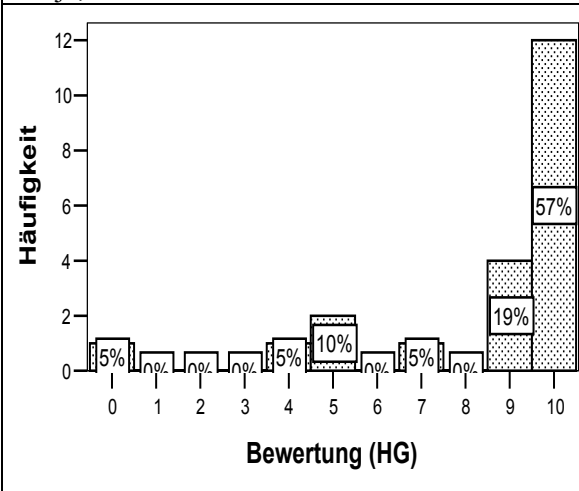


Abbildung 32: Bewertung der Hörgerätversorgung: 57,1% können das Öffnen einer Türe nicht hören; Mittelwert: 8,4; Standardabweichung: 2,7

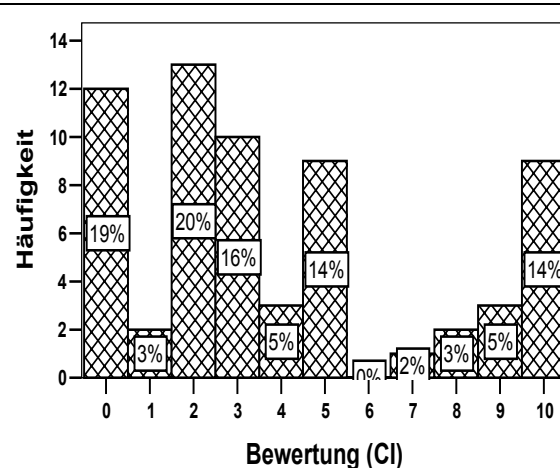


Abbildung 33: Bewertung der Cochlea-Implantatversorgung: gutes bis mittleres Vermögen, das Öffnen einer Türe zu hören. Mittelwert: 3,9; Standardabweichung: 3,4

**10. Frage: In einem Topf kocht Wasser.
Können Sie das nur mit dem Gehör erkennen.**

0 = ja, kann ich 10 = nein, kann ich nicht

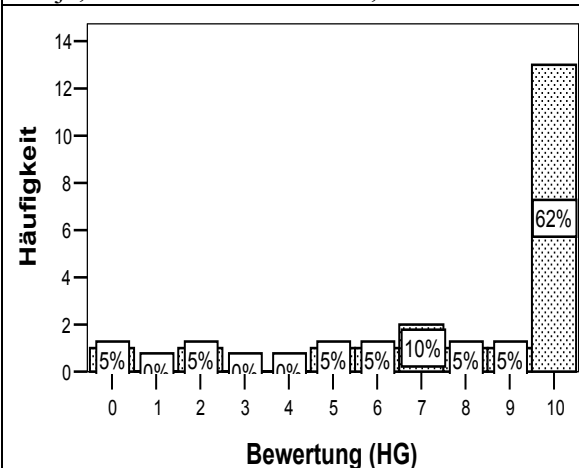


Abbildung 34: Bewertung des Hörgeräts: 61,9% können Geräusche von kochendem Wasser nicht vernehmen. Mittelwert: 8,3; Standardabweichung: 2,9

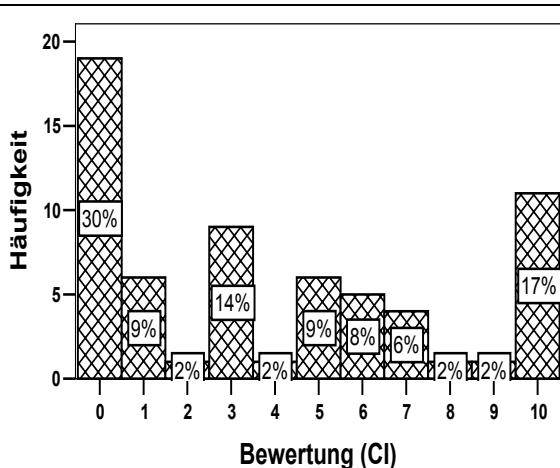


Abbildung 35: Bewertung des Cochlea-Implantats: starke Streuung (29,7% können es sehr gut, 17,2% gar nicht hören, wenn Wasser kocht). Mittelwert: 4,0; Standardabweichung: 3,7

11. Frage: Beeinträchtigt Ihre Hörstörung Ihre Kontakte zu anderen Menschen?

0 = nein, gar nicht 10 = ja, sehr stark

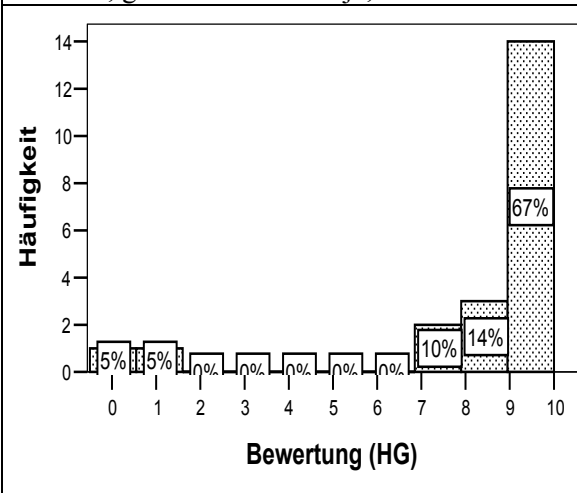


Abbildung 36: Bewertung des Hörgeräts: es liegt eine sehr starke Beeinträchtigung im Kontakt zu anderen Menschen vor (66,7%). Mittelwert: 8,5; Standardabweichung: 2,9

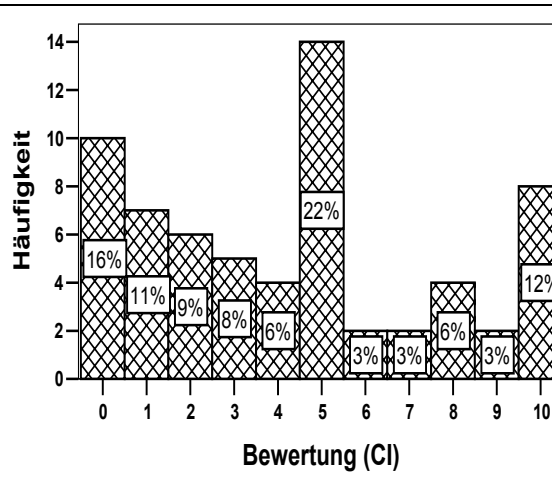


Abbildung 37: Bewertung des Cochlea-Implantats: starke Streuung der Antworten. Mittelwert: 4,3; Standardabweichung: 3,3

12. Frage: Meiden Sie die Zusammenkunft mit anderen Menschen, weil Sie der Unterhaltung nur schwer folgen können?

0 = nein, nie 10 = ja, immer

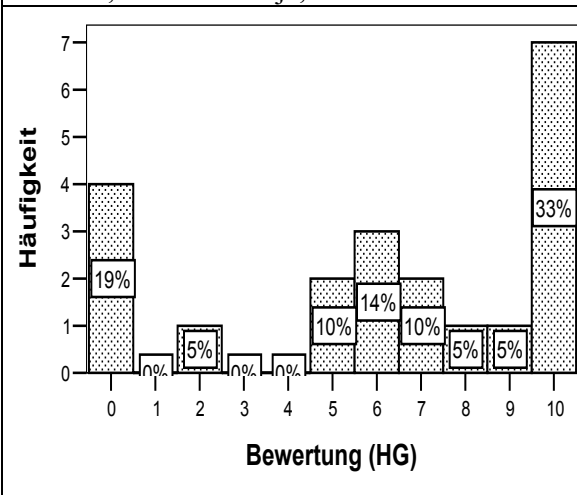


Abbildung 38: Bewertung des Hörgeräts: 33,3% meiden andere Menschen; Mittelwert: 6,2; Standardabweichung: 3,8

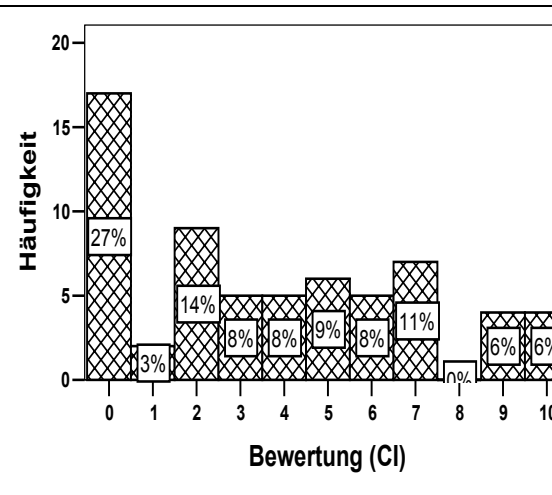


Abbildung 39: Beurteilung des Cochlea-Implantats: Peak im Bereich der Bewertung 0. Mittelwert: 3,8; Standardabweichung: 3,3

13. Frage: Haben Sie den Eindruck, dass manche Menschen Sie ignorieren, nur weil Sie schlecht hören?

0 = nein, keiner 10 = ja, alle

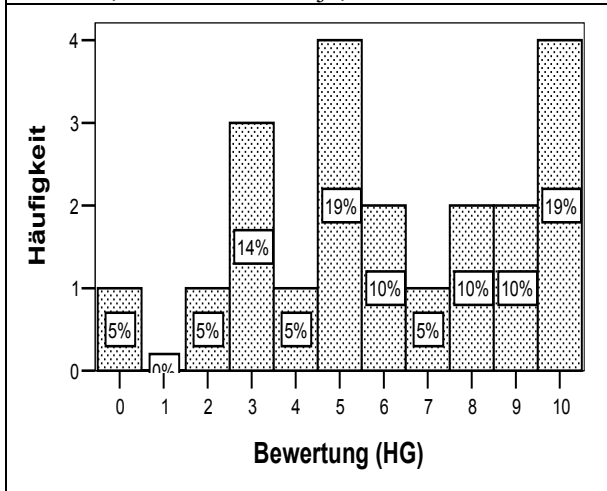


Abbildung 40: Bewertung des Hörgeräts: gestreute Antworten. Mittelwert: 6,1; Standardabweichung: 3,0

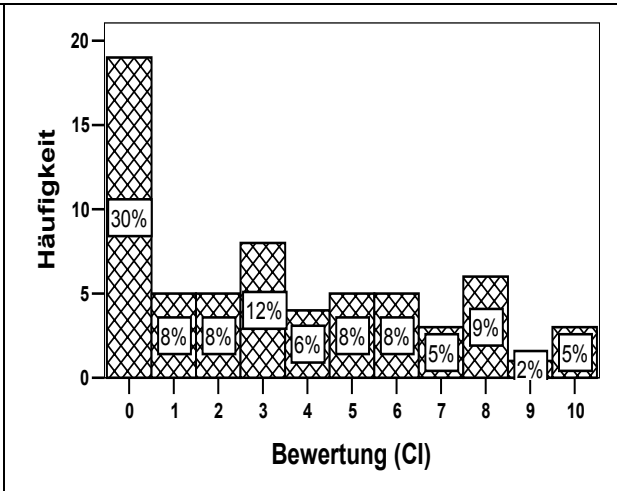


Abbildung 41: Bewertung des Cochlea-Implantats: 29,7% fühlen sich nicht auf Grund ihrer Hörstörung von anderen gemieden. Mittelwert: 3,4; Standardabweichung: 3,2

14. Frage: Haben Sie das Gefühl, dass andere Menschen es als schwierig empfinden, sich mit Ihnen zu unterhalten?

0 = nein, keiner 10 = ja, alle

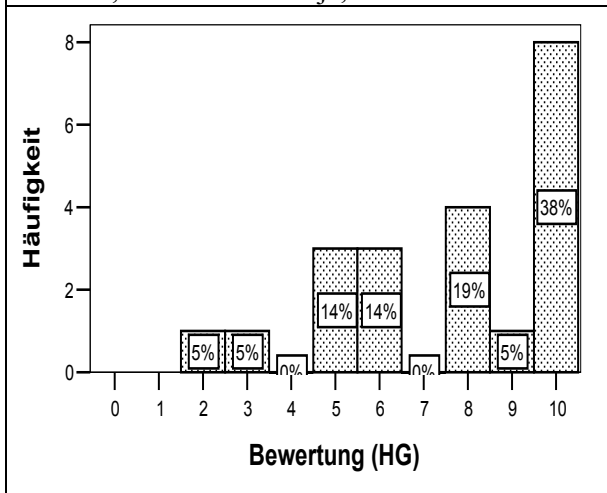


Abbildung 42: Bewertung des Hörgeräts: 38,1% haben das Gefühl, dass die Unterhaltung mit ihnen als schwierig empfunden wird. Mittelwert: 7,6; Standardabweichung: 2,5

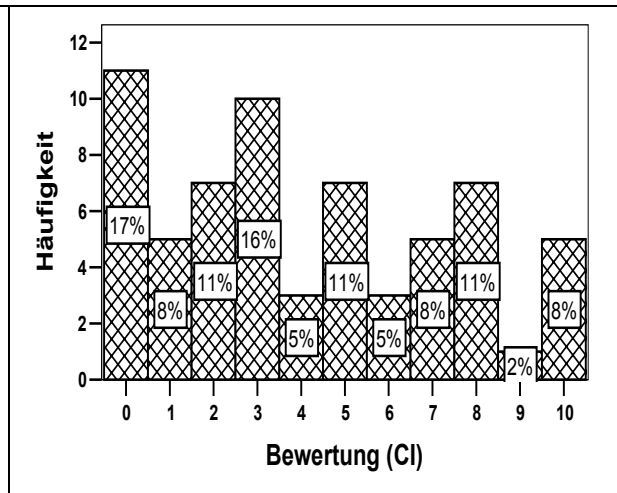


Abbildung 43: Bewertung des Cochlea-Implantats: gestreute Antworten. Mittelwert: 4,1; Standardabweichung: 3,2

