

Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Aalen

Fachbereich Optik und Mechatronik

Studiengang Augenoptik und Hörakustik

Bachelorarbeit

Zur Erlangung des akademischen Grades eines Bachelor of Science (FH)

Thema:

Untersuchung der Cochlear Implant-Versorgung bei einseitiger Ertaubung:

Welche Patienten profitieren von dieser?

Verfasser:

Esther Hillinger

Matrikel-Nr. 26887

1. Gutachter:

Prof. Dr. Annette Limberger

2. Gutachter:

Prof. Dr. med. Matthias Tisch

Vorgelegt am:

20.10.2011

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung/ Abstract	1
2	Einleitung	3
3	Material und Methode	8
3.1	Patienten	8
3.2	Fragebogen	12
3.3	Optimierung der CI-Einstellung	12
3.4	Audiologische Diagnostik	13
3.4.1	Ton- und Sprachaudiometrie	13
3.4.2	Sprachverstehen im Störlärm	14
3.4.3	Lokalisation.....	14
4	Ergebnisse	15
4.1	Fragebogen	15
4.2	CI-Optimierung	17
4.3	Audiologische Diagnostik	17
4.3.1	Ton- und Sprachaudiometrie	17
4.3.2	Sprachverstehen im Störlärm	22
4.3.3	Lokalisation.....	28
5	Diskussion	31
6	Fazit	37
7	Ausblick	38
8	Danksagung	39
	Anhang	40
A.	Patientendaten	40
	Literaturverzeichnis	41

1 Zusammenfassung/ Abstract

A. Zusammenfassung

Hintergrund

Das Cochlear Implant (CI) hat sich in den letzten Jahren immer öfter für die Versorgung von einseitig ertaubten Menschen als erfolgreich herausgestellt ([1], [2], [3]) und viele mehr. Im Ulmer Bundeswehrkrankenhaus werden bereits einseitig Ertaubte mit Cochlear Implants versorgt. Doch welche Patienten von der einseitigen CI-Versorgung profitieren wird im Rahmen dieser Bachelorarbeit untersucht.

Methoden

11 Patienten wurden mit einseitiger Taubheit und meist begleitendem Tinnitus selektiert. Diese wurden anhand eines Fragebogens befragt und ton- und sprachaudiometrische Messungen, sowie eine Untersuchung der Lokalisation durchgeführt.

Ergebnisse

Bei allen 11 Patienten konnte ein Hörerfolg durch das CI festgestellt werden. Der Tinnitus konnte mittels CI auf ein Minimum reduziert werden.

Schlussfolgerung

Eine Cochlear Implant-Versorgung nach einseitiger Ertaubung erwies sich für jede Altersgruppe als erfolgreich, bei der eine Ertaubungsdauer von weniger als 10 Jahren vorlag und Motivation zur Spracherkennung im Störlärm und Richtungshören gegeben war. Ein Tinnitus kann durchaus positiv beeinflusst werden.

B. Abstract

Background

In recent years the cochlear implant has established increasingly to be a successful supply for unilateral deaf patients ([1], [2], [3]) and many else. In the armed forces hospital in Ulm they go ahead and implant unilateral deaf patients with cochlear implants already. But which of these patients really benefit from this single-sided supply this should be examined in frame of this bachelor-thesis.

Methods

11 patients with single-sided deafness and often with accompanying tinnitus were selected. They were interviewed using a questionnaire and carried out measurements of audiometry and localization.

Results

All of 11 patients had a hearing success with the cochlear implant. The tinnitus could be reduced to a minimum with the CI.

Conclusions

The cochlear implant care after unilateral deafness proved to be successful for each age group, in which duration of deafness existed less than 10 years. A good motivation for training the speech recognition in noise and localization is essential. The tinnitus may be affected well.

2 Einleitung

Besteht eine mittel- bis hochgradige Innenohrschwerhörigkeit, so wird in der Praxis zunächst versucht, den Hörverlust mit ausreichend verstärkenden konventionellen Hörsystemen zu rehabilitieren. Hier gibt es eine breitgefächerte Auswahl an unterschiedlichen Hörsystemtypen und Hörsystemherstellern. Bei einseitiger hochgradiger Innenohrschwerhörigkeit oder Ertaubung gibt es hier die Möglichkeit der Versorgung mit einem „Contralateral Routing of Signal“ (CROS)-Gerät. Reicht allerdings die von dem Gerät abgegebene, verstärkte Schallenergie nicht mehr aus, um den Patienten ein ausreichend gutes Sprachverstehen zu ermöglichen [4] oder liegen andere medizinische Kontraindikationen, wie z.B. ein laufendes Ohr oder otitis media [5], vor, die gegen eine Anpassung konventioneller Hörsysteme sprechen, dann müssen alternative Rehabilitationsmöglichkeiten in Betracht gezogen werden. Alternativen wären u.a. die Versorgung mit einem knochenverankerten Hörsystem „BAHA®“ (Bone Anchored Hearing Aid, Cochlear AG, Hannover), in dem Falle aber in Form eines so gen. Pseudo-CROS, oder Cochlear Implants. Bei der CROS-Versorgung mit einem konventionellen Hörsystem nimmt ein Mikrofon auf der ertaubten Seite den Schall auf und leitet diesen über ein langes Kabel an ein konventionelles HdO-Hörsystem auf der normal- oder besser hörenden Seite weiter. In dem Falle wird bei ersterem entweder von der CROS-Versorgung oder von der Bi-CROS-Versorgung gesprochen. Hier befinden sich allerdings schon neuere drahtlose Geräte auf dem Markt, wie z.B. das WiFi Mic von der Firma Unitron, das die Signale über ein wireless Mikrofon aufnimmt und von einem wireless Empfänger empfangen werden, so dass dieser die empfangenen Schallsignale an das normalhörende oder besser hörende Ohr überträgt [6]. Dadurch wird der auf der ertaubten Seite aufgenommene Schall direkt an das bessere Innenohr übertragen. Ein gutes Richtungshören kann leider nicht erzielt, lediglich nur imitiert werden. Es liegt ein so genanntes „pseudostereofones Hören“ vor [7]. Wird ein Patient nun auf der betroffenen Seite angesprochen, so nimmt er dieses, ohne einen stereofonen Effekt wahrzunehmen, nur auf der hörenden Seite wahr. Auch Harford et al. untersuchten dies [8]. Die CROS-Versorgung erzielte eine nur sehr geringe Erfolgsrate bei Sprachtests. Markides [9] fand in einer weiteren Studie ähnliche Ergebnisse heraus und wies nach, dass keiner seiner Patienten durch die CROS-Versorgung das Richtungshören zurück erlangen konnte. Dennoch bietet die CROS-Versorgung gegenüber konventioneller Hörsysteme auf der betroffenen Seite die Vorteile, dass die Patienten wesentlich geringere Rückkopplungen

bei hochgradiger sensorineuraler Schwerhörigkeit haben, die aufgrund der sehr hoch zu wählenden Verstärkung hervorgerufen wird. Weiterhin wird eine bessere Sprachverständlichkeit im Störlärm erzielt und dass ohne operativen Eingriff. Allerdings sprechen auch einige Punkte gegen eine CROS-Versorgung. Es kann im Vergleich zu anderen Hörhilfen eine nur recht geringe Hörverbesserung beobachtet werden [10] und durch die Aufnahme der beidseitigen Schallaufnahme auf dem normal- oder besserhörendem Ohr kommt ein Höreindruck zustande, mit dem sich nur einige wenige arrangieren können [5].

Eine weitere Alternative bietet die Pseudo-CROS-Versorgung mit knochenverankerten Hörsystemen bei einseitiger Ertaubung oder hochgradiger Innenohrschwerhörigkeit. Wie auch schon Jacob et al. und Federspil untersucht haben, bietet diese Versorgungsvariante gute Ergebnisse im Bereich der Verbesserung der Sprachverständlichkeit im Störlärm und Richtungshören ([11], [1], [12]). Durch die direkte Knochenleitung ermöglicht das BAHA®-System eine natürliche Hör- bzw. Klangqualität, wobei es bei der einseitigen Ertaubung nur einen pseudostereophonen Höreindruck ermöglicht, ähnlich wie bei der CROS-Versorgung auch ([3], [13]). Die tägliche Reinigung der äußeren Titanschraube ist sehr wichtig und sollte von jedem Patienten eingehalten werden, um sich keinerlei Haut- oder Weichteilentzündungen zuzuziehen. Ebenfalls ist bei einigen der Patienten ein Verlust der Hautsensibilität oberhalb der Titanschraube festzustellen [10]. Dies sind einige Nebenwirkungen und Komplikationen, die nach einer Versorgung mit Pseudo-CROS auftreten können. Wiederum stellt es einen erheblichen Vorteil dar, da es vor der Operation getestet werden kann und einen Höreindruck mit der eventuell zukünftigen Hörhilfe ermöglicht. Somit können im Voraus bereits Fehlentscheidungen vermieden werden [11]. Anders als bei der CROS-Versorgung entfällt bei Pseudo-CROS das oftmals störende Kabel und die Otoplastik für das besser hörende Ohr, welches einen Okklusionseffekt auf der besseren Seite auslöst und somit das Hören wiederum beeinträchtigt. Allerdings kann auch mit einer offenen Otoplastik versorgt werden, um diesen Effekt zu mindern.

Die jüngste Variante bei einseitiger Versorgung ist die CI-Versorgung. Bei dieser Versorgungsart wird durch die direkte elektrische Stimulation des Hörnervs die Funktion der Hörbahn der betroffenen Seite wieder genutzt und ein Hörempfinden erneut hergestellt [14]. Nach der Leitlinie „Cochlear Implant-Versorgung einschließlich auditorisches Hirnstammimplantat“ der Arbeitsgemeinschaft deutschsprachiger Audiologen, Neurootologen und Otologen (ADANO) von 1999 ist ein Indikationsbereich

bei postlingual ertaubten Erwachsenen und gehörlosen Kindern mit einer angeborenen oder erworbenen Taubheit gegeben. Bei den Kindern wurde der Indikationsbereich auf prälinguale und postlinguale Ertaubung erweitert. Mögliche absolute Kontraindikationen sind eine fehlende Cochlea oder Hörnerv, schwere psychotische Erkrankungen, psychomotorische Entwicklungsstörungen oder Intelligenzdefizite oder eine fehlende Rehabilitationsfähigkeit bei der CI-Versorgung [15]. Bei postlingual ertaubten Erwachsenen wird von einer höheren Hörverbesserung ausgegangen und verspricht „eine Verbesserung des auditiven Sprachverständnisses sowie der Kommunikationsfähigkeit bei gleichzeitiger Anwendung des Lippenlesens“ und „eine Verbesserung des auditiven Sprachverständnisses ohne Lippenlesen“. Die CI-Versorgung verspreche eine Verbesserung der Fähigkeit Umweltgeräusche leichter zu erkennen und die Fähigkeit leichter telefonieren zu können soll ebenfalls zunehmen [14]. Nach einer europäischen Studie wird von einer erfolgreichen CI-Versorgung ausgegangen, wenn bei Patienten mit Hörsystem präoperativ eine Einsilberverschämlichkeit bei 65 dB von weniger 30 % vorliegt [16].