15. Frage: Fühlen Sie sich wegen Ihrer Hörstörung von Dingen ausgeschlossen?

0 = nein, nie 10 = ja, immer

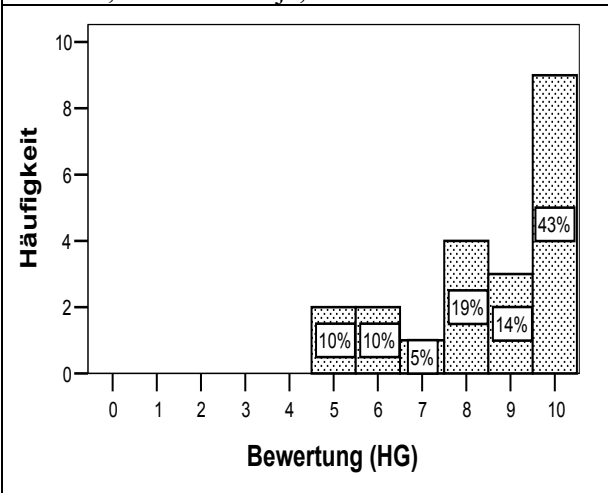


Abbildung 44: Bewertung des Hörgeräts: 42,9% fühlen sich stets wegen ihrer Hörproblem ausgeschlossen. Mittelwert: 8,5; Standardabweichung: 1,8

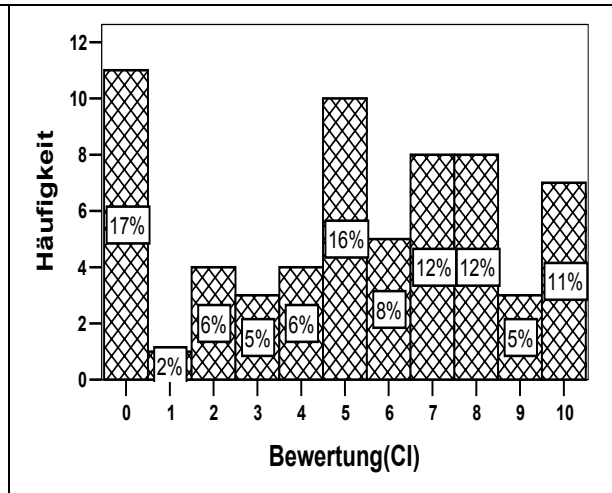


Abbildung 45: Bewertung des Cochlea-Implantats: Mittelwert: 5,2; Standardabweichung: 3,3

16. Frage: Zögern Sie wegen Ihrer Hörstörung, neue Menschen kennen zu lernen?

0 = nein, nie 10 = ja, immer

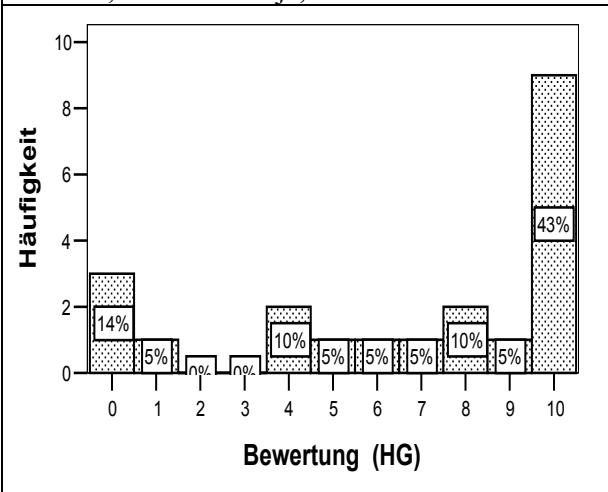


Abbildung 46: Bewertung des Hörgeräts: 42,9% zögern andere Menschen kennen zu lernen. Mittelwert: 6,8; Standardabweichung: 3,8

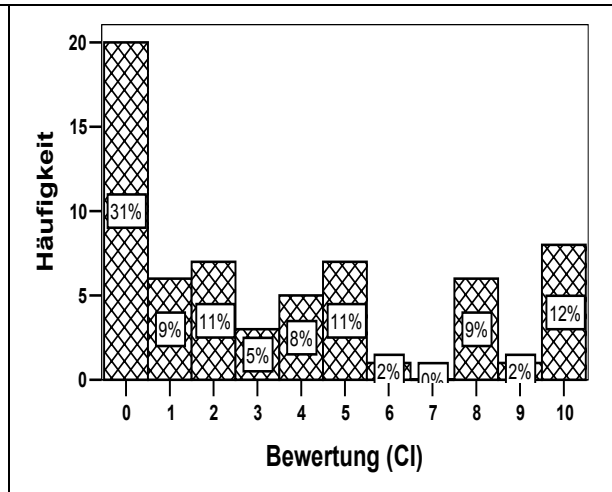


Abbildung 47: Bewertung des Cochlea-Implantats: 31,3 zögern nie andere Menschen kennen zu lernen. Mittelwert: 3,6; Standardabweichung: 3,6

17. Frage: Meiden Sie Gruppenunterhaltungen, weil Sie fürchten, unpassend zu antworten?

0 = nein, nie 10 = ja, immer

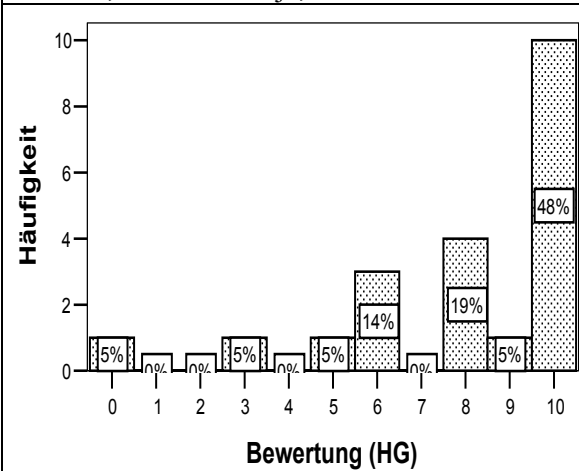


Abbildung 48: Bewertung des Hörgeräts: 47,6% meiden Gruppenunterhaltungen. Mittelwert: 8,0; Standardabweichung: 2,8

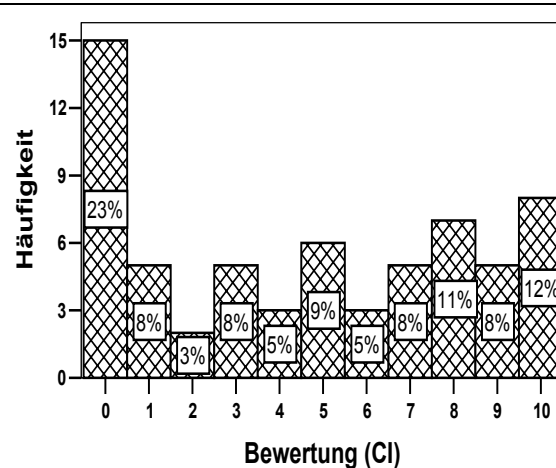


Abbildung 49: Bewertung des Cochlea-Implantats: 23,4% meiden nie Gruppenunterhaltungen. Mittelwert: 4,7; Standardabweichung: 3,7

18. Frage: Ist Ihr Selbstvertrauen durch die Hörstörung beeinträchtigt?

0 = nein, in keiner Weise 10 = ja sehr

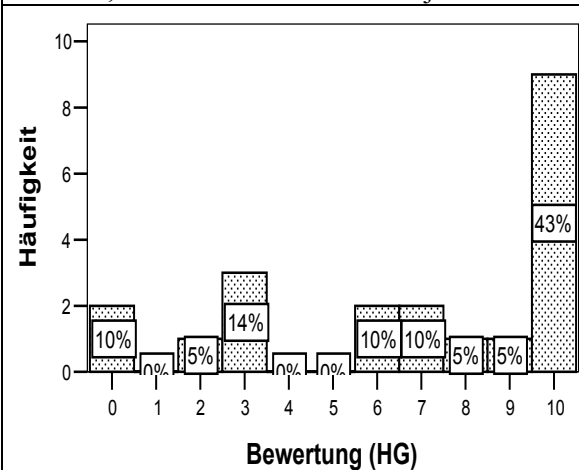


Abbildung 50: Bewertung des Hörgeräts: bei 42,9% ist das Selbstvertrauen sehr eingeschränkt. Mittelwert: 6,9; Standardabweichung: 3,6

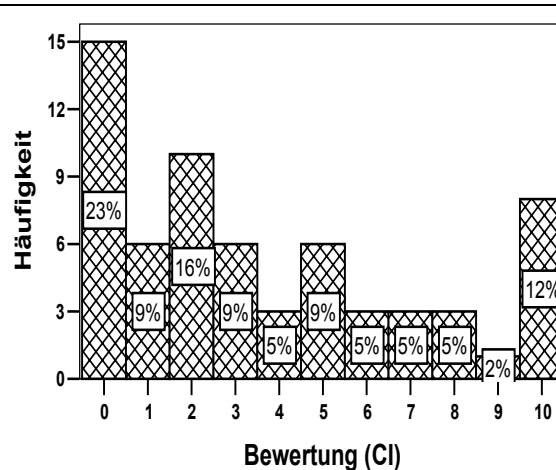


Abbildung 51: Bewertung des Cochlea-Implantats: meist nur gering eingeschränktes Selbstvertrauen. Mittelwert: 3,7; Standardabweichung: 3,4

19. Frage: Fühlen Sie sich wegen ihrer Hörstörung „minderwertig“?

0 = nein, in keiner Weise 10 = ja sehr

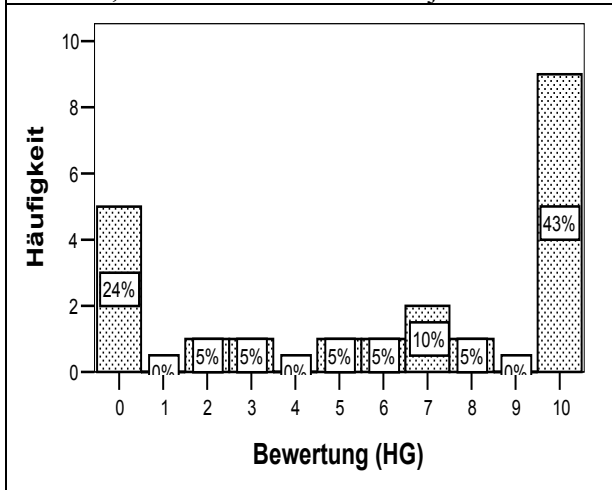


Abbildung 52: Bewertung des Hörgeräts: 42,3% fühlen sich wegen ihrer Hörstörung minderwertig. Mittelwert: 6,1; Standardabweichung: 4,2

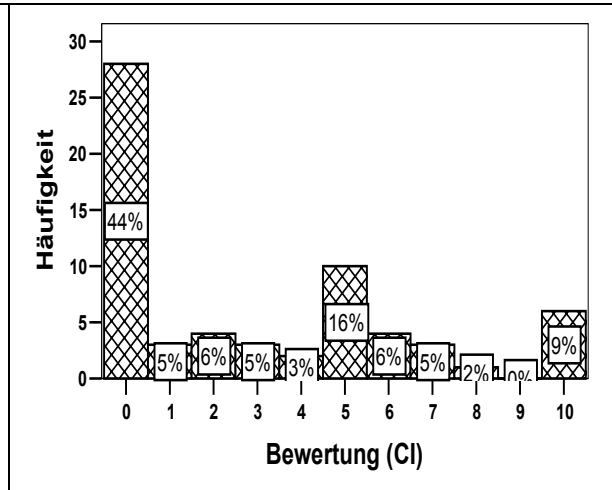


Abbildung 53: Bewertung des Cochlea-Implantats: 43,8% fühlen sich nie minderwertig. Mittelwert: 3,0; Standardabweichung: 3,4

20. Frage: Sind Sie traurig oder ärgerlich, wenn Sie an einer Unterhaltung nicht teilhaben können?

0 = nein, nie 10 = ja, immer

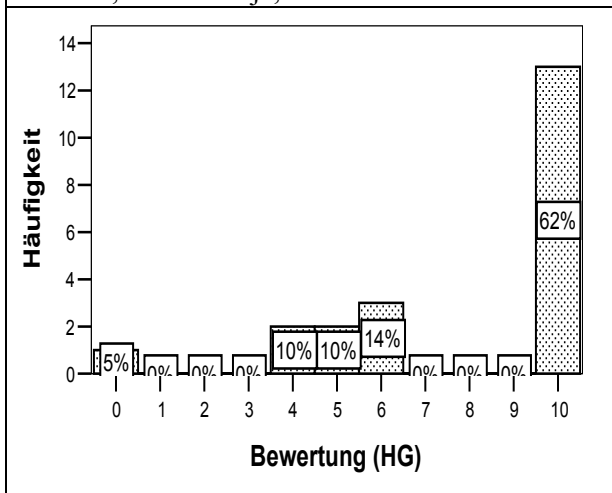


Abbildung 54: Bewertung des Hörgeräts: 61,9% sind immer traurig, an einer Unterhaltung nicht teilhaben zu können. Mittelwert: 7,9; Standardabweichung: 3,0

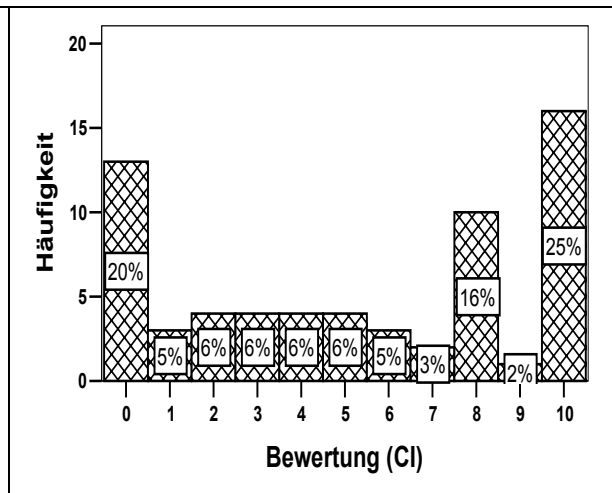


Abbildung 55: Bewertung des Cochlea-Implantats: gestreute Beurteilungen. Mittelwert: 5,3; Standardabweichung: 3,9

Zusammenfassung der Umfrageergebnisse:

Frage 1: Die Unterhaltung mit einer einzelnen Person ist mit beiden Hörhilfen als möglich eingestuft worden. Jedoch bei Verwendung von Hörgeräten als mäßig eingeschränkt, bei Implantat sogar nur als gering eingeschränkt beurteilt worden.