Arndt et al. haben mit einer weiteren Studie auch gezeigt, dass zwar sowohl mit der Versorgung von CROS-Systemen oder Pseudo-CROS sich Hörerfolge im Bereich der Sprachverständlichkeit im Störlärm und der Lokalisation zeigen, allerdings im direkten Vergleich zu der CI-Versorgung nicht mithalten konnten [3]. Mit CI wurde beispielsweise bei der Überprüfung der Lokalisation eine um ca. 40 % höhere Trefferquote als bei knochenverankerten Systemen oder CROS-Systemen ermittelt. Auch Vermeire et al. konnten gute Hörerfolge mit einseitigen CI in der Sprachverständlichkeit feststellen [2]. Bei hochgradiger sensorineuralen Schwerhörigkeit konnten keine zufriedenstellenden Ergebnisse in der Verständlichkeit und Lautstärke mittels BAHA® oder CROS-Systemen erzielt werden, so dass auf anderem Wege rehabilitiert werden musste. Die nächstbeste erfolgsversprechende Alternative stellte die Implantation eines Cochlear Implants dar, so dass bei einseitiger Ertaubung diese vor der BAHA®- oder CROS-Versorgung hohen Zuspruch fand, wie auch sämtliche Studien in internationalen Kliniken bestätigten. Jacob et al. haben in einer Studie einen direkten Vergleich zwischen CROS-, Pseudo-CROS- und CI-Patienten durchgeführt und den Hörerfolg geprüft. Mit einer visuellen Analogskala (VAS) wurde der subjektive Höreindruck erfragt, bei der dieser mit CI (7,5 auf der Skala) bei weitem besser ausfiel als bei den anderen beiden Versorgungstypen (Pseudo-CROS mit 3,5 und CROS mit 2,2) [1]. Doch bringt das Cochlear Implant auch den einen oder anderen Nachteil mit sich. Ein wesentlicher Nachteil der einseitigen CI-Versorgung stellt

die Klangqualität des CI dar. Zum einen ergibt sich durch die elektrische Stimulation des Hörnervs ein eher künstlicher, mechanischer Klang. Stimmen werden anfangs noch als „Mickey Maus“-Stimmen empfunden, doch auch nach längerer Tragezeit wird die Stimme oder das Geräuschemfeld nicht mehr so natürlich empfunden, wie mit einem normalhörenden Ohr. Das Richtungshören und das Sprachverstehen im Störlärm zeigen gegenüber der CROS- oder auch der Versorgung mit knochenverankerten Hörsystemen große Verbesserungen, dennoch bleibt die Hörschwelle des CI-Ohres immer eingeschränkt. Strutz [17] beschreibt diesen binauralen Höreffekt als Missmatching, bei dem es zu einem Konflikt zwischen dem normalhörendem Ohr und dem CI-versorgtem Ohr kommt. Hierbei bekommt das Gehirn eine ganz natürliche Klangqualität und eine nur stark eingeschränkte, mechanische Qualität des CI, so Strutz. Es wäre von dieser Art von Rehabilitation bei einseitiger Ertaubung abzuraten und eine Versorgung mit Pseudo-CROS vorzuziehen. Diesen sehr unterschiedlichen Klang zu verarbeiten ist nur sehr schwer zu erreichen und kostet sehr viel kontinuierliches Training. Neben diesen Nachteilen kommt noch das Risiko des operativen Eingriffes in das Innenohr hinzu. Allerdings äußern sich die betroffenen Patienten mit positiven Erfahrungen, gutem Sprachverständnis im Störlärm und wiedergewonnenes Richtungshören und einem natürlichen Höreindruck im Alltag, so dass die Argumentation von Strutz wiederum von Patientenaussagen widerlegt werden konnte.

Möglicherweise liegen einige Faktoren vor, die den Hörerfolg mit einseitigem CI beeinflussen. So soll geprüft werden, bei welchen der Patienten sich der Hörerfolg sich als positiv oder weniger positiv verhält und wovon dieses abhängt. In wie fern spielt ein präoperativ vorhandener Tinnitus bei der Entscheidung für eine Cochlea Implantation eine Rolle? Ist eine logopädische Therapie nach der Implantation ratsam? Und nicht zu vergessen, spielt die eigene Motivation zur Erkennung von Geräuschen und Lokalisation von Schallquellen auch eine ganz wichtige Rolle.

Hierzu wurden bereits in der Vergangenheit Studien durchgeführt, u.a. von der UK Cochlear Implant Study Group [18]. Sie fanden heraus, dass das Alter weniger ausschlaggebend ist, eher die Ertaubungsdauer. Patienten mit kürzerer Ertaubungsdauer erzielten bessere Ergebnisse bei den Sprachtests und eine höherer Effektivität des CI's. Francis et al. [19] untermauerte diese Hypothese, dass das CI eine wirkungsvolle Versorgungsmethode im Alter darstellt. So auch Labadie et al. [20] und Shin et al. [21]. Ebenfalls kann durch die CI-Versorgung ein präoperativ vorhandener Tinnitus positiv beeinflusst werden. Hier gibt es auch zahlreiche Studien, die belegen, dass der einseitige

Tinnitus eine wesentliche Indikation für die einseitige CI-Versorgung ist, so z.B. Vermeire et al. [2] oder Ruckenstein et al. [22] stellten eine signifikante Reduktion des Tinnitus nach Cochlea Implantation fest. Nach Ruckenstein et al. nahmen 92 % der insgesamt 38 Patienten innerhalb der Studie eine Verminderung des Tinnitus wahr. So bestätigten es auch viele andere wie Miyamoto et al. [23] oder Andersson et al. [24]. Quaranta et al. konnte sogar belegen, dass der Tinnitus durch die CI- Versorgung bei ca. 65 % der insgesamt 41 Patienten gänzlich unterdrückt werden konnte [25].

Am Bundeswehrkrankenhaus wurden bereits mehrere Patienten bei einseitiger Ertaubung mit einem Cochlear Implant versorgt. Es wurde ein Messprotokoll etabliert, um den Erfolg der einseitigen Versorgung zu messen. Letztlich soll herausgefunden werden, welche Patienten von der einseitigen Versorgung mit einem Cochlear Implant profitieren. Insgesamt 11 Patienten wurden im Rahmen der Bachelorarbeit selektiert, die nun im weiteren Verlauf beschrieben werden.

3 Material und Methode

Alle notwendigen Einstellungen und Messungen wurden innerhalb einer schallisolierten Kabine (254 cm x 264 cm x 198 cm) durchgeführt, die das Bundeswehrkrankenhaus Ulm zur Verfügung stellte. Es wurden keine statistischen Auswertungen im Rahmen dieser Studie unternommen, da die Daten aufgrund der zu geringen Stichproben und der sehr großen Standardabweichungen keine statistische Signifikanz erreichen.

3.1 Patienten

An den Untersuchungen nahmen insgesamt 11 Patienten teil, davon 3 Frauen und 8 Männer. Das durchschnittliche Alter betrug 51 Jahre, darunter 4 Personen im Alter von 20-45 Jahren (Mittelwert: 34 Jahre), 4 Personen im Alter von 46-60 Jahren (Mittelwert: 54 Jahre) und 3 Personen im Alter von 61-80 Jahren (Mittelwert: 69 Jahre), wie in Abb. 1 dargestellt ist. Bei 10 Patienten kam es zu einer postlingualen Ertaubung, bei einem handelte es sich um eine kongenitale Ertaubung und war somit prälingualer Natur.

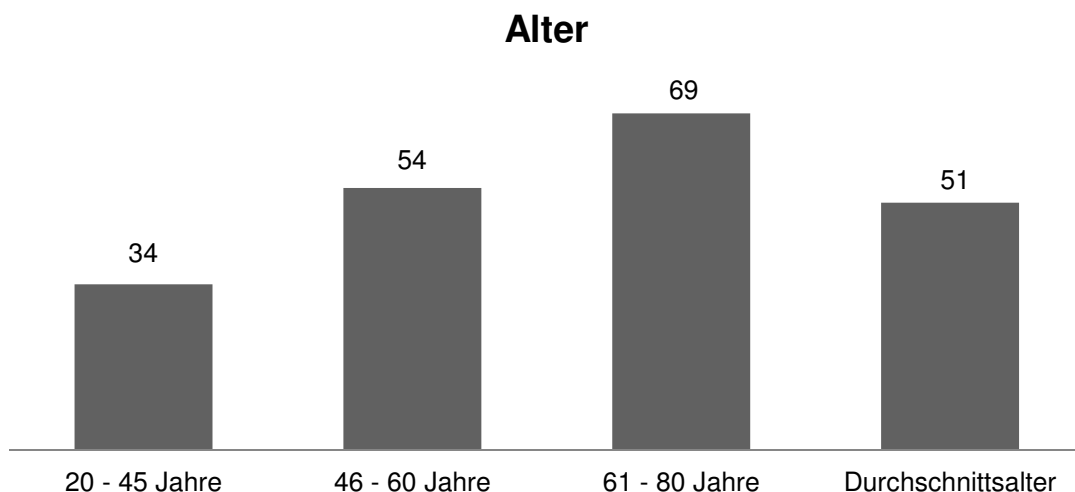


Abb. 1 Altersverteilung der insgesamt 11 Patienten im Mittel unterteilt in den Altersgruppen 20-45 Jahren (4 von 11 Patienten); 46-60 Jahren (4 von 11 Patienten); 61-80 Jahren (3 von 11 Patienten)

In Anhang A sind die wesentlichen Patientendaten nochmals zusammengefasst. Eingeschlossen waren alle Patienten, die bei Normakusis bzw. maximal mittelgradigen Schwerhörigkeit des bessern Ohres auf der anderen Seite mit einem Cochlear Implant versorgt wurden. Die über die Frequenzen 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 und 4,0 kHz gemittelte

tonaudiometrische Hörschwelle betrug im Mittel auf dem besseren Ohr 23 dB HL, wie in Abb. 2 dargestellt.