Frage 2-4: Schwieriger stellt sich beiden Fällen das Verstehen in folgenden Situationen dar: bei einer Unterhaltung mit mehreren Personen, bei öffentliche Vorträgen, sowie bei Fernseh- nachrichten (normale Lautstärke). Hier fühlten sich die Patienten bei Verwendung von Hörgeräten stark eingeschränkt, dagegen bei Verwendung von Implantaten nur mittelmäßig eingeschränkt.

Frage 5: Beim Zuhören von Radionachrichten fühlten sich die Patienten mit Hörgeräten sehr stark behindert (mittlere Bewertung: 9,0), und Patienten mit Cochlea-Implantaten mäßig bis stark (mittlere Bewertung: 6,6).

Frage 6-10: Die Orientierung im Alltag (Straßenverkehrsgläusche, Haushaltgeräusche) ist bei Hörgeräten als stark eingeschränkt beurteilt worden, dagegen bei Cochlea-Implantaten nur als gering bis mittel.

Die Fragen 11-14 klären ab, ob der Hörgestörte Kontakt und Unterhaltung zu anderen Menschen meidet oder sich selbst gemieden und ausgeschlossen fühlt, weil die Verständigung mit ihm nur erschwert möglich ist. Auf Grund der Antworten zeigt sich, dass dies bei Hörgerätträgern als häufig, bei Cochlea-Implantatträgern als selten zutreffend angegeben wurde.

Die Frage 16-20 zeigen, dass Hörgeräteträger auf Grund ihrer Hörstörung mäßig bis stark an Selbstvertrauen verloren haben, sich manchmal minderwertig und traurig fühlten. Cochlea-Implantatträger dagegen beurteilten ihre soziale Stellung wesentlich positiver und fühlen sich weniger eingeschränkt.

Das Cochlea-Implantat bedeutet entsprechend der subjektiven Beurteilung durch schwer Hörgeschädigte ein Zugewinn an Lebensqualität auch im Vergleich zum Hörgerät. Orientierung und Teilnahme am Alltagsleben fallen Cochlea-Implantatträgern leichter als Hörgerätenutzern. Soziale Kontakte gestalten sich einfacher. Das Gefühl von Minderwertigkeit und gesellschaftlichen Ausschluss ist bei Verwendung von Implantaten wesentlich geringer und seltener laut der durchgeführten Umfrage.

4 Diskussion

4.1 Präoperative Parameter

4.1.1 Ätiologie der Hörstörung und Alterstruktur innerhalb des Kollektivs

Das Cochlea-Implantat stellt seit über 15 Jahren eine klinisch etablierte Methode zur auditiven Rehabilitation von schwer hörgeschädigten und ertaubten Patienten dar. Mit relativ hoher Wahrscheinlichkeit kann diese elektrische Reizprothese die verlorene Sinnesfunktion wenigstens zum Teil wiederherstellen (Kempf et al., 2003).

Es gibt eine Vielzahl verschiedener Ursachen der Innenohrtaubheit und manchmal bleibt die Ätiologie auch unbekannt. Es kommt hier zu einer Schädigung und Zerstörung der Hörsinneszellen im Innenohr. Dies allein ist im Besonderen für die Cochlea-Implantation von Bedeutung, - für die Indikationsstellung sind also weniger die Ursachen, als vielmehr die Folgen wichtig. Zur Zeit kann noch nicht sicher diagnostisch erfasst werden, in wie weit sich unterschiedliche Ätiologien auf die verbliebene Erregbarkeit der Hörnervenzellen und die Anzahl der Ganglienzellen auswirken können. Tritt die Ertaubung vor dem Spracherwerb, also prälingual ein, ist eine unvollständige Entwicklung des Hörsystems mit fehlendem Spracherwerb die Folge. Ab dem 5. Lebensjahr kann von einer postlingualen Ertaubung ausgegangen werden. Bereits ab dem 7. Lebensjahr liegt ein funktionstüchtiges zentrales Hörsystem mit kortikalen Assoziationsfeldern vor. Das Hörsprachsystem ist also zu diesem Zeitpunkt weitgehend ausgeformt (Lenarz, 1998).

Eine Unterteilung in postlinguale und prälinguale Taubheitsursache wurde in der vorliegenden Studie nicht vorgenommen. Für diese 95 Cochlea-Implantat Patienten ergab sich folgende Verteilung der Ätiologie: Auf Grund der Altersstruktur (nur Erwachsene) war die häufigste Taubheitsursache ein progredient-degenerativer Hörverlust (30,5%). Bei 22,1% lagen verschiedene „andere“ Krankheiten vor: Syndrome (4,4%), Otitis media (3,2%), Lärmtrauma (2,1%), Durchblutungsstörungen (2,1%), und noch einige weitere Ursachen mit jeweils 1,1% Häufigkeit. Innerhalb dieses Kollektivs ist Meningitis mit 10,5% die dritt häufigste Taubheitsursache, gefolgt von Otosklerose (8,4%), Hörsturz (7,4%), sowie Schädelhirntrauma und congenitaler Hörstörung mit jeweils 6,3%.

In anderen Studien ergab sich innerhalb der jeweils beschriebenen Patientenkollektive folgende Verteilung der Krankheitsursachen:

Tabelle 29: Verteilung der Ätiologie innerhalb verschiedener Patientenkollektiven bei unterschiedlichen Autoren

<i>Autoren</i>	<i>Anzahl und Alter der Patienten</i>	<i>Ätiologie bei Innenohrschwerhörigkeit (Verteilung in %)</i>
Lenarz, 1998	Anzahl der Personen nicht angegeben Erwachsene und Kinder	<p>congenitale Taubheit (ca. 30%) Taubheit unbekannter Ursache (ca. 30%) postmeningitische Taubheit (ca. 16%) Innenohrmisbildungen (ca. 4%) peripartale Asphyxie (ca. 4%) Virusinfektionen (ca. 3%)</p> <p><i>weitere Ursachen</i> (ohne Häufigkeitsangabe): Taubheit im Rahmen von Syndromen Hyperbilirubinämie, Frühgeburt, Hörsturz, Morbus Menière, degenerative Innenohrschwerhörigkeit, chronisch progrediente Innenohrschwerhörigkeit, traumatische Ertaubung iatrogene Ertaubung, ototoxische Medikamente</p>
Fischer et al., 2000	52 Erwachsene und Kinder	<p>unbekannte Ursache (ca. 23 %) congenital (ca.13%) viral (ca.12 %) autoimmune Ursache (ca. 6%) Geburtstrauma (ca. 4%) ototoxisch bedingt (ca. 4%)</p> <p><i>weitere Ursachen</i> (mit einer Häufigkeit von jeweils ca. 2%): Meningitis, Hörsturz, Hypoxie, Kernikerus, Cogan-Syndrom, Waardenburg, Otosklerose</p>
Greimel et al., 2003	46 Erwachsene	<p>unbekannte Ursache (ca. 28%) Hörsturz (ca. 15%) Meningitis (ca. 13%) nach hochdosierter Antibiotikatherapie (ca. 9%) Schädelhirntrauma und Felsenbeinfraktur (ca. 4%) Röteln (2%) Akustikusneurinomoperation (ca. 2%)</p>

Aschendorff et al. 1997	21 Erwachsene	progrediente Schwerhörigkeit (ca. 48%) congenital/ progrediente Schwerhörigkeit (ca. 14%) Meningitis (ca. 4%) ototoxische Ursache (ca. 4%) Cogan-Syndrom (ca. 4%) Otobasisfraktur (ca. 2%) Chronische Otitis media (ca. 2%)
-------------------------	---------------	---

Da sowohl Lenarz (Lenarz, 1998) als auch Fischer und Mitarbeiter (Fischer et al., 2000) jeweils die Verteilung innerhalb eines aus Erwachsenen und Kindern bestehenden Kollektivs beschreiben haben, ist der Anteil der Krankheitsursachen, die besonders in höheren Lebensabschnitten zur Taubheit führen (z.B. progrediente Schwerhörigkeit) deutlich geringer als der Anteil congenitaler oder unbekannter Ursachen.

Bei Kollektiven, die nur aus erwachsenen Patienten bestanden haben, zeigen sich in der Literatur folgende ätiologische Verteilungen: Bei Aschendorff und Mitarbeitern (Aschendorff et al., 1997) hat die progrediente Schwerhörigkeit den größten Anteil ausgemacht (ca. 48%), was sich ebenfalls in unserer Studie bestätigt (hier ca. 30,5%). Meningitis liegt sowohl bei Aschendorff und Mitarbeitern. (mit ca. 4%) , als auch bei Greimel und Mitarbeitern (mit ca. 13%), wie auch in unserer Studie (mit ca. 10,5%) an dritter Stelle (Aschendorff et al., 1997 und Greimel et al., 2003).

Auf Grund der unterschiedlichen Kollektivgrößen, Altersverteilungen und verschiedenen, ätiologischen Zuordnungen ist hier ein direkter Vergleich jedoch schwierig und nur bedingt aussagekräftig.

Bei Greimel und Mitarbeitern (Greimel et al., 2003) lag das mittlere Operationsalter bei 50 Jahren und die Dauer der Ertaubung betrug im Schnitt 8 Jahre mit einer Streuung von 14,1 Jahren. In unserer Studie trat die Hörstörung im Schnitt mit 26,3 Jahren auf (Standardabweichung: 22,3), und nach durchschnittlich 12,5 Jahren (Standardabweichung: 14,8) folgte die Ertaubung. Die Operation wurde durchschnittlich in einem Alter von 48,5 Jahren (Standardabweichung: 15,9) durchgeführt.

4.1.2 Präoperativer Tinnitus und Schwindel

Innerhalb der Bevölkerung leiden circa 10,0% oft oder ständig an einem Ohrgeräusch. Bei ungefähr 1,0% führt dies zu einer erheblichen Beeinträchtigung der Lebensqualität. Für dieses Symptom gibt es verschiedene otologische, orthopädische, internistischer und psychosomatischer Ursachen (Rintelmann et al., 1991).

Tinnitus tritt auch als das häufigste Begleitsymptom bei einer Schwerhörigkeit auf (Greimel et al., 2003).

Das sehr häufige Auftreten eines Ohrgeräusches in Verbindung mit einer vorliegenden Schwerhörigkeit zeigt sich auch in dieser Studie: In der von uns durchgeführten präoperativen Umfrage gaben von 95 Patienten 53,7% für das später operierte Ohr an, ein entsprechendes Geräusch wahrnehmen zu können, davon trat es bei 47,4% von 92 Personen beidseitig auf. Bei 3 Personen fehlten die Angaben zur kontralateralen Seite.

Der postoperative Verlauf bezüglich des präoperativ vorhandenen Tinnitus wurde in dieser Studie nicht weiter verfolgt.

In der Literatur wird jedoch mehrfach eine Minderung oder Unterdrückung des Tinnitus nach durchgeführter Cochlea-Implantation beschrieben (Brackmann, 1981; Demajumdar et al., 1999; Ruckenstein, 2001).

Greimel und Mitarbeiter (Greimel et al., 2003) berichten, dass sie präoperativ 39 erwachsene Patienten nach einem bestehenden Tinnitus, dessen subjektiven Lautheitsempfindung und der tinnitusspezifischen Beeinträchtigung befragt haben. Vor der Operation berichteten 26 Personen (66,7%) nach der Implantation 24 Personen (61,5%) von einem Ohrgeräusch. Bei 50% dieser Patienten blieb der Tinnitus gleich, bei 26,7% hat er sich vermindert, bei 15,4% verschwand er, bei 7,7% hat er sich verstärkt und bei weiteren 7,7% ist er neu aufgetreten. Der Tinnitus soll jedoch keinerlei Einfluss auf den postoperativen Hörerfolg, gemessen am Verstehen von des Zahlen-, Einsilber- und Satztests, haben (Greimel et al., 2003).

Die geringere Häufigkeit von Patienten mit präoperativen Tinnitus in unserer Studie gegenüber den oben erwähnten Fällen, könnte auf die retrospektive Erhebung zurückgeführt werden, die teilweise erst Jahre nach der Operation durchgeführt worden ist und somit eine gute Erinnerungsgabe des Patienten vorausgesetzt hat. Aussagen zu einer postoperativen Veränderung des Ohrgeräusches lagen nicht vor.

Bezüglich eines eventuellen, präoperativen Schwindelgefühls lagen bei dieser Studie nur zu 36 von den insgesamt 95 Patienten Angaben vor. Hiervon bestätigten 16 Personen (44,4%), an Schwindel oder Gangunsicherheiten gelitten zu haben. Die übrigen 20 Patienten (55,6%) gaben an, entsprechende Störungen seien bei ihnen nicht aufgetreten. Bei insgesamt 59 Patienten des Kollektivs sind keine Einträge zu diesem Parameter festgehalten worden. In diesen Fällen ist nicht klar, aus welchem Grund hier keine Angaben vorlagen: Wurde der Eintrag nur vergessen, oder deshalb nicht die Aussage des Patient festgehalten, weil er einen Schwindel verneint hat? Um diesen Parameter sinnvoll auswerten zu können, müssten für unsere Studie bei einer größeren Anzahl an Patienten ein genauer Eintrag vorliegen. Des weiteren wäre auch interessant gewesen, ob sich der Schwindel postoperativ verändert hat; doch hierzu liegen keine Ergebnisse vor.

4.1.3 Präoperatives Verstehen im Freiburger-Sprachtest

Zur präoperativen Erfassung des quantitativen Ausmaßes des vorliegenden Hörschadens wurde der Freiburger-Sprachtest verwendet. Dieser Test hat sich seit längerem und in verschiedenen Forschungsgruppen bewährt.

Wie sich herausgestellt hat, ist nicht nur die beidseitige sensorische Taubheit als Indikation zur Implantation zuwerten. Gerade auch Patienten die trotz optimaler Hörgeräteversorgung nur einen geringen Nutzen im Sprachverstehen haben (mit weniger 30 % Verstehen im Freiburger-Einsilbertest bei 70 dB) kann das Cochlea-Implantat als Mittel der Wahl angesehen werden (Klenzner et al., 1999 und Kempf et al., 2003).

In unserer Studie wurde der Freiburger-Zahlentest mit Hörgerät (53 Ergebnisse vorliegend) und ohne Hörgerät (72 Ergebnisse vorliegend) durchgeführt.

- Ohne Hörgerät haben 58,1% der Testpersonen bei 120 dB und mit Hörgerät haben 38,2% der Patienten bei durchschnittlich 109,1dB nur 0-2,0% der Zahlen verstanden haben.
- Zwischen 2,1-49,9% konnten 25,6% der Personen ohne Hörgerät (durchschnittlich bei 113,0dB) und 31,6% Patienten mit Hörgerät (durchschnittlich bei 69,3dB) verstehen.

- Über 50,0% der Zahlen konnten ohne Hörgerät 16,3% und mit Hörgerät 30,3% der Patienten verstehen: mittlerer Hörverlust für Zahlen lag ohne Hörgerät bei 81,3dB und bei 62,5 dB mit Hörgerät.

Die Mittelwerte des jeweils maximal erreichten Zahlenverstehens und der dafür nötige, häufig sehr hohe Schalldruckpegel (65-120 dB) zeigen präoperativ die weit fortgeschrittenen Hörstörungen der Patienten des Kollektivs auf. Auch eine optimale Hörgerätversorgung brachte kein ausreichendes Sprachverstehen.

Unter Verwendung des Freiburger-Einsilbertests ohne Hörgerät (78 Testergebnisse vorliegend) und mit Hörgerät (53 Testergebnisse vorliegend) zeigt sich folgendes: während im Mittel 118,5 dB (Standardabweichung: 5,4) ohne Hörgerät nötig waren, um ein maximales Einsilberverständnis von durchschnittlich 2,5% (Standardabweichung: 7,3) zu erzeugen, waren mit Hörgerät durchschnittlich 102,6 dB (Standardabweichung: 23,9) nötig, um ein maximal mögliches Einsilberverständnis von im Mittel 6,0% (Standardabweichung: 14,3) zu erzeugen. Der Mittelwert des jeweils maximal erreichten Einsilberverstehens und der auch mit Hörgerät im Mittel sehr hohe Schalldruckpegel machen deutlich, dass für die getesteten Personen ein sehr geringes Verstehen von Sprache vorlag. Die großen Standardabweichungen zeigen eine erhebliche Streuung der Messwerte, die auf unterschiedlichen Graden der Schwerhörigkeit bis hin zur Taubheit hinweisen.

Die wechselnde Anzahl an Personen und die unterschiedliche Zusammensetzung der Gruppen zu den Testbedingungen „ohne Hörgerät“ und „mit Hörgerät“ lässt keinen direkten Vergleich zwischen den Ergebnisse beider Testbedingungen (mit und ohne Hörhilfe) zu. Es zeigt sich hier nur, dass im Mittel präoperativ eine sehr starke Innenohrschwerhörigkeit der Testgruppen bestanden hat. Hörgeräte reichten als Therapiemaßnahme nicht aus.

4.1.4 Promontorialtestergebnisse

Zur Überprüfung der Eignung für eine mögliche Cochlea-Implantat Operation wurde der Promontorialtest durchgeführt und die Hörschwelle, der Dynamikbereich, die Rhythmus- und Frequenzerkennung und eine mögliche Hörermüdung bestimmt. Insgesamt sind bei 85 vorlie-

genden Ergebnissen 80 Patienten als geeignet und 5 Patienten als nicht geeignet beurteilt worden.

Bei Betrachtung der Mittelwerte des T-, C-, und U-Levels sowie des Dynamikbereichs unter Beachtung der entsprechenden Standardabweichungen fällt eine starke Schiefe der Verteilung auf. Die ausgeprägte Streuung lässt sich bei diesem Testverfahren nicht eindeutig einer gewissen Kausalität zuweisen, vielmehr müssen folgende Ursachen als möglich gehalten werden: ungleiche Kooperationsmöglichkeit des Patienten (Alter, Intellekt), sowie unterschiedliche ätiologische, anatomische, physiologische und pathophysiologische Grundvoraussetzungen.

Es empfiehlt sich hier die Medianwerte zu betrachten: T-Level: 9,5 μA ; C-Level: 15,0 μA ; U-Level: 20,0 μA ; Dynamikbereich: 11,0 μA .

Nach logarithmischer Umformung der Werte des C- und U-Levels in Abhängigkeit vom T-Wert (μA werden in dB umgerechnet), lassen sich die hohen Standardabweichungen auf circa ein Zehntel des ursprünglichen Zahlenwerts absenken.

Bezüglich der Pausendetektionsleistung lagen bei 65 Patienten Messergebnisse vor. Der Mittelwert von 47,3ms (Standardabweichung: 25,6), beziehungsweise ein Median von 40,0 ms zeugen von einem guten, mittleren Auflösungsvermögen.

Zu einer vorliegenden Ermüdbarkeit des Hörnervs lagen in 63 Fällen Einträge vor, wobei hiervon bei 4 Personen (6,3%) eine Hörermüdung auch bestätigt wurde.

Um die prognostische Relevanz des Promontorialtests bezüglich der Gruppe von Patienten zu untersuchen, die postoperativ ihr Implantat nicht verwendeten, wurden die Ergebnisse der „users“ und „non users“ untersucht. Jedoch ist auf Grund der geringen Anzahl der Datensätze der „non users“ (es liegen von 6 „non users“ nur zu 2, manchmal 3 oder 4 Personen Einträge vor) ist eine sinnvolle Aussage nur schwer zu treffen. Folgende Tendenz lassen sich bei den „non users“ feststellen:

- Die Zahlenwerte der Mittelwerte des T-, C-, und U-Levels (in μA), und auch des Dynamikbereichs (μA) sind geringer als die der sogenannten „users“.
- Die Werte der Pausendetektionsleistung ist annähernd gleich (etwas geringer bei den „non users“).
- Während nur bei 5,0% der „users“ eine Hörermüdung festgestellt werden konnte, wurde bei 2 von 3 Messungen (33,3%) der „non users“ eine Ermüdung festgehalten.

- Bei 4 vorliegenden Beurteilungen wurde ein Patient der „non users“ (25,0%) als nicht geeignet beurteilt (in den anderen 2 Fällen erfolgte keine Aussage), dagegen sind von 81 beurteilten „users“ nur 4 Personen (4,9%) als nicht geeignet beurteilt worden.

Es liegen also innerhalb dieses Kollektivs im Promontorialtest durchaus präoperativ unterschiedliche Ergebnisse vor zwischen den Patienten, die postoperativ ihr Implantat verwenden und solche die das nicht tun. Um die Aussagekraft dieser hier aufgezeigten Tendenzen zu prüfen, sollte eine größere Gruppe von so genannten „non users“ untersucht werden. Da der in dieser Arbeit vorgestellten Studie nur eine sehr geringe Anzahl an „non users“ Ergebnissen, teilweise nur 2, vorgelegen haben, ist die Allgemeingültigkeit fraglich und ein Zufallsbefund nicht auszuschließen. Die Ergebnisse sollten deshalb nicht überbewertet werden.

4.2 Operative Parameter

4.2.1 Allgemeine Daten und operative Messergebnisse

Von den 95 Patienten des Kollektivs liegt die Anzahl der Frauen mit 56 Personen um 17,8 % über der Anzahl der Männer mit 39 Personen. Dies kann dadurch zustande kommen, dass das mittlere Erwartungsalter von Frauen etwas höher liegt als bei Männern. Ab einem gewissen Alter ist also die Anzahl an Frauen in der Gesamtbevölkerung etwas größer. Zudem kommt hinzu, dass im höheren Lebensalter auch die Wahrscheinlichkeit steigt, an einer schweren Hörstörung zu leiden.

In 51 Fällen wurde das Implantat auf der rechten Seite eingesetzt und in 44 Fällen links. Geht man davon aus, dass entweder einmal das rechte oder ein anderes mal das linke Ohr zufallsbedingt besser zur Implantation geeignet ist, kann zum Beispiel die Händigkeit der Patienten ausschlaggebend sein: Rechtshänder sind häufiger als Linkshänder.

In den vergangenen Jahren wurden in der HNO-Abteilung des Klinikums Großhadern verschieden Implantatsysteme verwendet: In 52,7 % der Fälle wurde ein Implantat der Firma Med-el eingesetzt, in 42,0 % der Firma Cochlear, und in 5,3% der Fälle der Firma ABC.

Die Implantationstechniken für die einzelnen Implantattypen unterscheiden sich nur wenig und beziehen sich vor allem auf die unterschiedlichen Gehäuseformen, den Elektrodenauslass und der verwendeten Platzierungsmethode (Kempf et al., 2003).

Die älteren Implantatsysteme stellten zur Überprüfung der Implantatfunktion noch keine Telemetriemöglichkeit bereit. So dass in dieser Studie nur in 68 Patientenfällen entsprechende Einträge zu finden sind: Bei 8 Patienten wurde die Prüfung als nicht durchgeführt eingetragen, bei den übrigen 60 Patienten waren bei 3 ein hoher Elektrodenwiderstand feststellbar. Dieser war jedoch postoperativ nicht mehr nachweisbar.

Bezogen auf die 62 durchgeführten Stapediusreflextests, war bei 9 Personen dieser Reflex nicht auslösbar. Dies bedeutet, dass in 14,5% der gemessenen Fälle intraoperativ die Funktion des Hörnervs nicht nachzuweisen war. Folgende Gründe für eine ausbleibende Reaktion sind möglich:

- Eine vorliegende Fazialisparese mit Unterbrechung des Reflexbogens: Der N. acusticus steht im Bereich des Hirnstamms mit dem N. facialis in Verbindung und einzelne Fasern des N. facialis führen zum M. stapedius (Lenarz, 1998).
- Das verwendete Narkosemittel enthält Muskelrelaxantien. In der Regel wird deshalb eine modifizierte Neuroleptanalgesie durchgeführt, mit der Voraussetzung, dass während der Reflexmessung kein Muskelrelaxans wirken darf (Kempf et al., 2003).
- Ein großer Überleitungswiderstand zwischen Elektrode und Nerv: Es könnten sich zum Beispiel Luftbläschen an der Elektrode gebildet haben, was wohl bei den oben genannten 4 Patienten unseres Kollektivs der Fall gewesen ist.

Bezüglich der Gruppe der „non users“ lassen sich weder bei der telemetrische Messung, noch beim Stapediusreflextest Auffälligkeiten feststellen. Es lagen jeweils von 3 der 6 Personen Ergebnisse vor: Der Stapediusreflex war immer auslösbar, die Telemetrie war ohne Auffälligkeit. Auf Grund dieser positiven Messergebnisse lassen sich in diesem Kollektiv keine Rückschlüsse auf die gescheiterte Implantattherapie dieser „non users“ feststellen.

4.2.2 Obliterationen und weitere intraoperative Komplikationen

Eingehende Voruntersuchungen unter Verwendung von bildgebenden Verfahren sollen helfen intraoperative Komplikationen zu vermeiden.

Das hochauflösende Computertomogramm in axialer (teilweise auch koronarer) Schnittführung ist ein präoperatives Standarduntersuchungsverfahren. Neben der Darstellung der pneumatischen Räume, des Verlaufs des Nervus facialis, und anderer anatomischer Strukturen werden auch obstruktive Veränderungen der Cochlea erfasst (Kempf et al., 2003).

Frakturen des Felsenbeins sind erkennbar (Köster et al., 1984).

Der Vorteil der Computertomografie gegenüber einer konventionellen Tomografie liegt in der geringeren Strahlenbelastung; beide Röntgentechniken lassen allerdings eine sichere Beurteilung der intracochleären Strukturen nur begrenzt zu, weil räumliches und Dichteauflösungsvermögen nicht ausreichend sind (Laszig et al., 1986).

Anhand der vorliegenden Daten lässt sich folgende Übereinstimmung zwischen Computertomografie und intraoperativen Befund festhalten:

In dieser Studie konnten bei 9 Personen eine verdichtet Knochenstruktur im Sinne einer möglichen Ossifikation mittels Computertomogramm erkannt werden, davon wiesen aber nur 5 Patienten (5,3%) intraoperativ auch eine Ossifikation auf. Falsch positive Befunde lieferte dagegen die Computertomografie in den übrigen 4 Fällen (4,2%).

Bei den anderen 86 Patienten (95,8%) stimmten CT und intraoperativer Befund überein: es war keine Ossifikation festzustellen.