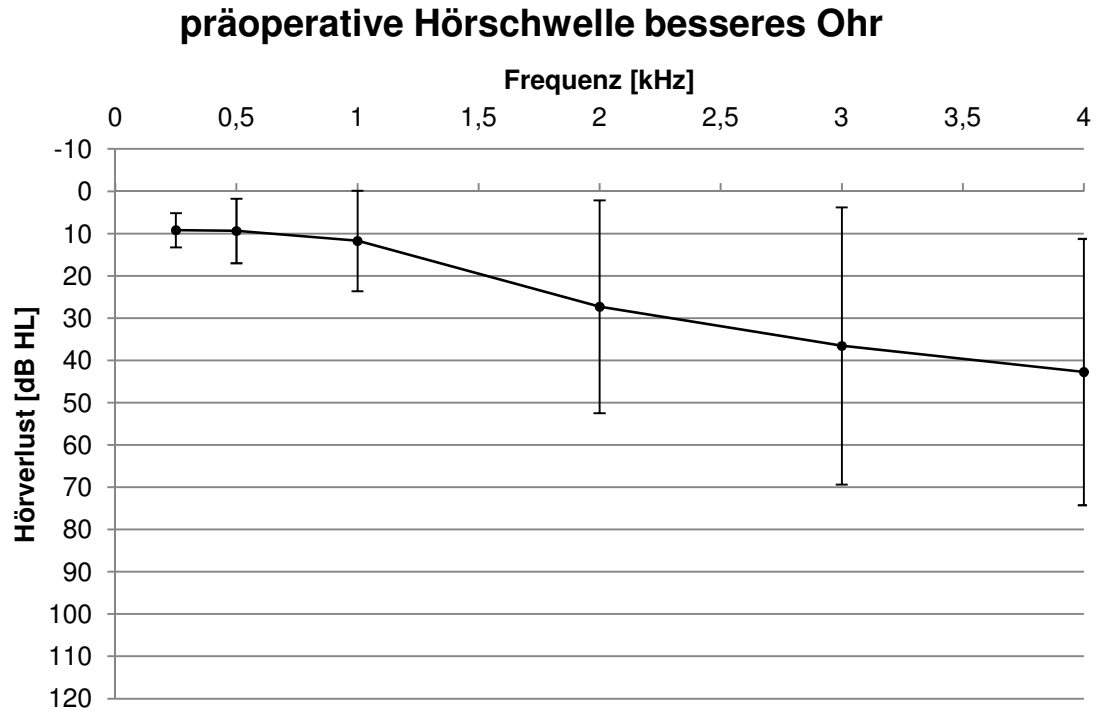


Abb. 2 Präoperative Hörschwelle des besseren Ohres: Dargestellt ist die im Mittel über Kopfhörer gemessene Hörschwelle des besseren Ohres vor der Implantation bei den Frequenzen 0,25; 0,5; 1; 2; 3; 4 kHz mit der jeweiligen Standardabweichung

In Tabelle 1 wurden nochmals die Patientenwerte für die präoperative Hörschwelle des besseren Ohres zusammengefasst.

Tabelle 1 Mittelwert, Standardabw., Median, Maximum, Minimum der Hörschwellen aller 11 Patienten; präoperativ des besseren Ohres

Frequenz [kHz]	0,25	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0
Mittelwert [dB]	9	9	12	27	37	43
Standardabw. [dB]	4	8	12	25	33	32
Median [dB]	10	10	12	20	30	40
Max.	15	20	30	65	90	95
Min.	2	0	0	-1	0	0

Bei 5 von 11 Patienten, somit die Hauptursache der einseitigen Ertaubung aller Patienten, wurde ein Hörsturz diagnostiziert, der zur einseitigen Ertaubung führte. Bei 4 weiteren Patienten wurde der Hörverlust durch eine Mittelohrentzündung ausgelöst. Ein Knalltrauma und genetisch bedingte Vererbung wurden je einmal diagnostiziert. Die Spanne zwischen der Ertaubung und der Implantation lag im Mittel bei 17 Jahren, wobei sich hier die Spanne zwischen 1 und 55 Jahren erstreckte. Der Median lag bei 10 Jahren. 9 der Versuchspersonen wurden mit dem „Sonata TI 100“-Implantat und „Opus 2“-Sprachprozessor und 2 der Patienten wurden mit dem „Sonata FLEX^{EAS}“ und „DUET“-Prozessor bei elektro-akustischer Stimulation (EAS) der Firma MED-EL (Elektromedizinische Geräte GmbH, Innsbruck, Österreich) versorgt. Im Mittel waren diese Versuchspersonen ca. 1 Jahr mit dem CI versorgt. Die kürzeste Hörphase mit CI lag bei ca. einem ½ Jahr, die längste Hörphase mit CI lag bei 2,5 Jahren.

5 von den 11 Patienten besaßen vor der Implantation noch ein Restgehör auf dem schlechten Ohr. Dies entspricht einem Prozentsatz von 45,5 %. Der gemittelte тонаudiometrische Hörverlust bei den Frequenzen 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 kHz betrug im Mittel 83 dB HL, wie in Abb. 3. dargestellt wurde.

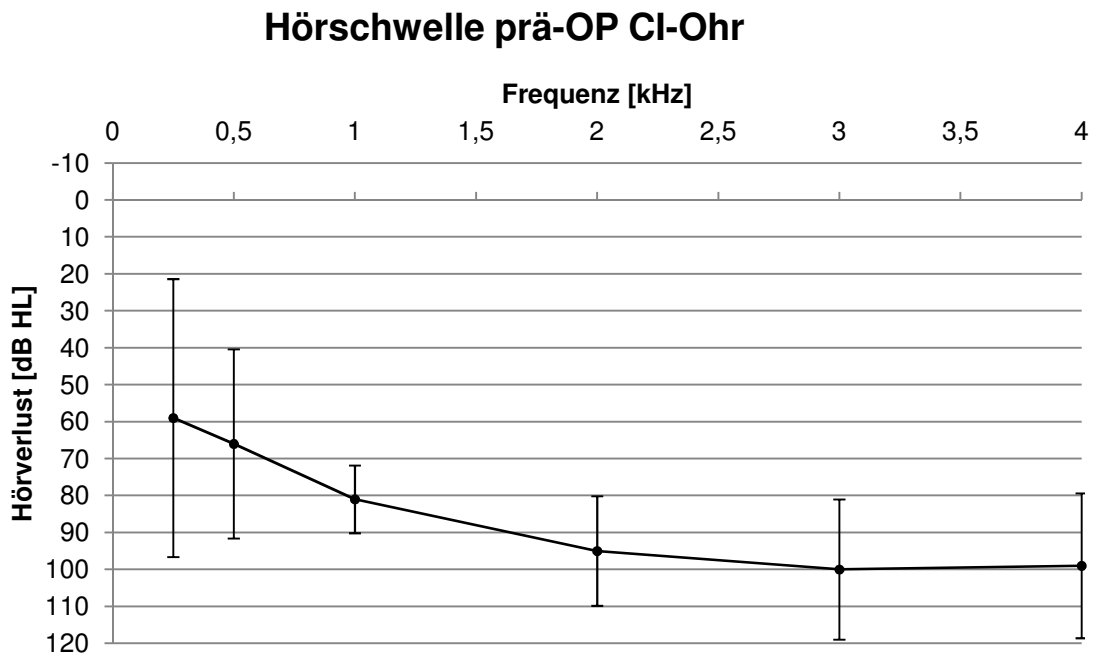


Abb. 3 Gemittelte präoperative Hörschwelle des schlechteren Ohres aller Patienten mit Standardabweichung: Gemessen wurde die Luftleitung über Kopfhörer kurz vor der Implantation bei den Frequenzen 0,25; 0,5; 1; 2; 3; 4 kHz

In Tabelle 2 sind die präoperativen Hörschwellenwerte des CI-Ohres zusammengefasst.

Tabelle 2 Mittelwert, Standardabw., Median, Maximum und Minimum der Hörschwellen aller 11 Patienten; präoperativ des CI-Ohres

Frequenz [kHz]	0,25	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0
Mittelwert [dB]	59	66	81	95	100	99
Standardabw. [dB]	38	26	9	15	19	20
Median [dB]	65	70	85	90	100	100
Max.	120	100	90	115	120	120
Min.	5	30	70	80	70	70

2 von diesen 5 Patienten (mit präoperativen Restgehör) wurden mit einer elektroakustischen Stimulation (EAS) versorgt, welches eine Kombination aus einer HG-Versorgung zur Verstärkung der tiefen Frequenzen und einer Versorgung mittels CI für den hohen Frequenzbereich darstellt. Diese unterschieden sich sowohl im Alter als auch im Hörverlust auf dem besser hörenden Ohr stark voneinander.

Bei dem einem handelte es sich um einen 31-jährigen männlichen Patienten mit Normakusis auf dem besseren Ohr und bei dem anderen um einen 66-jährigen ebenfalls männlichen Patienten mit einem Hochtonsteilabfall. Der gemittelte tonaudiometrische Hörverlust bei den Frequenzen 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 kHz betrug im Mittel 49,0 dB HL.

Ein weiteres wichtiges Kriterium war der bereits vor der Implantation vorhandene Tinnitus. Hier gaben 7 der 11 Patienten einen bereits vor der Operation bestehenden Tinnitus an. Dies entspricht einem Prozentanteil von 63,6 %.

3.2 Fragebogen

Der Fragebogen beinhaltete die Datenaufnahme jedes einzelnen Patienten: Zeitpunkt der Ertaubung, Zeitpunkt der Implantation, Ursache, Versorgung des schlechteren Ohr vor der Implantation mittels Hörsystem, BAHA®- Versorgung (bone anchored hearing aids), CROS (Contralateral Routing of Signals)- oder Bi-CROS-Versorgung. Wurde zuvor das bessere Ohr ebenfalls mit einem Hörsystem versorgt? Liegt eine Versorgung in Form einer elektro-akustischen Stimulation (EAS) vor? Bestand bereits vor der Implantation ein Tinnitus? Falls ja, konnte mittels der Implantation eine Verminderung des Tinnitusgrades oder sogar eine Suppression des Tinnitus erzielt werden? Es wurde nach dem subjektiven Hörerfolg gefragt und in speziell welchen Situationen eine Verbesserung postoperativ eingetreten ist. Zum Abschluss sollte von jedem Patienten die Gesamtzufriedenheit beschrieben werden.

3.3 Optimierung der CI-Einstellung

Im Anschluss an die Patientenbefragung folgte die Telemetriemessung und eine Überprüfung und frequenzspezifische Programmierung der jeweils vorhandenen CI-Programme. Diese erfolgte nach gewohnten Versorgungsrichtlinien. Mit einer optimierten Einstellung der Programme sollte sichergestellt werden, dass ein guter Lautheitsausgleich zwischen dem CI-Ohr und dem normalhörenden Ohr vorlag und eine bestmögliche Sprachverständlichkeit und Geräusch- und Klangwahrnehmung gegeben war. Die Einstellungen der CI-Programme wurden über die Software Maestro 4.0 der Firma Med El mittels Lautheitsskalierung durchgeführt.

3.4 Audiologische Diagnostik

Mit der optimierten Einstellung wurden nun unterschiedliche Messungen u.a. die Überprüfung der Hörschwelle auf dem besser hörendem Ohr, der Freiburger Sprachtest mit dem CI-Ohr im Freifeld (FF) mit Vertäubung, der Oldenburger Satztest (OISa) ([26], [27]) und der Hochmair-Schulz-Moser-Satztest (HSM-Test) [28] binaural im Störlärm durchgeführt, sowie die Lokalisation mit einem Schmalbandrauschen von 1kHz und 4 kHz getestet.

Wie auch bei der CI-Nacheinstellung erfolgten alle Messungen und Tests in einer schallisolierten Kabine. Die Audiometrie und Sprachtests konnten über das Audiometer AT900 der Firma Auritec GmbH, Hamburg durchgeführt werden. Bei der Tonaudiometrie kam ein Kopfhörer Typ DT 48 A.00 (Firma Beyerdynamic GmbH & Co. KG, Heilbronn) zum Einsatz. Für die Freifeld-Messungen dienten jeweils 2 Lautsprecher der Firma Canton (Canton Elektronik GmbH & Co. KG Wilrod), Typ Plus XS und der Firma Auritec GmbH, Hamburg, Typ AT966-1. Allerdings wurde bei den Sprachtests nur ein Lautsprecher Typ Plus XS der Firma Canton verwendet.

3.4.1 Ton- und Sprachaudiometrie

3.4.1.1 Tonaudiometrie

Bei der Überprüfung der tonaudiometrischen Hörschwelle war es zu prüfen, ob sich seit der kurz vor der Implantation ermittelte Hörschwelle des besseren Ohres eine Veränderung zur neu ermittelten Hörschwelle vorlag. Hierfür wurde das CI des CI-Ohres entfernt und führte die Schwellenmessung über Luftleitung des besseren Ohres mit einem gepulsten Sinuston bei den Frequenzen 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 und 4,0 kHz durch.

3.4.1.2 Freiburger Einsilbertest

Im Bereich der Sprachaudiometrie wurde der Freiburger Einsilbertest (DIN 45 621) nur mit dem CI-Ohr durchgeführt. Hierfür wurde das besser hörende Ohr über Luftleitung mit Kopfhörer bei einem Schmalbandrauschen (SBR) bei 0,5 kHz mit einem Schallpegel von 70 dB vertäubt. Es wurde die Einsilberverschämlichkeit in % ermittelt.

3.4.2 Sprachverstehen im Störlärm

Bei den Sprachtests ging es darum, einmal die Sprachverständlichkeit in % und zum anderen die Sprachverständlichkeitsschwelle von 50 % bei einem bestimmten SNR in dB des Patienten mit eingeschalteten CI im Freifeld zu ermitteln. Der Patient hatte einen Abstand von 1 m zum Lautsprecher einzuhalten und bekam sowohl das Sprach- als auch das Rauschsignal aus ein und demselben Lautsprecher präsentiert (S0°N0°).

3.4.2.1 HSM-Satztest

Der HSM-Test wurde im Freifeld mit einem Sprachschallpegel von 65 dB und einem SNR von 5 dB (der Pegel des Breitbandrauschens betrug 60 dB) durchgeführt. Es wurde jedem Patienten willkürlich eine Testgruppe mit je 20 Sätzen präsentiert.

3.4.2.2 Oldenburger Satztest (OISa)

Wie auch der HSM-Satztest wurde der OISa im Freifeld mit einem Sprachschallpegel von 65 dB durchgeführt. Gewählt wurde die manuelle adaptive Form des OISa's, bei der sich der SNR in dB in Abhängigkeit der Anzahl der pro Satz richtig erkannten Wörter verändert. Auch hier wurden die Testgruppen mit je 20 Sätzen gewählt.

3.4.3 Lokalisation

Um das Richtungshören der Patienten zu prüfen, wurden aus 4 unterschiedlichen Lautsprechern, die in einem Winkel von 60° zueinander standen, ein Schmalbandrauschen mit einem Schallpegel von 65 dB in den Frequenzen 1 und 4 kHz geben. Diese waren in einem Halbkreis und einem Abstand von 1 m um den Patienten angeordnet. Nach Präsentation der jeweiligen Stimuli musste der Patient angeben, aus welcher der 4 Lautsprecher er das Rauschen wahrgenommen hat.

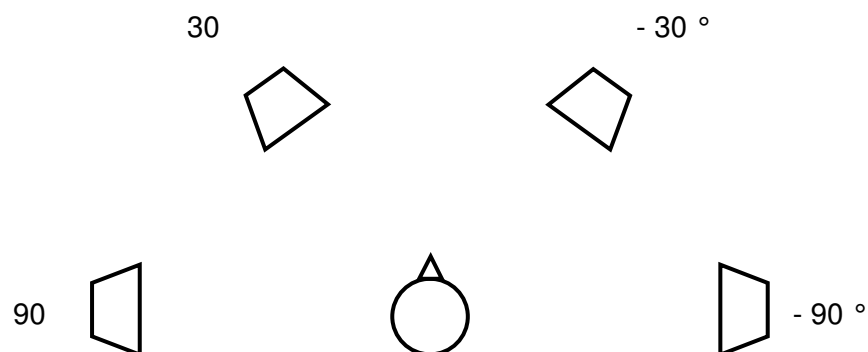


Abb. 4 Boxenaufbau beim Überprüfen der Lokalisation: 4 Boxen im Abstand von jeweils 60° zueinander und 1 m Abstand zum Patienten

4 Ergebnisse

4.1 Fragebogen

Die Fragen nach der Dauer der Ertaubung, der Ertaubungsursache, Zeitpunkt der Implantation sind bereits in Anhang A zusammengefasst. Tabelle 3 zeigt die Befragungsergebnisse der 11 Patienten nach der Entwicklung des präoperativen Tinnitus („Lag postoperativ eine Verminderung oder sogar Suppression des Tinnitus vor?“), von einer präoperativen Versorgung des schlechteren und besseren Ohres und ob mittels einer EAS versorgt wurde.

Tabelle 3 Fragebogenauswertung: Ertaubungsdauer, Ursache, Zeitpunkt der Implantation, Unterschied präoperativer zu postoperativer Tinnitus

Pat.Nr.	Präop. Tinnitus	Postop. Tinnitusreduktion	Präop. Versorgung CI-Ohr	Präop. Versorgung Gegenohr	Versorg. mit EAS
1	Ja	Ja	Keine	keine	Nein
2	Ja	Ja	keine	keine	Nein
3	Ja	Ja	keine	keine	Nein
4	Nein	Nein	Hörsystem	Hörsystem	Ja
5	Nein	Nein	keine	keine	Nein
6	Ja	Ja	keine	keine	Nein
7	Ja	Ja	keine	Hörsystem	Nein
8	Ja	Ja	keine	keine	Ja
9	Ja	Ja	keine	keine	Nein
10	Nein	Nein	keine	keine	Nein
11	Nein	Nein	Hörsystem	Hörsystem	Nein

Alle 7 Tinnituspatienten bestätigten eine Verbesserung des Tinnitus. Abb. 5 stellt den prozentualen Anteil der Patienten dar, die bereits präoperativ an einem Tinnitus litten und bei denen die Implantation des CI's eine positive Auswirkung auf den Tinnitus hatte. 4 von den 7 Patienten mit der Tinnitusminderung bestätigten sogar eine Suppression des Tinnitus, bei den anderen 3 Patienten sei er nur situationsbedingt noch wahrnehmbar, ansonsten auf ein Minimum reduziert worden.

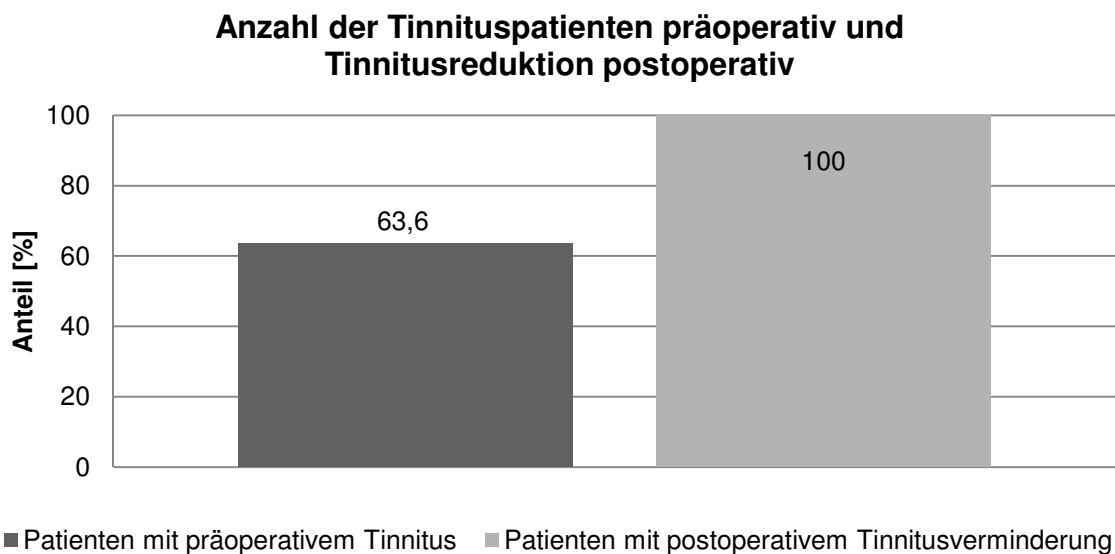


Abb. 5 Prozentualer Anteil von allen 11 Patienten mit präoperativem Tinnitus (dunkelgrauer Balken) und jene, die von diesem Tinnituspatienten postoperativ eine Verminderung ihres Tinnitus erfuhren (hellgrauer Balken)

Bei der Frage nach der vorherigen Versorgung des CI-Ohres oder Gegenohres gaben Patient Nr. 4 und 11 jeweils an, vor der Implantation mit Hörsystemen beidseits versorgt gewesen zu sein. Trotz verbesserter subjektiv beschriebener Hörsituation zeigte Patient Nr. 11 nur minimalen Hörerfolg bei den Sprachtests. Patient Nr. 4 schnitt hingegen mit gutem Hörerfolg ab.