R. Hartrampf berichtet folgende präoperative Aussagekraft des CTs bezüglich einer vorliegenden Obliteration im Vergleich mit dem operativen Befund: Das CT stimmte in 76,7% mit dem intraoperativen Befund überein, und damit etwas seltener als in unserer Studie). Eine tomografisch unsklerosierte Cochlea, bei intraoperativ festgestellter Obliteration lag in 8,7% vor (falsch negative Aussage). Falsch positive CT-Befunde zeigten sich in 3,3% der Fälle (Hartrampf, 1998).

Hier bestätigt sich, dass mittels Computertomogramm nicht zu 100,0% präoperativ Ossifikationen, beziehungsweise Obliterationen, erkannt oder ausgeschlossen werden können.

Zum Nachweis eines implantierbaren, flüssigkeitsgefüllten Lumens und der Integrität des Hörnervs kann neben einer Computertomografie auch eine Kernspintomografie nötig werden (Hartrampf, 1998).

Weitere intraoperative Komplikationen

Neben der Ossifikation der Schnecke traten in 15,8% der Fälle intraoperativ noch andere Komplikationen ein: Nicht komplett inserierte Elektroden (8,4%), Eröffnung der 2. Windung (1,1%), Choleastom (1,1%), hackende Elektrode (1,1%), Tympanoplastik (2,2%), zunächst falsche Orientierung der Elektrodenbänder (1,1%).

Die vielen verschiedenen möglichen Komplikationen finden in der Literatur Erwähnung, werden jedoch hier nicht weiter erörtert.

Bezüglich der Gruppe der „non-users“ ist eine deutliche Häufung von operativen Komplikationen festzustellen: bei 3 von 6 Operationen traten Schwierigkeiten auf (50% der „non users“). Davon lagen bei 2 Personen (33,3% der „non-users“) Ossifikationen vor (bei einem konnte daraufhin die Elektrode nicht komplett inseriert werden). Bei der dritten Person war keine Angabe über die Art der eingetretenen Komplikation festgehalten.

Von den Patienten, die ihr Implantat nutzen, sind nur in 11,2% der 89 Operationen Schwierigkeiten aufgetreten. Weitere Untersuchungen an einem größeren Kollektiv wären zur Untermauerung und Bestätigung dieser möglichen Zusammenhänge zwischen intraoperativen Komplikationen und postoperativen Implantatnutzen von Bedeutung.

4.2.3 Versorgungsarten und Reimplantationen

Insgesamt wurden 51 Patienten rein unilateral mit einem Cochlea-Implantat versorgt (53,7%). Davon sind 37 Patienten (38,9%) bimodal, mittels Hörgerät und Cochlea-Implantat versorgt worden. In diesen Fällen war die Innenohrschwerhörigkeit des nicht implantierte Ohrs also wenigstens noch zu einem gewissen Teil durch ein Hörgerät therapierbar und kann als Ergänzung des Implantats angesehen werden.

Nur 7 Patienten (7,4%) wurden bilateral mit zwei Cochlea-Implantaten versorgt. Dies ist als ideale Therapie anzusehen, da so die binaurale Hörfähigkeit wiederhergestellt werden kann. Die Gruppe ist sehr klein, da auf Grund der hohen Gesamtkosten der Cochlea-Implantatversorgung in den meisten Fällen nur unilateral implantiert wird.

Laut Helms und Mitarbeitern (Helms et al., 2003) kostet das Implantat etwa 24.000 €. Hinzu kommt der stationäre Aufenthalt, mit den üblichen Sätzen von circa 240 € pro Tag unter Einschluss der Operationskosten. Für die gesetzlichen Kassen ergibt sich somit ein Kostenvolumen von ungefähr 26.000 € allein für die Implantation eines einzelnen Implantats, ohne Betrachtung der Folgekosten für Rehabilitation und Betreuung. Diese Kosten sind zwar als hoch

zu bewerten, aber im Vergleich zu einer lebenslangen Betreuung durchaus als wirtschaftlich anzusehen (Helms et al., 2003).

Bei 4 der 95 Patienten des Kollektivs (4,2%) musste auf Grund eines postoperativen, technischen Defekts eine Revision und Reimplantation erfolgen. In allen 4 Fällen war des Implantatmodell C40Plus der Firma Med-el betroffen. Bei 2 Patienten traten am Gehäuse Undichtigkeiten auf (bei einen nach 4,2 Jahren und beim anderen nach 0,2 Jahren). Bei weiteren 2 Patienten fiel die Elektronik aus (einmal nach 2,9 Jahren und ein anderes Mal nach 2,2 Jahren).

Somit mussten 9,1 % der 44 mit dem C40Plus der Firma Med-el versorgten Patienten im Mittel nach 2,4 Jahren erneut operiert werden.

Wie auch Haensel und Mitarbeiter (Haensel et al., 2004) beschreiben kann nach traumatischen oder atraumatische Fällen ein Cochlea-Revisionsimplantation notwendig werden. Ihre subjektive Bewertung der durchgeführten 15 Revisionen war in allen Fällen positiv verlaufen. Insgesamt mussten an der HNO-Universität Aachen zwischen 1996-2002 folgende Anzahl von traumatisch und atraumatisch bedingten Revisionen durchgeführt werden: von 117 Clari-on-Implantaten wurden 9%, von 31 Nucleus wurden 16% und von 2 Medel-Implantaten 0% revidiert (Haensel et al., 2004).

In der Literatur wird die Rate der Reimplantationen zwischen 5% und 8% angegeben (Ray et al., 1998).

Laut verschiedener Autoren hat die Reimplantation in keinem Fall zu einer Kontinuitätsunterbrechung in der Sprachrehabilitation geführt, es wird von gleichwertigen, teilweise auch besseren Ergebnissen berichtet (Gantz et al., 1989 und Haensel et al., 2004).

4.3 Sprachtestergebnisse

4.3.1 Ergebnisse der verschiedenen Sprachtests im postoperativen Zeitverlauf

Zur Überprüfung des verbesserten Sprachverstehens nach Cochlea-Implantation erfolgte in festgelegten Intervallen verschiedene Sprachtests, wie bereits in vorangegangenen Kapiteln ausführlich beschrieben. Es konnten jeweils nicht alle Patienten zu jedem Test untersucht werden, so dass teilweise nur ein geringer Anteil des Gesamtkollektivs untersucht werden konnte. Auf Grund dieser Tatsache ist eine durch zufällige Selektion bedingte Beeinflussung der Ergebnisse nicht auszuschließen, vor allem wenn nur eine sehr geringe Anzahl an Patienten getestet worden ist.

Innerhalb des ersten Jahres post operationem konnten über 50 Patienten zu allen Testzeitpunkten Ergebnisse liefern, wodurch für über 50,0% der Personen des Kollektivs die postoperative Entwicklung im Sprachverstehen nachvollzogen werden kann. Ein Vergleich der verschiedenen Sprachtestarten untereinander bezüglich der postoperativen Rehabilitation im Spracherstehen ist hier nur bedingt möglich, da sich die Zusammensetzung der Gruppen zwischen den verschiedenen Testarten (z.B. zwischen Innsbruckersatztest und Freiburger- Einsilber) unterschieden haben. Aus diesem Grund ist hier auch ein Vergleich zwischen prä- und postoperativen Freiburger-Sprachtestergebnissen nicht durchgeführt, da sonst Ergebnisse verschiedener Personengruppen miteinander verglichen worden wären. Sinnvoll wäre ein Ergebnisvergleich zwischen den verschiedenen Sprachtests dann, wenn eine gleichbleibende Patientengruppe alle Tests zu allen Zeitpunkten durchlaufen hätte.

Tabelle 30: Sprachtestergebnisse innerhalb des ersten Jahres nach Operation

Sprachtest		Anzahl der Messwerte	nach 2 Tagen	nach 1 Monat	nach 6 Monaten	nach 12 Monaten
Freiburger-Zahlentest	Mittelwert	52	63,2%	78,8%	89,9%	91,4%
	Standardabweichung		32,9	27,2	18,5	17,0
Freiburger-Einsilbertest	Mittelwert	51	-	33,1%	50,0%	54,3%
	Standardabweichung		-	28,0	30,4	30,9
Innsbrucker-Satztest	Mittelwert	53	42,8%	60,2%	79,0%	82,0%
	Standardabweichung		31,5	36,6	28,3	27,7

Im Freiburger-Zahlentest konnten sich die 52 Patienten im Sprachverstehen innerhalb des ersten postoperativen Jahres im Mittel um 28,2% steigern.

Im Innsbruckersatztest konnte sich die Gruppe der 53 Patienten um 39,2 % vom 2.Tag bis zum 12. Monat nach Operation steigern.

Die Ergebnisse von 51 Patienten im Freiburger-Einsilber zeigen eine Zunahme im Verstehen zwischen 1. und 12. postoperativen Monat von 21,2%. (Die Ergebnisse nach 2 Tagen werden wegen der geringen Anzahl getesteter Personen ausgeschlossen).

Im HSM-Satztest wurden die Ergebnisse erst nach Verlauf eines Jahres gewertet, sie sind daher hier nicht aufgeführt.

Die sehr großen Standardabweichungen zeugen davon, dass die Ergebnisse innerhalb der einzelnen Gruppen sehr gestreut haben. Bei den Werten des Freiburger-Zahlentests sinkt die Standardabweichung von 32,9 auf 17,0 ab, die Ergebnisse der Testpersonen haben sich allmählich etwas angeglichen. In den übrigen Tests zeigt sich jedoch Folgendes: Während im Freiburger-Einsilbertest die Ergebnisse nach 12 Monaten noch stärker streuen als nach einem Monat, wird im Innsbruckersatztest die Standardabweichung der Ergebnisse nach einem Jahr nur geringfügig kleiner im Vergleich zu der nach 2 Tagen.

Nach dem Testzeitpunkt von 12 Monate sinkt die Anzahl vorliegender Sprachtestergebnisse zunehmend ab, wobei die wenigen vorliegenden Datensätzen eine weitere Zunahme im Verstehen erkennen lassen:

Im Freiburger-Zahlentest konnten die 3 am längsten getesteten Personen nach 72 Monaten 100,0% verstehen (Standardabweichung: 0,0).

Im Freiburger-Einsilbertest konnten die 2 am längsten getesteten Personen mehr als 70,0% (Standardabweichung 7,1) nach 72 Monaten verstehen.

Im Innsbrucker-Satztest wurde nach 72 Monaten von den 4 am längsten getesteten Personen 90,2% (Standardabweichung 11,9) verstanden.

Aufgrund der geringen Anzahl an Datensätzen und der dadurch nicht auszuschließenden, zufälligen Patientenselektion sind die vorliegenden Messergebnisse nur mit Vorsicht zu betrachten. Es kann sich gerade hier um Ergebnisse besonders motivierter Patienten handeln, die bestätigt durch sehr gute Ergebnisse in vorhergegangenen Tests gerne zu weiteren Untersuchungen gekommen sind. Patienten die in vorausgegangenen Tests schlecht abgeschnitten haben, sind vielleicht auf Grund sinkender Motivation zu keinen weiteren Sprachtests erschienen. Ob deshalb diese positive Entwicklung auch für den Rest des Kollektivs gelten kann, ist nur durch weitere Sprachtests zu überprüfen. Es müssen also auch im Verlauf der nächsten Zeit

all die Personen getestet werden, deren Operationen zum jetzigen Zeitpunkt noch keine 72 Monate zurückliegen. Anzustreben ist eine große Personenzahl, die zu allen Testzeitpunkten in allen verschiedenen Sprachtestarten Ergebnisse liefert. Nur so kann ein aussagekräftiges Langzeitergebnis nach Cochlea-Implantation gesichert werden.

Ergebnisse aus der Literatur

Interessant ist hier auch der Vergleich mit anderen in der Literatur erwähnten Sprachtestergebnissen: Es zeigt sich in Übereinstimmung mit den Ergebnissen anderer Studien, dass nach Cochlea-Implantation die meisten Patienten ein deutlich verbessertes Sprachverstehen erlangen können.

Fischer und Mitarbeiter (Fischer et al., 2000) berichten von 3 untersuchten Patienten, die nach 2 Jahren 100% der Zahlen und 60% der Einsilber verstehen konnten.

In den Studien von Klenzner und Mitarbeitern (Klenzner et al., 1999) zeigte sich im Freiburger-Einsilber nach 12 Monaten bei 5 resthörigen Patienten ein Ergebnis von über 60% Sprachverstehen. Im Göttinger Satztest wurde von 4 Patienten ein Ergebnis von mehr als 85% erzielt .

Ruh und Mitarbeiter (Ruh et al., 1997) untersuchten resthörige Patienten, die sich im Zahlenverstehen von 40% präoperativ auf 97% postoperativ und im Einsilberverstehen von 6% auf 48% steigern konnten .

Brimacombe und Mitarbeiter (Brimacombe et al., 1994) berichten von einem Patientenkollektiv (tauber und resthöriger Personen), die postoperativ ein Einsilberverständnis von circa 28% erreichten, wobei das präoperative Verstehen bei 3% lag. Shallop und Mitarbeiter (Shallop et al., 1992) kamen zu ähnlichen Ergebnissen: Sie berichten von 7 Patienten mit Resthörvermögen und unzureichendem Sprachverstehen, die sich 6 Monate nach Implantation im Freiburger Sprachtest von 22% präoperativ auf 33% postoperativ und von 13% präoperativ auf 29% postoperativ verbessern konnten.

Zeitpunkt des Deckelungseffekt

Mittels statistischer Analyse und t-Test wurde im Freiburger-Zahlen- und -Einsilbertest, sowie im Innsbruckersatztest untersucht, ab wann ein Deckelungseffekt eintritt. Dieser wird auch als „ceiling effect“ bezeichnet, und bedeutet, dass bei den vorliegenden Sprachtest-Ergebnissen ab einem gewissen Testzeitpunkt keine signifikante Verbesserung im darauf fol-

genden Test festzustellen ist. Voraussetzung für den Mittelwertvergleich ist, dass die zu vergleichenden Mittelwerte von der selben Patientengruppe stammen, da sonst das Ergebnis verfälscht wäre.