Bei der Frage nach dem subjektiv empfundenen Hörerfolg fielen die Antworten sehr unterschiedlich aus. Es wurde von den meisten Patienten (9 von 11 Probanden) ein sehr positiver subjektiver Höreindruck nach Implantation geschildert. Von diesen 9 Patienten gaben 5 an, speziell in lauten Situationen Sprache im Störlärm wieder gut verstehen zu können und das Richtungsgehör erneut wahrzunehmen. 4 der 9 Patienten schilderten nur ein besseres Sprachverstehen im Störlärm, hatten mit dem Richtungshören aber noch

Schwierigkeiten, wenn es überhaupt wieder wahrgenommen werden konnte. Patient Nr. 7 konnte eine Verbesserung des Sprachverstehens im Störlärm nur als schwach bezeichnen, ebenso gab Patient Nr. 11 einen eher negativen Hörerfolg an. Beide zeigten im Richtungshören keine Verbesserung.

4.2 CI-Optimierung

Zum Teil wurde nur wenig an der alten Einstellung der CI-Programme verändert, meist bei denen, die das CI bereits vor 1 Jahr oder länger implantiert bekamen und tägliches Hörtraining und regelmäßiger logopädischer Therapie pflegten. Patient Nr. 11 stellt allerdings eine Ausnahme dar. Er wurde bereits vor 2,5 Jahren mit dem CI versorgt, trägt es aber nur sehr selten. Er kam vor ca. 2 Jahren das letzte Mal zu seiner damaligen Erstanpassung ins Bundeswehrkrankenhaus nach Ulm und hörte seitdem mit ein und demselben CI-Programm. Bei ihm wurde die Nacheinstellung im Bereich des Hauptsprachbereichs deutlich erhöht, welche auch einen sofortigen Hörerfolg auslöste. Patient Nr. 5 wurde zwar erst vor 6 Monaten mit dem CI versorgt, machte aber nur sehr langsam Fortschritte. Hier wurde nur sehr wenig an der letzten Einstellung verändert, da er auch recht lautheitsempfindlich war.

4.3 Audiologische Diagnostik

4.3.1 Ton- und Sprachaudiometrie

4.3.1.1 Tonaudiologische Ergebnisse

Die Überprüfung der Hörschwelle des besseren Ohres ergab zu den präoperativ ermittelten Hörschwellen keine Veränderungen. In Abb. 6 ist in schwarz die präoperative gemessene Hörschwelle des besseren Ohres im Mittel dargestellt, in grau die postoperative Hörschwelle des besseren Ohres im Mittel zum Vergleich. Es lässt sich gut erkennen, dass keine großen Abweichungen zwischen beiden Messungen vorliegen.

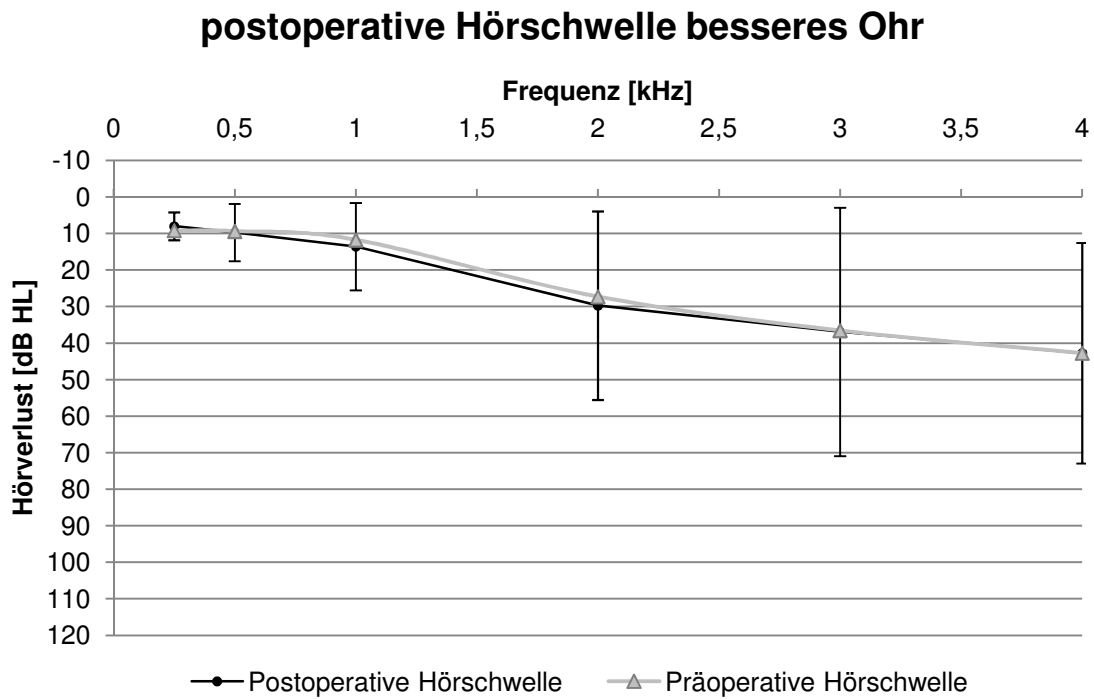


Abb. 6 Tonhörschwelle in der Luftleitung; Postoperativ wurde über Kopfhörer die Hörschwelle des besseren Ohres ermittelt, um eine eventuelle Veränderung zur präoperativ gemessenen Hörschwelle festzustellen. Es wurden die Mittelwerte und Standardabweichungen des jeweils besseren Ohres zusammengefasst. In grau dargestellt ist die präoperative Hörschwelle und in schwarz die postoperative Hörschwelle des jeweils besseren Ohres

Tabelle 4 gibt die postoperativ ermittelten Daten aller 11 Patienten wieder.

Tabelle 4 Mittelwert, Standardabw., Median, Maximum und Minimum der Hörschwellen aller 11 Patienten; postoperativ des besseren Ohres

Frequenzen [kHz]	0,25	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0
Mittelwert [dB]	8	10	14	30	37	43
Standardabw. [dB]	4	8	12	26	34	30
Median [dB]	10	10	15	20	25	40
Max.	15	20	35	70	95	90
Min.	1	-2	-1	0	-1	5

4.3.1.2 Freiburger Einsilbertest

Beim Freiburger Einsilbertest wurde von allen 11 Patienten nur auf dem CI-Ohr ein gemittelttes Sprachverstehen von 15 % erreicht. Die Ergebnisse des Freiburger Einsilbertest wurden in 2 Kategorien nach Ertaubungsdauer und Lebensalter aufgeteilt und graphisch dargestellt. Innerhalb dieser Aufteilungen konnte jedoch eine Maximalverständlichkeit von bis zu 23 % in der jüngsten Altersgruppe (20–45 Jahren) erreicht werden und bei der Gruppe mit der kürzeren Ertaubungsdauer (1–10 Jahren) von 21 %.

In Abb. 7 sind die Ergebnisse nach der Ertaubungsdauer in die Kategorien 1–10 Jahre und >10 Jahre aufgeteilt, während 6 von 11 Patienten zu der Gruppe mit der kürzeren Ertaubungsdauer bis zu 10 Jahren zählten und 5 Patienten eine Ertaubungsdauer >10 Jahre nachwiesen. Im Mittel lag die Einsilberverschämlichkeit bei 21 % bei einer Ertaubungsdauer von 1–10 Jahren. Die hieraus gemittelte Ertaubungsdauer betrug etwa 4 Jahre. Wie zu erwarten war, ergab sich eine geringere Einsilberverschämlichkeit bei einer Ertaubungsdauer >10 Jahren. Sie betrug im Mittel nur 8 %, während die gemittelte Ertaubungsdauer in dieser Gruppe bei ca. 33 Jahren lag.

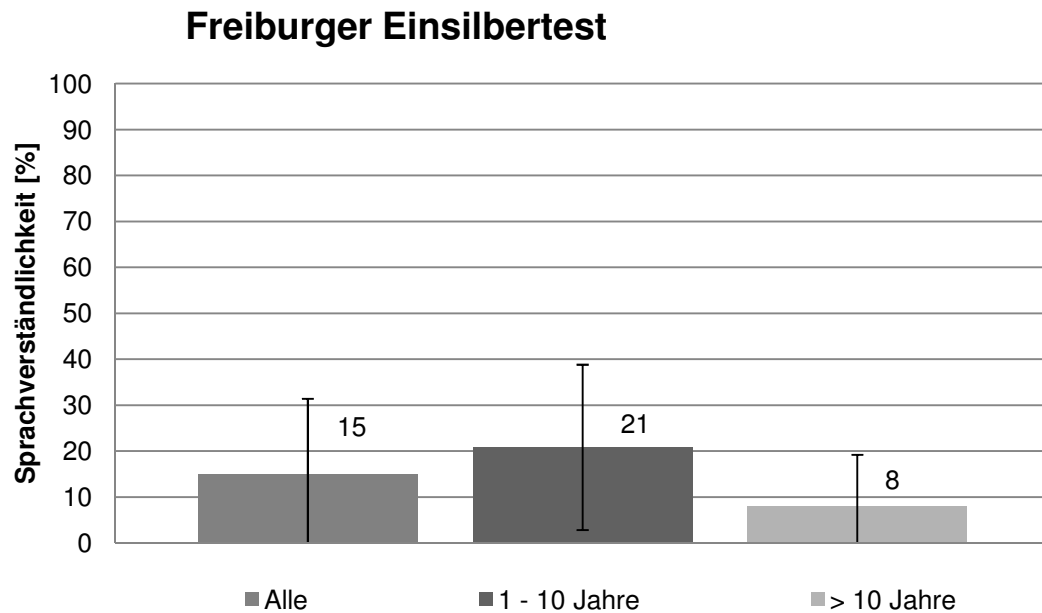


Abb. 7 Überprüfung der Sprachverständlichkeit des CI-Ohres mit eingeschalteten CI. Der Test wurde im Freifeld mit 65 dB in Ruhe durchgeführt und das bessere Ohr über Kopfhörer mit einem Schmalbandrauschen bei einer Frequenz von 0,5 kHz mit 75 dB vertäubt. Dargestellt ist die Einsilberverständlichkeit in % in Abhängigkeit der Ertaubungsdauer

Tabelle 5 gibt die genauen Werte der Mittelwerte, Standardabweichungen, Mediane etc. der Freiburger Einsilberverständlichkeit wieder.

Tabelle 5 Mittelwert, Standardabw., Median, Maximum und Minimum der Einsilberverständlichkeit in % bei 65 dB aller 11 Patienten; postoperativ des CI-Ohres nach der Ertaubungsdauer 1-10 Jahre und >10 Jahre aufgeteilt

Jahre	Alle	1-10	>10
Mittelwert [dB]	15	21	8
Standardabw. [dB]	16	18	11
Median [dB]	5	20	5
Max.	40	40	40
Min.	0	0	0

In Abb. 8 ist die Einsilberverständlichkeit nach 3 verschiedenen Altersgruppen dargestellt. Gewählt wurden die Altersgruppen von 20–45 Jahren mit 4 Patienten, 46–60 Jahren mit 4 Patienten und 61–80 Jahren mit 3 Patienten. Die jüngste Altersgruppe von 20–45 Jahren schnitt mit einer Verständlichkeit von 23 % bei den Einsilbern ab, die mittlere Altersgruppe von 46–60 Jahren mit einer Verständlichkeit von nur 10 % und die älteste Gruppe zwischen 61–80 Jahren erreichte eine Verständlichkeit von 22 % bei den Einsilbern.