Im Freiburger-Zahlentest (52 vorliegende Datensätze) ist ab dem 6. postoperativen Monat keine signifikante Verbesserung mehr zwischen vorangegangenem und nachfolgendem Testzeitpunkt festzustellen. Im Freiburger-Einsilbertest ist bis zum 36. Monat (17 vorliegende Datensätze) von Testzeitpunkt zu Testzeitpunkt eine signifikante Verbesserung nachzuweisen. Dies kann bedeuten, dass die postoperative Rehabilitation bezüglich des Verstehens von Einsilbern erheblich länger dauerte als die des Verstehens von Zahlen. Jedoch muss beachtet werden, dass sich die Testgruppen zwischen den verschiedenen Testzeitpunkten nach dem 12. Monat jeweils aus unterschiedlichen Personen zusammengesetzt haben. Ein möglicher Einfluss der daraus folgen kann zeigt sich wie folgt beim Innsbruckersatztest:

Im Innsbruckersatztest ist bei 53 vorliegenden Datensätzen zwischen 6. und 12 Monat keine signifikante Verbesserung im Satzverstehen mehr festzustellen. Interessant ist jedoch, dass im Vergleich der nachfolgenden Ergebnisse wieder ein signifikanter Unterschied zwischen dem 12. und 24. Monat aufgetreten ist (49 vorliegende Datensätze): Dies begründet sich darin, dass sich die bis zum 12. Monat getestete Gruppe (53 Patienten) aus anderen Personen zusammensetzt, als die andere, ab dem 12. Monat getestete Gruppe (49 Personen).

Dies ist dadurch entstanden, dass ab dem 12. Monat auf Grund der geringen Anzahl vorliegender Datensätze nicht mehr die SPSS-Funktion „listenweiser Fallausschluss“ gewählt wurde, sondern alle Satztestergebnisse zugelassen wurden, die zu den beiden zu vergleichenden Testzeitpunkten vorgelegen haben. Es zeigt sich hier sehr deutlich, dass die Ergebnisse unterschiedlicher Patientengruppen in diesem Fall nicht in Relation gesetzt werden dürfen, um das Ergebnis nicht zu verfälschen. Anscheinend hatten die Patienten, die sowohl zum 12-Monate-Test als auch zum 24-Monate-Test erschienen sind ein erheblich schlechteres Satzverstehen nach 12 Monaten, als die Patienten, die zur 6- und 12-Monate-Testung erschienen sind. Der Deckelungseffekt sollte an einer in ihrer Zusammensetzung gleichbleibenden Patientengruppe überprüft werden.

4.3.2 Ergebnisse im HSM-Satztest

Der HSM-Satztest wurde innerhalb des ersten Jahres nur an wenigen Patienten mit bereits sehr gutem postoperativen Sprachverstehen durchgeführt. Auf Grund dieser Selektion wurden in dieser Studie nur Ergebnisse ab dem 12. postoperativen Monat verwendet. Wegen der geringen Anzahl vollständiger Datensätze wurden zunächst die Ergebnisse von 23 Patienten untersucht, die nach 12, 24, 36 Monaten getestet werden konnten. (Die übrigen Patienten lieferten zu diesen Zeitpunkten keine kompletten Datensätze).

Es zeigt sich hier folgendes: Bei geringem Störgeräuschpegel ist das Satzverstehen signifikant besser als bei höherem Störgeräuschpegel. Gutes Verstehen bei geringem Störgeräuschpegel korreliert signifikant positiv mit einem besseren Verstehen bei ansteigendem Störgeräuschpegel. Bei Betrachtung der Entwicklung in Abhängigkeit von der Zeit, zeigt sich beim Vergleich der Ergebnis-Mittelwerte eine Verbesserung zwischen 12. und 36 Monat. Diese war jedoch nur unter der Testbedingung „ohne Störgeräusch“ auch signifikant, während die Verbesserung bei entsprechenden Störschallpegeln zwar vorhanden, aber nicht signifikant war.

Im weiteren Verlauf bis zum 72. Monat post operationem ist eine weitere Verbesserung im Sprachverstehen auch unter Störgeräusch im Boxplot-Diagramm erkennbar. Aufgrund der geringen Anzahl vorliegender Datensätze wurden hier keine statistischen Untersuchungen vorgenommen.

Zur Untersuchung des Einflusses der verschiedenen verwendeten Implantate (Firmen Med-el und Cochlear) auf das postoperative Satzverstehen ohne und mit Störgeräuschpegel, wurden die nach 12 monatiger Implantattragezeit erzielten HSM-Ergebnisse betrachtet:

Ohne Störgeräusch schnitten Med-el Implantate mit einem mittleren Satzverstehen von 73,5% (Standardabweichung: 32,5) etwas besser ab als Modelle der Firma Cochlear (Mittelwert: 70,5, Standardabweichung: 35, 4). Mit zunehmenden Störgeräuschpegel schnitten Patienten, die mit Med-el Implantaten versorgt worden sind, zunehmend schlechter ab als Personen mit Cochlear Implantaten. Dies zeigt sich vor allem dann, wenn Testsätze und Störgeräusch den gleichen Schallpegel aufweisen: 39 Patienten mit Med-el Implantaten konnten nur noch 6,7% der Testsätze verstehen (Standardabweichung: 12,0), wobei die 13 Personen, die Implantaten der Firma Cochlear verwendeten, im Mittel noch 45,4% (Standardabweichung: 36,9) verstanden haben. An dieser Stelle muss jedoch berücksichtigt werden, dass 11 Patienten mit Med-el Implantaten und sogar 27 der Personen mit Cochlear-Modellen keine entsprechenden Ergebnisse geliefert haben. Es ist hier die Repräsentanz der Ergebnisse fraglich, da nicht auszuschließen ist, dass gerade Patienten mit schlechtem Sprachverstehen nicht teilgenommen haben könnten, was sich vor allem im Falle der Cochlear- Geräte erheblich auf das bedeutend

bessere Ergebnis ausgewirkt haben könnte. Auf Grund dieser Untersuchung scheint das Sprachverstehen mit Medel-Implantaten ohne Störgeräusch etwas besser zu sein, der Unterschied ist statistisch jedoch nicht signifikant. Im Störgeräusch dagegen ist das Satzverständnis mit Modellen der Firma Cochlear signifikant besser als das bei Verwendung von Implantatsystemen der Konkurrenzfirma. Wie bereits in Kapitel 3.3.4 dargelegt ist das im Sprachprozessor der Firma Cochlear verwendete Richtmikrofon als Ursache für die große Differenz des Sprachverstehens im Störgeräusch zwischen den beiden Fabrikaten anzusehen.

Eine bilaterale Versorgung soll das Verstehen auch im Störgeräusch erheblich verbessern können (Stark et al., 2004).

4.3.3 Einflussfaktoren auf das postoperative Sprachtestverstehen

Wie und in welchem Ausmaß verschiedene Parameter sich auf das postoperative Sprachverstehen ausgewirkt haben, wurde an den Ergebnissen der Sprachtests untersucht.

Anhand des Verstehens im Freiburger-Zahlentests nach 3, 12 und 36 monatiger Implantatbenutzung lassen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Ergebnissen von den untersuchten 14 männlichen und den 16 weiblichen Personen feststellen. Das Geschlecht scheint also keine signifikante Auswirkung auf das postoperative Zahlen-Verstehen zu haben. Mittels einfaktorieller ANOVA wurde auch der mögliche Einfluss der Ätiologie (Aufteilung von 71 Patienten in 10 ätiologische Gruppen) auf die Ergebnisse des Zahlentests überprüft: Während bezüglich des 3 und 12-Monate-Ergebnisses signifikante Unterschiede hinsichtlich der verschiedenen Ätiologien festzustellen waren, ist bei den 36-Monate-Ergebnissen kein signifikanter Unterschied nachzuweisen. Aufgrund der uns vorliegenden kleinen ätiologisch begründeten Gruppengröße, z.B. nach 36 Monaten war nur von einem congenital ertaubten Patient das Ergebnis vorliegend, ist die Aussagekraft stark eingeschränkt. Eine Untersuchung mit größeren Patientengruppen wäre sinnvoll, um auch den zufälligen Einfluss anderer Faktoren (Intelligenz oder Alter des Patienten) möglichst gering zu halten.

Es ist weiterhin auch ein direkter, linearer Zusammenhang zwischen prä- und postoperativen Sprachverstehen zu finden. Es besteht eine geringe positive, jedoch nicht signifikante Korrelation zwischen dem Verstehen mit Hörgeräten und dem Verstehen nach 1, 6 und 12 Monaten Implantatbenutzung.

Bei einem Vergleich zwischen präoperativ (mit Hörgerät) und postoperativ (nach 1 Monat) durchgeführten Freiburger-Einsilbertest ist bei den 30 untersuchten Ergebnissen ein hoch signifikant besseres Sprachverstehen mit Implantat festzustellen. Also bereits nach 1 Monat kann das Implantat einen deutlichen Gewinn im Verstehen bewirken.

Wie sich in folgenden Untersuchungen gezeigt hat, haben folgende Parameter Einfluss auf die postoperativen Ergebnisse nach 1, 3, 6 und 12 Monaten (untersucht an 47 Freiburger-Einsilber- und 49 Innsbruckersatztest-Ergebnissen):

Das Alter bei Auftreten der Hörstörung sowie das Ertaubungsalter korrelieren positiv mit den Ergebnissen, jedoch nicht immer signifikant. Im Innsbruckersatztest ist die Korrelation bezüglich der Hörstörung nicht signifikant beim 12-Monatsergebnis und signifikant bei den Ergebnissen nach 1, 3 und 6 Monaten. Im Freiburger Einsilber dagegen ist sie bezüglich des 1, 6 und 12-Monatsergebnis signifikant, bezüglich 3 Monatsergebnis nicht signifikant.

Das Ertaubungsalter korreliert signifikant positiv mit den Ergebnissen des Innsbruckersatztests nach 3- und 6-monatiger Implantattragezeit und im Freiburger-Einsilber nach 6 und 12 Monatiger Tragezeit. Das Auftreten einer Hörstörung und Ertaubung erst im höheren Alter scheint bessere Ergebnisse im Sprachtest nach sich zu ziehen, als wenn die Erkrankung schon in jungen Jahren eingetreten ist. Das Operationsalter ist als eine Folge des Ertaubungs- oder Hörstörungsalters zu sehen und korreliert nicht signifikant positiv mit den Ergebnissen beider Sprachtests (Ausnahme: das 12-Monatsergebnis des Innsbruckersatztests: hier findet sich eine negative, nicht signifikante Korrelation).

Die Zeitdauer von Beginn der Hörstörung oder Ertaubung bis zur Implantation korreliert negativ mit allen Ergebnissen der Sprachtests: Die Hörstörungsdauer korreliert signifikant mit den Ergebnissen im Innsbruckersatztest nach 1, 3, 6 und 12 Monaten und mit den Resultaten des Freiburger-Einsilbers nach 6 und 12 Monaten.

Die Korrelation zwischen Dauer der Ertaubung und Sprachtestergebnissen ist dagegen in folgenden Fällen auch signifikant: Im Innsbruckersatztest nach 3, 6 und 12 Monaten, und im Freiburger-Einsilber nach 6 und 12. Monaten.

Die Signifikanz der Korrelationen der verschiedenen Parameter (ausgenommen Operationsalter) mit dem postoperativen Sprachverstehen war im Allgemeinen bei den längerfristigen Ergebnissen (nach 6 und vor allem nach 12 Monaten) höher. Die untersuchten Faktoren scheinen hier im Besonderen auf das Einsilber- und Satzverstehen nach einem Jahr Einfluss zu haben. Interessant wäre es, an einer geeigneten Patientengruppe auch die Korrelation nach

mehr als 12 Monaten zu überprüfen. Dies ist in dieser Studie nicht möglich gewesen, da die Anzahl der nötigen, komplett vorliegenden Datensätze zu gering war. Weiterhin ist in diesem Fall zu beachten, dass die Patientengruppe, die die Innsbrucker-Satztestergebnisse geliefert hat eine andere war als jene, welche die Freiburger-Einsilberresultate geliefert hat. Auf Grund der Personenanzahl beider Gruppen, kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die untersuchten Korrelationen durchaus allgemeine Tendenzen wiedergeben können.

In der Literatur findet sich im Vergleich zu den oben dargestellten Ergebnissen folgendes:

Marangos und Laszig bestätigen das Ergebnis dieser Studie, dass das postoperative Sprachverstehen eng mit der Dauer der Taubheit bis zur Implantation zusammen hängt. Erwachsene, die bis zu 10 Jahren taub sind sollen schon bald nach Erstanpassung ohne zusätzliches Lippenablesen Sprache verstehen können (Marangos und Laszig, 1998).

Die Dauer der Ertaubung vor Implantation spielt in sofern eine wichtige Rolle, da es im Verlauf der Zeit zu einer zunehmenden Degeneration der Hörnervenzellen kommen kann (Lenarz, 1998).

Auch andere Autoren bekräftigen die These, dass günstige Ergebnisse bei kurzer Ertaubungsdauer erwartet werden dürfen (Aschendorff et al., 1997 und Müller-Deile et al., 1994).

Kempf und Mitarbeiter (Kempf et al., 2003) konnten keine Abhängigkeit bei erwachsenen Patienten zwischen Ertaubungsalter und Sprachverstehen feststellen. Vielmehr sollten verschiedene Faktoren, wie Taubheitsursache und -dauer, sowie geistige Verfassung detailliert in die Auswertung eingehen.