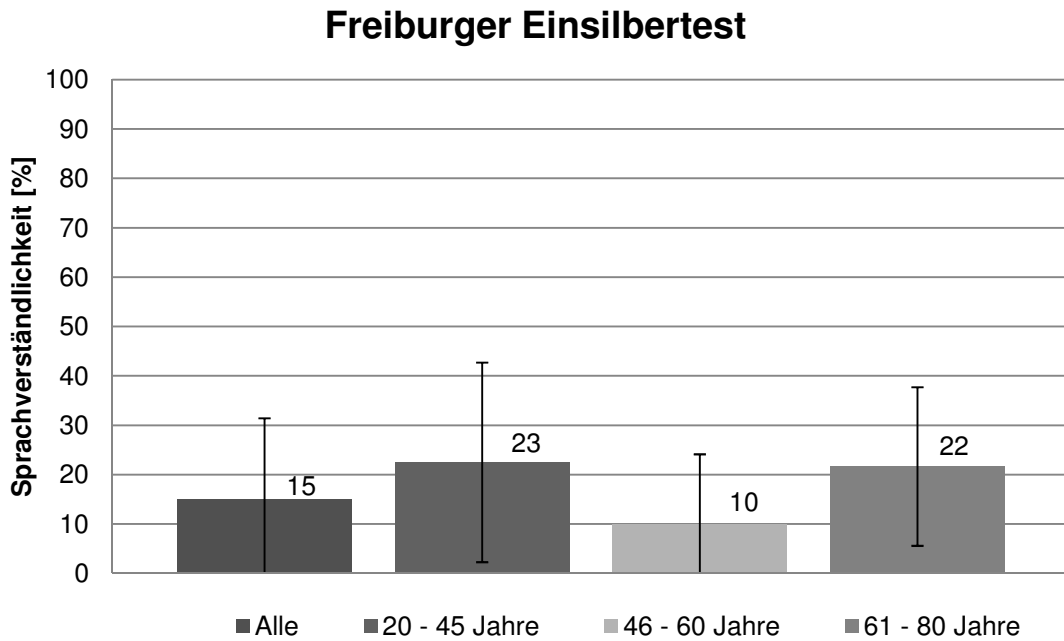


Abb. 8 Überprüfung der Sprachverständlichkeit des CI-Ohres mit CI. Der Test wurde im Freifeld mit 65 dB in Ruhe durchgeführt und das bessere Ohr über Kopfhörer mit einem Schmalbandrauschen bei einer Frequenz von 0,5 kHz mit 75 dB vertäubt. Dargestellt ist die Einsilberverständlichkeit in % in Abhängigkeit des Lebensalters

In der folgenden Tabelle 6 sind die dazugehörigen Werte für die Einsilberverständlichkeit nach Altersgruppen aufgeteilt nochmals aufgeführt.

Tabelle 6 Mittelwert, Standardabw., Median, Maximum und Minimum der Einsilberverständlichkeit in % bei 65 dB aller 11 Patienten; postoperativ des CI-Ohres nach Altersgruppen 20-45 Jahre, 46-60 Jahre und 61-80 Jahre aufgeteilt

Jahre	Alle	20-45	46-60	61-80
Mittelwert [dB]	15	23	10	22
Standardabw. [dB]	16	20	14	16
Median [dB]	5	23	5	5
Max.	40	40	30	30
Min.	0	5	0	0

Trotz CI ließ sich bei diesen Messergebnissen aber nur ein geringer bis mäßiger Hörerfolg auf dem CI-Ohr erkennen und weitere Verbesserungen erwarten. Bei dem Freiburger Einsilbertest ergab sich bei allen 11 Patienten im Mittel eine um 15 % verbesserte Sprachverständlichkeit bei 65 dB.

4.3.2 Sprachverstehen im Störlärm

4.3.2.1 Oldenburger Satztest

Wie auch bereits beim Freiburger Einsilbertest wurden die Ergebnisse des OISa´s nach der Ertaubungsdauer und dem Lebensalter ausgewertet. Es ergab sich von allen 11 Patienten ein SNR von 4 dB. Es wurden Minimalwerte von -3,8 dB erreicht und Maximalwerte von 19,9 dB erreicht.

In der nachfolgenden Abb. 9 ist der SNR in Abhängigkeit der Ertaubungsdauer, aufgeteilt in 1-10 Jahren und > 10 Jahren, im Mittel dargestellt. Hier wurden bei kürzerer Ertaubungsdauer ein gemittelter SNR von 2 dB gemessen, wobei hier der minimale Wert bei -1,9 dB und der Maximalwert bei 4,4 dB lag. Bei längerer Ertaubungsdauer >10 Jahren wurde ein Mittelwert von 7 dB erreicht. Hier lag der minimale Wert bei -3,8 dB und der maximale Wert bei 19,9 dB.

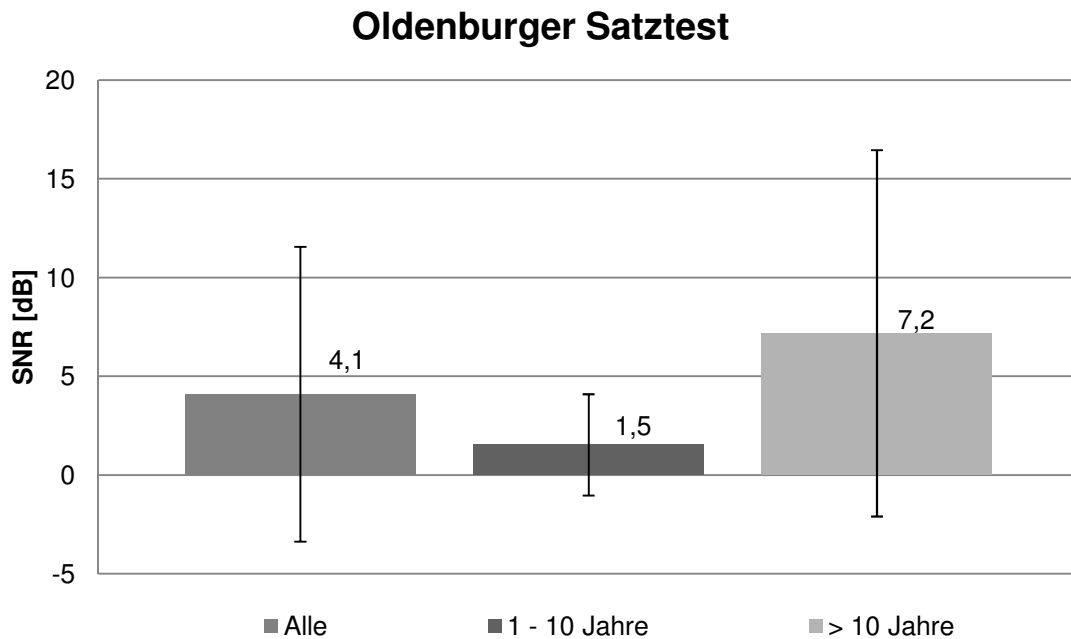


Abb. 9 Bestimmung der Sprachverständlichkeitsschwelle in dB mittels OISa: Er wurde im Freifeld binaural mit CI adaptiv mit einem Sprachstartpegel von 65 dB in S0°N0° durchgeführt. Die Testgruppen bestanden jeweils aus 20 Sätzen. Die Ergebnisse sind in Abhängigkeit der Ertaubungsdauer gemittelt und mit Standardabweichung dargestellt

Tabelle 7 gibt die Daten des OISa´s nach der Ertaubungsdauer aufgeteilt wieder.

Tabelle 7 Mittelwert, Standardabw., Median, Maximum und Minimum des ermittelten SNR in dB beim Oldenburger Satztest bei 65 dB aller 11 Patienten; postoperativ des CI-Ohres nach der Ertaubungsdauer 1-10 Jahre und >10 Jahre aufgeteilt

Jahre	Alle	1-10	>10
Mittelwert [dB]	4,1	1,5	7,2
Standardabw. [dB]	2,6	9,3	7,5
Median [dB]	3,5	2,1	5,4
Max.	19,9	4,4	19,9
Min.	-3,8	-1,9	-3,8

Abb. 10 stellt die Ergebnisse des ermittelten SNR's in dB, nach Lebensalter aufgeteilt, dar. Es wurden im Mittel Werte von -0,6 dB im Alter zwischen 20 – 45 Jahren, 6,5 dB im Alter zwischen 46 – 60 Jahren bis hin zu 7,2 dB im Alter zwischen 61 – 80 Jahren erreicht.

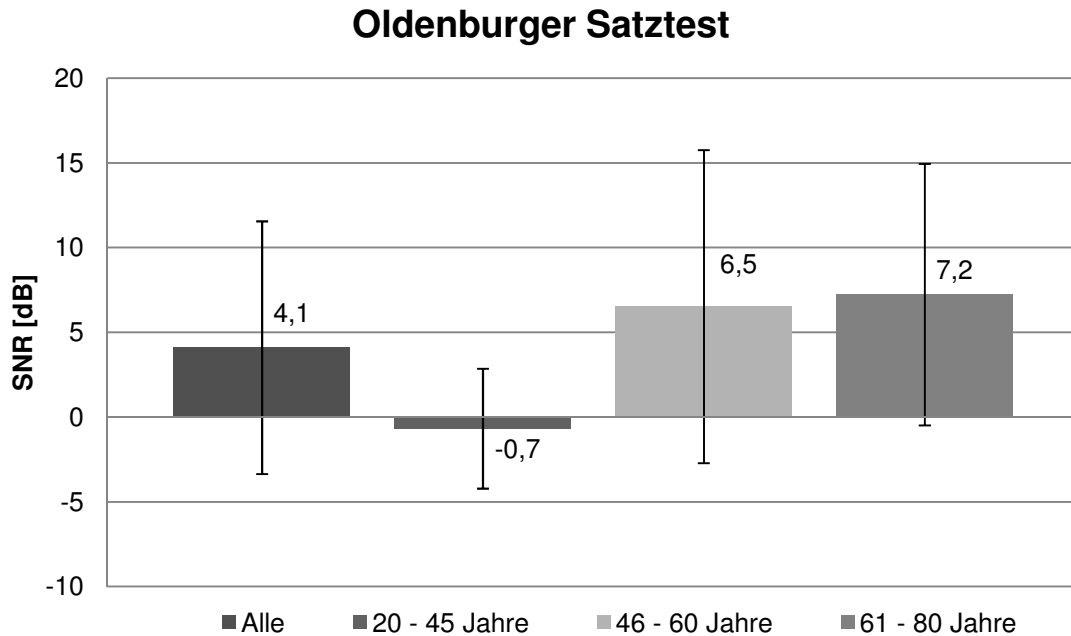


Abb. 10 Bestimmung der Sprachverständlichkeitsschwelle in dB mittels OLSA: Er wurde im Freifeld binaural mit CI adaptiv mit einem Sprachstartpegel von 65 dB in S0°N0° durchgeführt. Die Testgruppen bestanden jeweils aus 20 Sätzen. Die Ergebnisse sind in Abhängigkeit des Lebensalters gemittelt und mit Standardabweichung dargestellt

In der nachfolgenden Tabelle 8 sind die dazugehörigen Werte der Messergebnisse zu finden.