Dies muss jedoch nicht als Widerspruch zu unserem Ergebnis betreffend des Einflusses des Ertaubungsalters gesehen werden, da zwar alle unsere Patienten zum Zeitpunkt der Operation erwachsen waren, jedoch teilweise schon im Kindesalter erkrankt sind (in diesen Fällen war die Hörerfahrung also nur sehr kurz, oder gar nicht gegeben). Bei Kempf und Mitarbeitern (Kempf et al., 2003) dagegen handelt es sich nur um Patienten die als Erwachsene, also postlingual, ertaubt sind.

Die ätiologisch bedingte Differenzen hinsichtlich des postoperativen Erfolgs sind auf Grund Unterschiedliche bezüglich der Erregbarkeit der Nerven, der Anzahl verbliebener Ganglienzellen und der funktionelle Integrität möglich, jedoch noch nicht sicher diagnostisch erfasst (Lenarz, 1998).

Es bestehen große interindividuelle Unterschiede bei Hörtestergebnissen, die durch Faktoren wie Dauer und Ursache der Ertaubung, Patientenalter und kognitive Fähigkeiten bestimmt werden können (Laszig und Battmer, 1996).

Auch laut NIH Consensus Statement von 1995 beeinflussen folgende der Faktoren das postoperative Rehabilitationsergebnis: Ertaubungsalter (hinsichtlich prä-, peri-, postlingualer Ertaubung), Implantationsalter (mit dem Zusammenhang zwischen Ertaubungsalter und anschließende Ertaubungsdauer), Dauer der Ertaubung, Ätiologie und elektrophysikalische Faktoren, wie noch vorhandene, funktionstüchtige Ganglienzellen (NIH Consensus Statement, 1995).

Dies bestätigt die Korrelationen der verschiedenen Parametern mit den postoperativen Sprachtestergebnissen, die auch wir innerhalb des Patientenkollektivs festgestellt haben.

4.4 Bewertung des Nutzens von Hörgeräten und Cochlea-Implantaten

Wie sich auch bei der Beantwortung der Fragebögen gezeigt hat, die im Rahmen dieser Studie an Patienten verteilt worden waren, geht der Verlust des Hörvermögens häufig mit sozialer Isolation einher. Die Orientierung im Alltag (zum Beispiel im Straßenverkehr) wird schwierig. Unterhaltungen mit anderen Menschen, sowie der Besuch von Kino und Theater werden nahezu unmöglich, wenn nicht entsprechende Hilfsmittel eingesetzt werden. Einsamkeit und das Gefühl ausgeschlossen zu sein sind oft die Folge. Bei mäßigen Hörstörungen, sowie langsam progredienter Hörstörung können oftmals Hörgeräte diese Isolierung zunächst noch herauszögern. Bei weit fortgeschrittenem Hörverlust, oder vollständiger Taubheit kann die audioverbale Kommunikation durch Cochlea-Implantate weitgehend wiederhergestellt werden.

Die aufgetretene Behinderung kann, insbesondere bei beidseitiger Implantation, zu einem großen Teil ausgeglichen werden. Richtungshören, die Identifikation von Gefahrenquellen und das Hören auch bei Störgeräuschen werden so bei vielen Patienten wenigstens teilweise restituiert (Helms et al., 2003).

Auch für circa 30% der taub geborenen Kinder ist bei frühzeitiger Diagnose und Therapie durch Cochlea-Implantation eine beinahe normale Sprachentwicklung und ein offenes Sprachverstehen möglich (Zenner et. al., 2000).

Als Alternativen zur Cochlea-Implantation werden Lippenablesen, Gebärdensprache, akustisch-optische Transformatoren und Vibratoren auf der Rückenhaut angegeben. Diese haben jedoch einen viel geringeren Nutzen (v. Uden, 1988).

Zur subjektiven Beurteilung des Nutzens den schwer Hörgeschädigte aus ihrer in diesem Augenblick verwendeten Hörhilfe ziehen können, wurde 2 verschiedenen Patientengruppen des Kollektivs ein Fragebogen vorgelegt:

- Zum einen wurden präoperativ 21 schwer hörgeschädigten Patienten befragt, die momentan Hörgeräte benutzen und bei denen eine Cochlea-Implantation durchgeführt werden sollte.
- Zum anderen 64 Patienten, die seit mindesten 6 Monaten ein Cochlea-Implantat benutzt haben.

Da es sich hier um 2 verschiedene Patientengruppen handelte, kann kein direkter Vergleich der Antworten bezüglich der gleichen Fragen stattfinden. Jedoch zeigte sich in den Beurtei-

lungen der schwer hörgeschädigten Personen, dass die mit Cochlea-Implantaten versorgte Patientengruppe erheblich mehr Nutzen aus ihrer Hörhilfe ziehen konnten, als die mit Hörgeräten versorgten Personen. In allen 20 Fragen schnitt das Implantat besser ab als das Hörgerät: Die Unterhaltung mit anderen Menschen, das Zuhören bei Fernseh- oder Radionachrichten, sowie bei Versammlungen wurde als weniger eingeschränkt beurteilt als bei der Verwendung von Hörgeräten. Die Orientierung im Verkehr, sowie Richtungshören und das Wahrnehmen von Umgebungsgeräuschen wurde von Implantatbenutzern als einfacher empfunden. Während die Hörgerätbenutzer auf Grund ihrer Behinderung eher andere Menschen zumeiden scheinen, oder sich gemieden und ausgeschlossen zu fühlen scheinen, ist das bei Implantatträgern seltener zutreffend. Die Tendenz keine neuen Leute kennen lernen zu wollen und sich selbst zurückzuziehen, sowie der Verlust von Selbstvertrauen wurde von den Personen, die Hörgeräte verwendeten, häufiger bestätigt. Auch das Gefühl von Minderwertigkeit und Traurigkeit ist bei diesen Personen wohl stärker zutreffend.

Bei diesen befragten Patienten, die alle an einer schweren Hörstörung leiden, sahen sich die Personen mit Hörgeräten erheblich stärker eingeschränkt, als die Implantatpatienten. Dies zeigt deutlich, dass ab einem gewissen Grad der Schwerhörigkeit eine Versorgung mittels Hörgerät oft nicht mehr ausreichend ist, und dass nicht nur vollständig Ertaubte erheblichen Nutzen aus Cochlea-Implantaten ziehen können. Die Teilnahme am Alltagsleben und der soziale Kontakt wird dadurch erheblich erleichtert. Isolation und Zurückgezogenheit sind seltener anzutreffen, da so die taubheitsbedingte Behinderung möglichst eingeschränkt werden kann. Diese zeit- und kostenintensive Rehabilitationsmethode hat sich für viele Patienten sehr bewährt.

In der Literatur wird folgendes angegeben: mäßig bis schwer hörgeschädigte Hörgerät-Benutzer können oft weniger von ihrer Hörhilfe profitieren, als sehr stark hörgeschädigte Implantat-Nutzer. Jedoch sollte vor der Operation eine umfassende Information stattfinden, um eine realistische Erwartungshaltung des Patienten sicherzustellen. Negative psychologische und soziale Erfahrungen werden als eher selten betrachtet und gehen meist mit einer technischen Störung des Implantatsystems einher. Teilweise sind es auch unrealistische Vorstellungen der Patienten, da in manchen Situationen das Verstehen trotz Implantat eingeschränkt bleibt: zum Beispiel bei Störgeräuschen im Hintergrund, oder wenn viele Personen gleichzeitig sprechen (NIH Consensus Statement, 1995).

Neben dem persönlichen Nutzen für den betroffenen Patient ist auch der, für die Allgemeinheit zutreffende, wirtschaftliche Nutzen anzuführen:

Laut Helms et al. sind die mit der Implantation verbundenen Kosten zwar hoch, liegen aber aus volkswirtschaftlicher Sicht deutlich unter den Kosten, die bei lebenslanger Betreuung eines schwer Hörgeschädigten aufzuwenden wären. Häufig kann ein erfolgreicher behandelter tauber Patient wieder arbeiten und Steuern zahlen, und muss nicht durch das Sozialsystem versorgt werden (Helms et al., 2003).

5 Zusammenfassung

Die Cochlea-Implantatversorgung bei beidseitiger, hochgradiger Schwerhörigkeit oder Taubheit ist im Erwachsenenalter die Methode der Wahl zur Wiederherstellung der audioverbalen Kommunikation. Prä- und postoperatives Vorgehen, Operationstechnik und Rehabilitation sind weitgehend standardisiert.

Seit 1987 werden in der HNO-Abteilung des Klinikums Großhadern der Universität München Patienten mit Cochlea-Implantaten versorgt. Im Rahmen dieser Arbeit sind von 95 erwachsenen Patienten (56 Frauen und 39 Männer) vorliegende prä- und intraoperative Parameter erfasst und mögliche Zusammenhänge mit postoperativen Ergebnissen untersucht worden. Innerhalb des Kollektivs war ein progredient-degenerativer Hörverlust die häufigste Ursache (30,5%). Das mittlere Alter bei Auftreten der Hörstörung lag bei 26,3 Jahren (Standardabweichung: 22,3) und das mittlere Operationsalter lag bei 48,5 Jahren (Standardabweichung: 15,9). Es wurden 51 Patienten (53,7%) unilateral, 37 Patienten (38,9%) bimodal und 7 Patienten (7,6%) bilateral versorgt, wobei unterschiedliche Implantatmodelle verschiedener Hersteller verwendet wurden: Med-el (in 42,0% der Fälle), Cochlear (in 52,7% der Fälle) und ABC (in 5,3% der Fälle). Vor Implantation wurde der Grad der Hörstörung durch den Freiburger-Sprachtest ermittelt. In den 85 vorliegenden Befunden zur präoperativen Funktionsprüfung des Hörnervs (Promontorialtest) waren 80 Patienten (94,1%) als zur Implantation geeignet beurteilt worden. Bei 62 Patienten wurde intraoperativ die Funktion des Stapediusreflex geprüft. Es konnte nur bei 53 Personen (85,5%) eine entsprechende Reaktion durch visuelle Beobachtung der Kontraktion des M. Stapedius nachgewiesen werden. Bei 3 der 60 dokumentierten telemetrischen Überprüfungen der Implantatfunktion (5,0%) wurde zunächst ein erhöhter Widerstand festgestellt, der postoperativ jedoch nicht mehr bestand.

Zu den intraoperativ aufgetretenen Komplikationen zählen Ossifikationen von Teilbereichen oder auch der ganzen Cochlea (5,3%) und nicht komplette Insertionen des Elektroenträgers (8,4%), sowie eine nötige Tympanoplastik (2,2%), ein Choleostom (1,1%) und andere, selten aufgetretene Schwierigkeiten. Revisionen mussten bei insgesamt 4 Patienten wegen eines Implantatdefekts nach durchschnittlich 2,4 Jahren durchgeführt werden; es handelte sich jeweils um das Modell C40 Plus der Firma Med-el.

Die postoperative Entwicklung des Sprachverstehens wurde mit verschiedenen Sprachtests (Freiburger-Zahlentest und Einsilbertest, Innsbruckersatztest, HSM-Satztest) zu folgenden

Zeitintervallen nach der Operation überprüft: nach 2 Tagen, nach 1, 3, 6, 12, 24, 36, 48, 60 und 72 Monaten. Der große Erfolg zeigte sich vor allem auch in den Langzeitergebnissen nach 72 Monaten: Im Freiburger-Zahlentest konnten 3 Patienten mit der längsten Implantat-Hörerfahrung 100,0% (Standardabweichung: 0,0) verstehen, im Freiburger-Einsilbertest konnten 2 dieser Patienten 70,0% (Standardabweichung: 7,1) und im Innsbruckersatztest konnten die 4 am längsten getesteten Patienten 90,2% (Standardabweichung: 11,9) verstehen. Es war eine positive Korrelation der postoperativen Ergebnisse mit folgenden Parametern festzustellen: Sprachverstehen vor Implantation, Alter bei auftretender Hörstörung oder Ertaubung. Negativen Einfluss schien dagegen eine lange Zeitdauer zwischen Auftreten der Hörstörung oder Ertaubung und der nötigen Implantation gehabt zu haben. Ein „Ceiling Effekt“ (Deckelungseffekt) zeigt sich für die weniger anspruchsvollen Testverfahren. Über einen Testzeitraum von 12 Monaten (erstes, postoperatives Jahr) konnte im Freiburger-Zahlentest ein Deckelungseffekt ermittelt werden: Ab dem 6. Monat ist hier keine signifikante Verbesserung im Zahlenverstehen feststellbar.

Die Implantatsysteme verschiedener Hersteller wurden anhand der HSM-Satztestergebnisse nach 12 Monaten verglichen: Ohne Störgeräusch schnitten Patienten, die mit Implantaten der Firma Med-el versorgt wurden, etwas besser ab als solche mit Implantaten der Firma Cochlear. Bei zunehmendem Störgeräuschpegel dagegen war das Verstehen mit Implantaten der Firma Cochlear erheblich besser, was zum Teil auf die Testsituation (Sprache vorn, Nutzschaall hinten) und auf das bei dem Sprachprozessor der Firma Cochlear verwendete Richtmikrofon zurückzuführen ist.

Im betrachteten Patientenkollektiv führte die Implantatversorgung nicht immer zu zufriedenstellenden Ergebnissen: 6 der 95 Patienten haben relativ rasch die Benutzung des Gerätes aufgegeben. Als mögliche Ursache sind folgende Punkte zu sehen, in denen sich diese 6 Patienten von den übrigen 89 unterscheiden: Sie sind in jüngeren Jahren erkrankt (14,2 Jahre vgl. 27,0 Jahre) und auch operiert worden (31,6 Jahre vgl. 49,7 Jahre). Häufigste Ursache der Hörstörung war hier Meningitis (33,3%). Im Promontorialtest waren die Werte des C, T- und U-Levels niedriger, der Dynamikbereich war kleiner (5,3 μ A vgl. 23,3 μ A) und eine Hörermüdung war häufiger nachweisbar (33,3% bei 3 vorliegenden Untersuchungsergebnissen vgl. 5,0% bei 60 vorliegenden Ergebnissen). Es wurde von 4 beurteilten Patienten ein Patient (25,0%) als ungeeignet befunden (in der Vergleichsgruppe: 4,9% von 81 Beurteilungen).

In einem Fragebogen konnten die schwer hörgeschädigten Patienten, ihre psychische und soziale Situation beurteilen. Diese 20 Fragen wurden zum einen präoperativ von 21 zur Implan-

tation vorgesehenen Patienten ausgefüllt (derzeit Benutzer von Hörgeräten) und auch von 64 bereits implantierten Patienten (nach mindestens 6 monatiger Gewöhnung). Bei der subjektiven Beurteilung der Alltagstauglichkeit der benutzten Hörhilfe und der persönlichen Gesamtsituation war die Bewertung der Implantatträger deutlich positiver: akustische Orientierung, Teilnahme am Alltagsleben und audioverbale Kommunikation seien mit Implantat oft besser möglich, während das Gefühl der sozialen Isolation und der Verlust an Selbstvertrauen als eher selten beschrieben wurden.

Das Cochlea-Implantat stellt bei gegebener Indikation ein risikoarmes und äußerst erfolgreiches Verfahren zur auditiven Rehabilitation ertaubter Patienten dar. Präoperative Befunde, die frühzeitige Implantation, die Dauer der Implantatnutzung und die Motivation des Patienten haben bedeutenden Einfluss auf das postoperative Ergebnis. Jedoch nicht nur die messbare Zunahme des Sprachverstehens, sondern auch die daraus folgende erhöhte Lebensqualität und Zufriedenheit der Patienten bestätigen die durch das Cochlea-Implantat erzielten großen Erfolge.

6 Literaturverzeichnis

Aschendorff, A., Marangos, N., Laszig, R. (1997) Früh- und Langzeitergebnisse in der Rehabilitation erwachsener Cochlear-Implantat-Patienten;
Laryngo-Rhino-Otol.76: 275-277

Battmer, R. -D.(1998) Technische Aspekte der verschiedenen Codierungsstrategien und Implantatsysteme;

In: Lenarz, Th. (1998) Cochlea-Implantat: ein praktischer Leitfaden für die Versorgung von Kindern und Erwachsenen;

1. Auflage, Springer, Berlin, Heidelberg, New York

Boenninghaus, H.-G., Lenarz, T. (1996) Hals-Nasen-Ohrenheilkunde für Studierende der Medizin;

10. Auflage, Springer, Berlin, Heidelberg, New York

Böhme, G., Welzl-Müller, K. (1998) Audiometrie: Hörprüfungen im Erwachsenen und Kindesalter;

4. Auflage, Huber, Bern, Göttingen, Toronto, Seattle

Brackmann, D.E. (1981) Reduction of tinnitus in cochlear implant patients;

J Laryngol Otol Suppl 4: 163-165

Brimacombe, J. A., Arndt, P. L., Staller, s. J., Breiter, A. L. (1994) Multichannel Cochlear implantation in Adults with Severe-to-Profound Sensorineural Hearing Loss;

Hochmair-Desoyer, I.J./ Hochmair, E. (eds.) 1994,

Mainz, Wien, pp 387-392

Bühl, A., Zöfel, P. (2000) SPSS Version 9.0 – Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows;

6. überarbeitete und erweiterte Auflage, Addison Wesley, München

Burian, K., Eisenwort, B., Pfeifer, C. (1986) Hörtraining: Ein Trainingsprogramm für Cochlearimplantatträger und Hörgeräteträger;
Thieme, Stuttgart

Demajumdar, R., Stoddart, R., Donaldson, I (1999) Tinnitus, cochlear implants and how they affect patients;
J Laryngol Otol 113: 24-26

Dillier, N., Laszig, R.(2001) Audiometrie und Cochlea-Implantat;
IN: Lehnhardt, E., Laszig, R. (2001) Praxis der Audiometrie;
8. Auflage, Thieme, Stuttgart, New York

Fischer, M., Bachor, E., Bagus, H., Bauschulte, S., Greis, K., Kampmann, D., Streicher, B., Jahnke, K. (2000) Ambulante Rehabilitation nach Cochlear-Implantat-Versorgung;
HNO 48: 832-838

Frick, H., Leonhardt, H., Starck, D. (1992) Spezielle Anatomie II: Eingeweide- Nervensystem- Systematik der Muskeln und Leitungsbahnen;
4. Auflage, Thieme, Stuttgart, New York

Frenzen, A. (2001) Hals-Nasen- und Ohrenheilkunde, Kurzlehrbuch für den GK3;
2. Auflage, Urban & Fischer, München, Jena

Gantz, B.J., Lowder, M.W., Mc Cabe, B.F. (1989) Audiologic results following reimplantation of Cochlear Implants;
Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl 142: 12-16

Gelbrich, G. (1998) Statistik für Anwender: Einführende Vorlesung, Arbeiten mit SPSS, Übungsaufgaben und Lösungen;
Shaker Verlag, Aachen

Greimel, K.V., Meco, C., Mair, A., Kohlböck, G., Albegger, K. (2003) Wie wird der Tinnitus durch eine Cochlearimplantation beeinflusst?

HNO 51: 226-231

Haensel, J., Engelke, J.-Ch., Dujardin, H., Westhofen, M. (2004) Die Cochlea-Revisionsimplantation – Erfahrungen und Ergebnisse;

Laryngo-Rhino-Otol 83: 83-87

Hartrampf, R.: Indikation, Kontraindikation und Voruntersuchung bei Kindern.

In: Lenarz, Th. (1998) Cochlea-Implantat: ein praktischer Leitfaden für die Versorgung von Kindern und Erwachsenen;

1. Auflage, Springer, Berlin, Heidelberg, New York

Helms, J., Müller, J., Schön, F., Brill, S. (2003) Cochlea-Implantation: Ergebnisse und Kosten, eine Übersicht;

Laryngo-Rhino-Otol 82: 821-825

Hick, A., Hick, C. (2000) Kurzlehrbuch Physiologie

4. Auflage, Urban & Fischer, München, Jena

Hochmair, J., Schulz, E., Moser, L., Schmidt, M. (1997) The HSM test as a tool for evaluating the speech understanding in noise of cochlear implant users;

Am J Otol 1997; 18, Suppl 83

House, W. F., Urban, J. (1973) Long term results of electrode implantation and electronic stimulation of the cochlea in man;

Ann Otol Rhinol Laryngol 1973; 82: 504-514

Kempf, H.-G., Büchner, A., Stöver, T. (2003) Cochlea-Implantat bei Erwachsenen: Indikation und Durchführung. Teil I: Diagnostik, Operationsverfahren und Ergebnisse;

HNO 51: 591-603

Kießling J. (1996) Scaling methods for the selection, fitting and evaluation of hearing aids;
In: Kollmeier B. (ed): Psychoacoustics, speech and hearing aids;
Singapur, World Scientific

Klenzner, T., Stecker, M., Marangos, N., Laszig, R. (1999) Zur Indikationserweiterung des
„cochlear-implant“. Freiburger Ergebnisse bei Patienten mit Resthörigkeit;
HNO 47: 95-100

Klinke, R. (1987) Die Verarbeitung von Schallreizen im Innenohr- Eine Übersicht über neue
Messergebnisse;
HNO 35: 1139-149

Klinke, R., Hartmann, R. (1979) Physiologische Grundlagen einer Hörprothese;
Arch. Oto-Rhino-Laryngol 223, 77-137

Köster, O., Böckler, R., Lackner, K., Koch, U. (1984) Die hochauflösende Computertomogra-
fie des Mittel- und Innenohrs;
Laryngol Rhinol Otol 63: 488-493

Laszig, R., Battmer, R. D. (1996) Das Clarion® Cochlear Implantat – technische Grundlagen,
erst klinische Erfahrungen und Ergebnisse;
Laryng-Rhino-Otologie 75: 1-9

Laszig, R., Battmer, R.D., Becker, H. (1986) Hochauflösende Computertomografie als ergän-
zende Voruntersuchung zum Cochlear Implantat;
HNO 34: 429-433

Lehnhardt, E., Battmer, R.-D., Nakahodo, K., Laszig, R. (1986) Cochlea Implants;
HNO 34: 271-279

Lehnhardt, E. (1994) Cochlear Implantat;
In: Oto-Rhino-Laryngologie in Klinik und Praxis, Band 1, (Hrsg.) Naumann, H.,
1. Auflage, Thieme, Stuttgart, New York

Lehnhardt, E. (1996) Praxis der Audiometrie;

7. Auflage, Thieme, Stuttgart, New York

Lehnhardt, E., Laszig, R. (2001) Praxis der Audiometrie;

8. Auflage, Thieme, Stuttgart, New York

Lenarz, Th. (1998) Cochlea-Implantat: ein praktischer Leitfaden für die Versorgung von Kindern und Erwachsenen;

1. Auflage, Springer, Berlin, Heidelberg, New York

Leonhardt, H. (1990) Histologie, Zytologie und Mikroanatomie des Menschen;

8. Auflage, Thieme, Stuttgart, New York

Marangos, N., Laszig, R. (1998) Cochlear Implants. Die prothetische Versorgung bei Taubheit um die Jahrtausendwende;

HNO 46/1: 12-26

Fa. Medel (2003) Cochlea-Implantate verstehen;

Innsbruck, Austria

Michelson, R.P. (1971) Electrical Stimulation of the human cochlea;

Arch otolaryngol 93: 317-323

Müller-Deile, J., Schmidt, B. J., Rudert, H. (1994) Kieler Erfahrungen mit der Cochlear Implantat-Versorgung;

Laryngo-Rhino-Otol. 73: 300-310

NIH Consensus Statement (1995): Cochlear Implants in Adults and Children;

NIH Consensus Statement Online 1995 May 15-17 [cited year month day] 13 (2):1-30

Ray, J., Gray, R. F., Court, I. (1998) surgical removal of 11 cochlear implants-lessons from the 11-year-old Cambridge program;

J Laryngol Otol 112: 338-343

Ringdahl, A., Eriksson-Mangold M., Karlsson, K. (1993) Gothenburg Profile: self-report inventory for measuring experienced hearing disability and handicap;
International Collegium Rehabilitative Audiology, Newsletter 6: 31-33

Rintelmann, W.F., Swan, S.A. (1991) Pseudohypacusis.
In: Rintelmann, W.F. (ed.): Hearing Assessment, 603-652. Pro ed. Austin

Rost, U., Strauß-Schier, A. (1998) Rehabilitation und Testkonzepte bei Erwachsenen;
In: Lenarz, Th. (1998) Cochlea-Implantat: ein praktischer Leitfaden für die Versorgung von Kindern und Erwachsenen;
1. Auflage, Springer, Berlin, Heidelberg, New York

Ruckenstein, M.J., Hedgepeth, C., Rasfter K.O., Monte, L.M., Bigelow, D.C. (2001) Tinnitus suppression in patients with cochlear implants;
Otol Neurotol 22: 200-204

Ruh, S., Battmer, R. D., Strauß-Schier, A., Lenarz, Th. (1997) Cochlear Implantat bei resthörigen Patienten;
Laryngo-Rhino-Otol 76: 347- 350

Schmidt, Robert F. (1995) Neuro- und Sinnesphysiologie;
Springer, Berlin, Heidelberg, New York

Schorn, K. (1997) Stand der audiologischen Diagnostik;
Deutsche Gesellschaft für Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie, Verhandlungsberichte 1997, Referate 131-176.
Springer, Berlin

Shallop, J. K., Arndt, P. L., Turnacliiff, K. A. (1992) Expanded Indications for Cochlear Implantation: Perceptual Results in Seven Adults with Residual Hearing;
Journ. Speech Lang Pathol 16 (2): 141-148

Simmons, F. (1996) Electrical stimulation of the auditory nerve in man;
Arch otolaryngol 84: 24-76

Stark, T., Engel, A., Borkowski, G. (2004) Bilaterale Cochlea-Implantation bei unterschiedlicher Ertaubungsdauer;
Laryngrhinootologie 83: 20-22

Toutenbourg, H. (2000) Induktive Statistik – Eine Einführung mit SPSS für Windows;
Springer, Berlin, Heidelberg

v. Uden, A. (1988) Für gehörlose Kinder ist Einsprachigkeit besser als Zweisprachigkeit;
Hörgeschädigten Pädagogik 42: 149-160

Waldeyer, A., Waldeyer, U. (1973) Anatomie des Menschen für Studierende und Ärzte- zweiter Teil, Kopf und Hals -Auge - Ohr - Hirn - Arm- Brust;
9. Auflage, de Gruyter, Berlin, New York

Wiseman, M. (1999) SPSS für Windows Special Topics: Einige Grundbegriffe der Statistik;
Leibniz-Rechen Zentrum der Bayrischen Akademie der Wissenschaften, München

Wiseman, M. (2004) SPSS für Windows: Eine Einführung;
Leibniz-Rechen Zentrum der Bayrischen Akademie der Wissenschaften, München

Zöllner, F., Keidel, W.D. (1963) Gehörvermittlung durch elektrische Erregung des Nervus acusticus,
Arch. klin. Exper. Ohr.-, Nas.- u. Kehlk.-Heilkunde 181: 216-223

7 Lebenslauf

Name: Eva Katharina Schindela
Geburtsdatum: 14. 01.1980
Geburtsort: München
Familienstand: Ledig
Konfession: Evangelisch

Schule: 1986-1990 Besuch der Grundschule Haar
1990-1999 Besuch des Ernst-Mach-Gymnasiums Haar

Studium: WS 1999 bis SS 2004 Studium der Zahnheilkunde an der Ludwig-Maximilian-Universität München
2000 Vorphysikum
2002 Physikum
2004 Staatsexamen

Beruf: Januar 2005 Anstellung als Assistenz Zahnärztin