Tabelle 8 Mittelwert, Standardabw., Median, Maximum und Minimum des ermittelten SNR's in dB bei Oldenburger Satztest bei 65 dB aller 11 Patienten; postoperativ des CI-Ohres nach Altersgruppen 20-45 Jahre, 46-60 Jahre und 61-80 Jahre aufgeteilt

Jahre	Alle	20-45	46-60	61-80
Mittelwert [dB]	4,1	-0,7	6,5	7,2
Standardabw. [dB]	7,5	3,5	9,2	7,7
Median [dB]	3,5	-1,7	3,8	5,4
Max.	19,9	4,4	19,9	15,7
Min.	-3,8	-3,8	-1,3	0,6

4.3.2.2 HSM-Satztest

Auch der HSM-Satztest wurde nach den Kriterien Ertaubungsdauer und Lebensalter ausgewertet. Im Mittel ergab sich bei allen 11 Patienten eine Gesamt-Sprachverständlichkeit von 78 %. Die beiden Gruppenunterscheidungen nach 1-10 Jahre und >10 Jahre Ertaubungszeitraum ergaben nur einen minimalen Unterschied von 0,6 %. Die Patientengruppe mit der kürzeren Ertaubungsdauer schnitten mit einer mittleren Sprachverständlichkeit von 78,3 %, während die Patientengruppe mit längerer Ertaubungsdauer im Mittel mit 77,7 % Sprachverständlichkeit abschnitt, wie in Abb. 11 dargestellt ist.

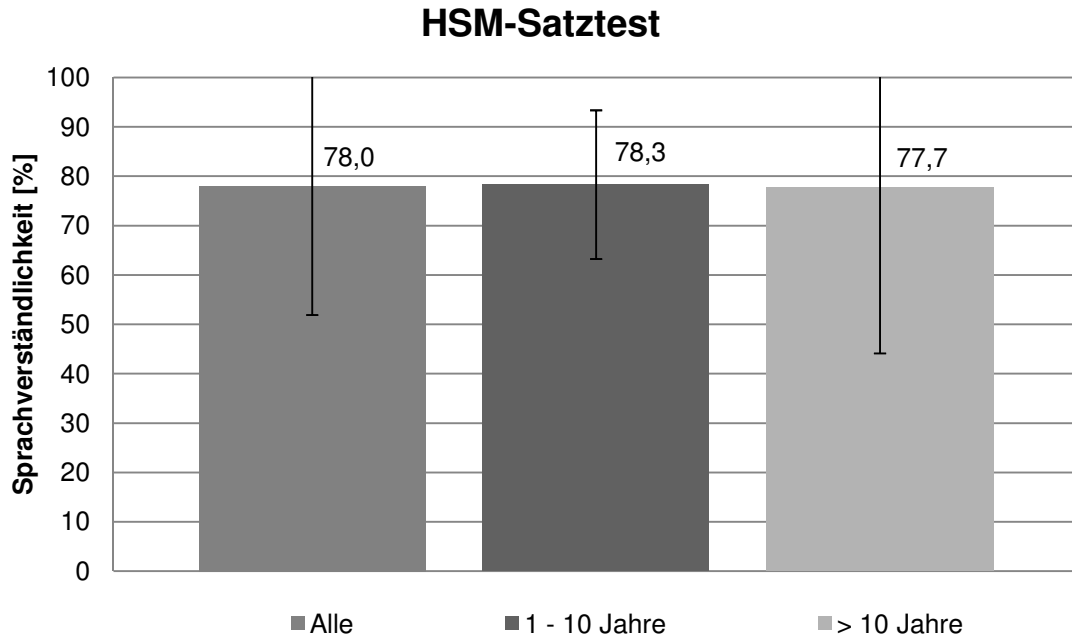


Abb. 11 Sprachverständnis im Störgeräusch mittels HSM-Satztest: Es wurde die Sprachverständlichkeit in % von allen 11 Patienten im Mittel und mit Standardabweichung in Abhängigkeit der Ertaubungsdauer dargestellt. Durchgeführt wurde der Test jeweils im Freifeld binaural mit CI mit einer Testgruppe á 20 Sätzen bei einem Sprachpegel von 65 dB, einem SNR von 5 dB und S0°N0°

Tabelle 9 stellt die Werte des HSM-Tests, nach der Ertaubungsdauer selektiert, dar.

Tabelle 9 Mittelwert, Standardabw., Median, Maximum und Minimum der ermittelten Sprachverständlichkeit beim HSM-Satztest bei 65 dB und SNR 5 dB im FF von allen 11 Patienten; postoperativ des CI-Ohres nach der Ertaubungsdauer 1-10 Jahre und >10 Jahre aufgeteilt

Jahre	Alle	1-10	>10
Mittelwert [dB]	78,0	78,3	77,7
Standardabw. [dB]	26,1	29,9	17,0
Median [dB]	89,3	89,3	71,9
Max.	100	100	71,9
Min.	13,6	13,6	57,3

Abb. 12 zeigt die gemittelte Sprachverständlichkeit in % nach Lebensalter verteilt. Die jüngste Altersgruppe von 20–45 Jahren schnitt mit einer gemittelten Sprachverständlichkeit von 91,75 % am besten ab, während die mittlere Altersgruppe (46–60 Jahre) mit einer Sprachverständlichkeit von 85,44 % im Mittel folgte.

Die älteste Patientengruppe lag hingegen nur noch bei einer mittleren Sprachverständlichkeit von 49,84 %.

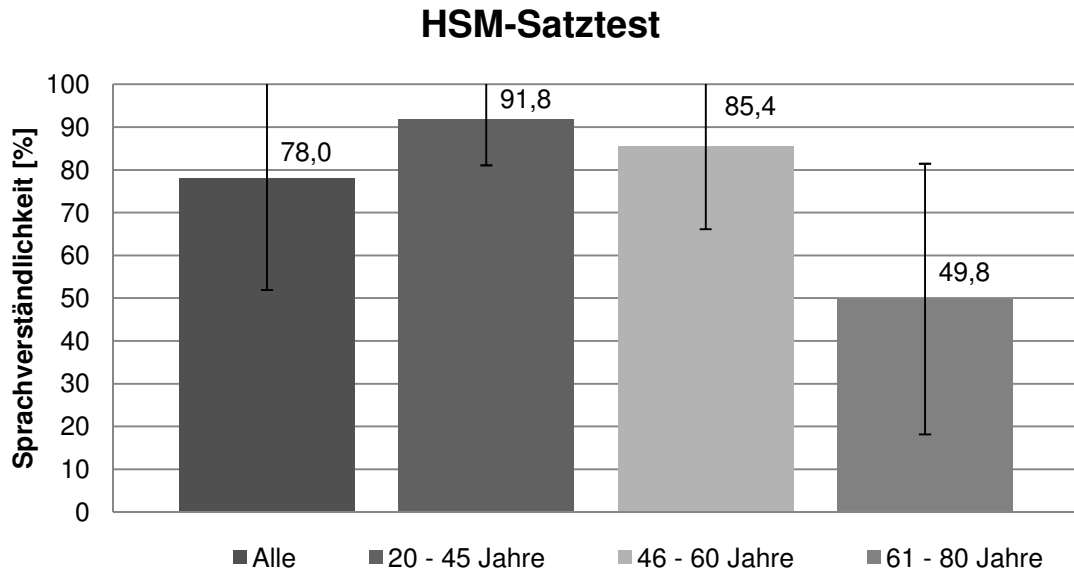


Abb. 12 Sprachverständnis im Störgeräusch mittels HSM-Satztest: Es wurde die Sprachverständlichkeit in % von allen 11 Patienten im Mittel und mit Standardabweichung in Abhängigkeit des Lebensalters dargestellt. Durchgeführt wurde der Test jeweils im Freifeld binaural mit CI mit einer Testgruppe á 20 Sätzen bei einem Sprachpegel von 65 dB, einem SNR von 5 dB und $S0^{\circ}N0^{\circ}$

In Tabelle 10 sind die Mittelwerte, Standardabweichung, Median, Maximal- und Minimalwert des HSM-Sprachverständlichkeit nochmals aufgeführt.

Tabelle 10 Mittelwert, Standardabw., Median, Maximum und Minimum der ermittelten Sprachverständlichkeit beim HSM-Satztest bei 65 dB und SNR 5 dB im FF von allen 11 Patienten; postoperativ des CI-Ohres nach Altersgruppen 20-45 Jahre, 46-60 Jahre und 61-80 Jahre aufgeteilt

Jahre	Alle	20-45	46-60	61-80
Mittelwert [dB]	78,0	91,8	85,4	49,8
Standardabw. [dB]	26,1	10,7	19,3	31,6
Median [dB]	89,3	94,7	92,2	64,1
Max.	100	100	100	71,9
Min.	13,6	77,7	57,3	13,6

4.3.3 Lokalisation

Gesamt gesehen fiel es den 11 Patienten noch recht schwer das Schmalbandrauschen richtig zu lokalisieren. Es fiel auf, dass sich die Treffergenauigkeit nach kurzer Eingewöhnungszeit immer mehr besserte. Bei Betrachtung beider Frequenzen ergab sich ein Gesamtprozentsatz von 54 % der richtig erkannten Treffer bei allen 11 Patienten. Werden die Ergebnisse frequenzspezifisch nach 1 kHz und 4 kHz betrachtet, so ergab sich bei 1 kHz eine Trefferrate von 58 %, bei 4 kHz von 50 %. Nun wurden die Ergebnisse, wie auch schon bei den anderen Sprachtests, nach der Ertaubungsdauer und dem Lebensalter jeweils nach den Frequenzen von 1 kHz und 4 kHz selektiert und ausgewertet.

Die Patienten mit kürzerer Ertaubungsdauer von 1-10 Jahren erreichten eine Trefferrate von 72,9 % bei 1 kHz und 66,7 % bei 4 kHz. Die Patienten mit längerer Ertaubungsdauer von >10 Jahren hingegen erreichten bei 1 kHz eine Trefferrate von nur 40 % und bei 4 kHz von 30 %, wie auch in Abb. 13 dargestellt ist. Werden die Frequenzen 1 kHz und 4 kHz wieder zusammengefasst, ergibt sich hieraus eine Erkennungsrate von 69,8 % bei kürzerer Ertaubungsdauer und bei einer Taubheit von >10 Jahren eine Rate von 35 %.

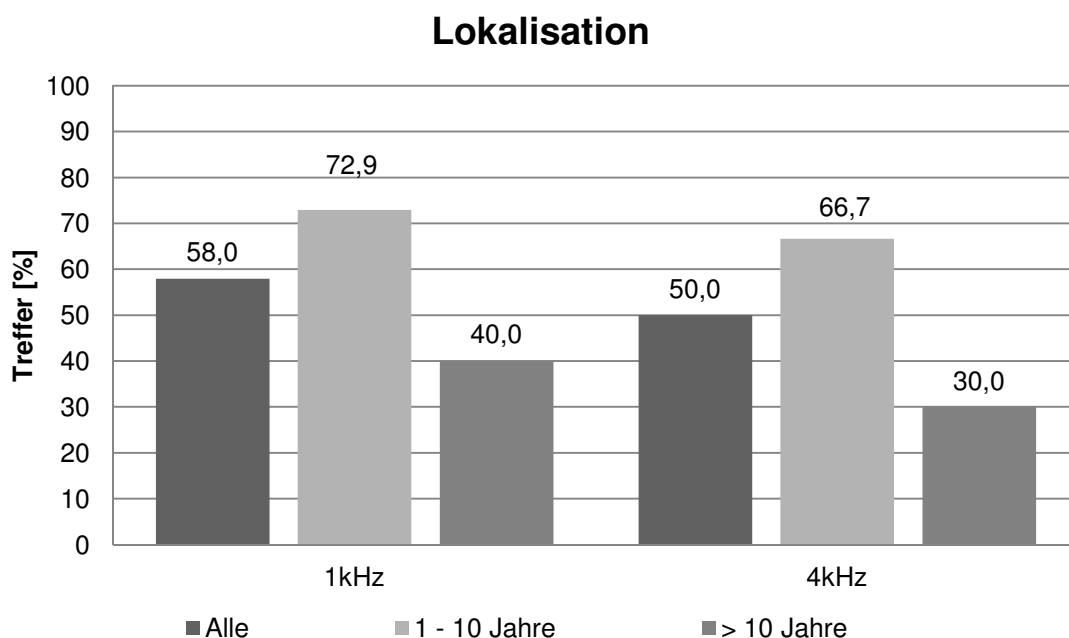


Abb. 13 Richtungshörvermögen in %: Der Test wurde mit 4 im Halbkreis angeordneten Boxen (60° Abstand) binaural (mit CI) mit einem Schmalbandrauschen bei jeweils 1 kHz und 4 kHz mit je 8 Darbietungen und einem Schallpegel von 65 dB durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Abhängigkeit der Ertaubungsdauer gemittelt und mit Standardabweichung dargestellt

Wird nun nach Lebensalter der Patienten untersucht, so ergab sich ein herausragender Unterschied zwischen den Gruppen 20–45 Jahren und 46–60 Jahren. Hier schnitten die Patienten in der Altersgruppe 20–45 Jahren mit einer Erkennungsrate von 71,8 % bei 1 kHz und von 65,6 % bei 4 kHz ab. Es ergab sich daraus eine mittlere Erkennungsrate von 68,7 % für beide Frequenzen. Hingegen schnitt die Altersgruppe 46–60 Jahre bei der Frequenz 1 kHz mit einer Trefferrate von 56,25 % und bei 4 kHz von nur 34,38 % ab. Die mittlere Trefferrate für beide Frequenzen lag hier bei 45,3 %. Die Altersgruppe 61–80 Jahre lag wiederum mit knapp 0,5 % besserer Erkennungsrate über der mittleren Altersgruppe. Diese kam bei 1 kHz auf 50 %ige Trefferrate und bei 4 kHz auf 41,6 %. Im Mittel ergab sich für beide Frequenzen zusammen eine Trefferrate von 45,8 %. Abb. 14 zeigt die prozentuale Trefferrate nach der Altersunterscheidung.

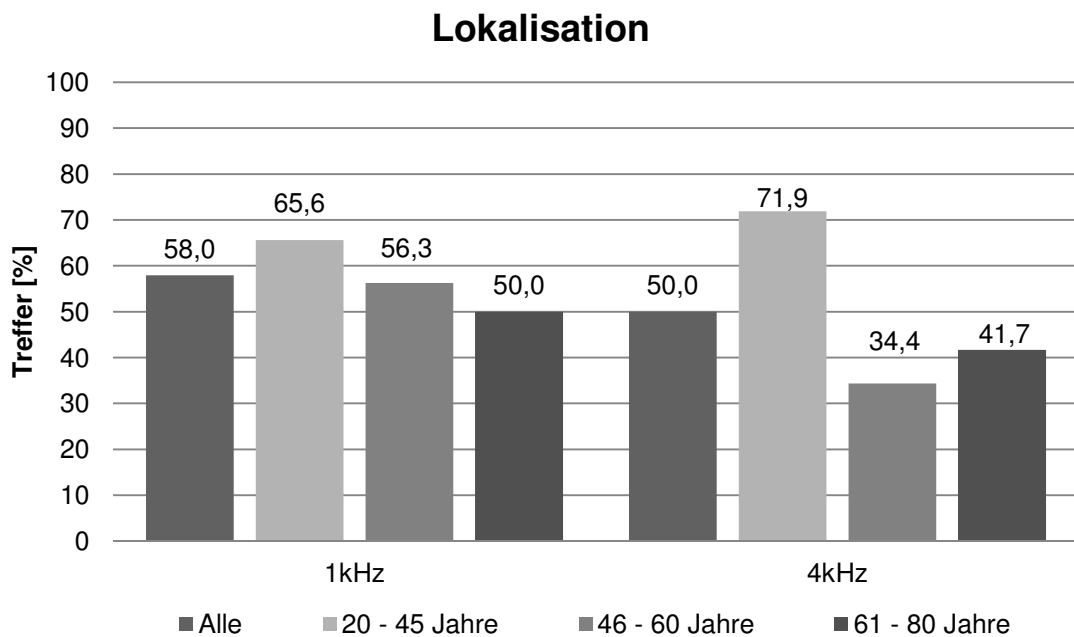


Abb. 14 Richtungshörvermögen in %: Der Test wurde mit 4 im Halbkreis angeordneten Boxen (60° Abstand) binaural (mit CI) mit einem Schmalbandrauschen bei jeweils 1 kHz und 4 kHz mit je 8 Darbietungen und einem Schallpegel von 65 dB durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Abhängigkeit des Lebensalters gemittelt und mit Standardabweichung dargestellt

Es lässt sich erkennen, dass das Alter weniger die Messergebnisse beeinflusst, sondern die Lokalisation sich mehr bei einer unterschiedlichen Ertaubungsdauer voneinander unterscheidet. Hier liegen zwischen beiden Untersuchungsgruppen (1-10 Jahre und >10 Jahre) ein Unterschied der Trefferrate von 34,8 %.

Insgesamt lässt sich erkennen, dass die Lokalisation von Schmalbandrauschen frequenzspezifisch arbeitet und die tiefere Frequenz, hier wurde 1 kHz gewählt, eine höhere Trefferrate erzielte. Im Mittel wurde bei 1 kHz eine um 10,5 % bessere Erkennungsrate erreicht.

Trotzdem ist nach einer CI-Tragezeit von ca. 1 Jahr bereits von einem guten Ergebnis bezüglich des Richtungsgehörs der Patienten zu sprechen, da vor der Implantation keinerlei Lokalisation möglich war. Wie gut das Ergebnis jedes Einzelnen war und wovon es abhing, wird im Folgenden in der Diskussion näher erläutert.

5 Diskussion

Um nun sagen zu können, welcher Patient den höchsten Hörgewinn bei einseitiger Implantation erzielt, muss nach vorliegenden Kriterien untersucht und mit bereits vorhandenen Ergebnissen verglichen werden. Wichtige Entscheidungskriterien sind z.B. eine kurze Ertaubungsdauer, ein präoperativ vorhandener Tinnitus und das Lebensalter. Auch eine bimodale Versorgung oder die Versorgung mit elektro-akustischer Stimulation (EAS) können jeweils einen unterschiedlichen Hörerfolg erzeugen.

So z.B. auch Patient Nr. 4 und Nr. 11, die präoperativ mit beidseitigen Hörsystemen versorgt wurden. Patient Nr. 4 trug diese regelmäßig, doch reichte die Versorgung mit dem konventionellen Hörsystem auf der schlechteren Seite nicht mehr aus. Noch nach seiner Operation 2010 trug er das Hörsystem auf der besseren Seite und konnte mit der bimodalen Versorgung einen guten Hörerfolg erzielen. Patient Nr. 11 wurde zwar auch mit Hörsystemen bilateral versorgt, doch trug er diese nur sehr selten in bestimmten Situationen. Ein Hörerfolg und eine verbesserte Sprachverständlichkeit im Störlärm konnte nur sehr schwer erreicht werden, so dass er sich für die Implantation des CI's 2008 entschied, dieses allerdings kaum nutzte. Wenn überhaupt, kam er in den letzten 3 Jahren auf eine tägliche Tragedauer von 3–4 Stunden. Eine logopädische Therapie lehnte er gänzlich ab. Subjektiv beschrieb er eine Verbesserung seiner Hörsituationen, allerdings war bei den Messungen kaum etwas davon zu bemerken. Selbst beim HSM-Satztest im Störlärm schnitt er als zweitschlechtester mit nur 57,28 % ab, obwohl der Test leichter und speziell für CI-Träger ausgelegt wurde. Von dem Hörsystem für das bessere Ohr machte er gar keinen Gebrauch mehr.

Bereits in anderen Studien wie von Jacob et al. [1] oder Probst [29] und Arndt. et al. [3] und vielen anderen konnte nachgewiesen werden, dass ein Hörerfolg durch die unilaterale CI-Versorgung bei einseitig ertaubten Menschen vorlag. Dies konnte innerhalb dieser Bachelorarbeit erneut bestätigt werden. Allerdings wurde eine Freiburger Einsilberverständlichkeit nur auf der CI-Seite gemittelt von allen 11 Patienten von 15 % bei 65 dB ermittelt. Hier betrug die Spanne zwischen der Implantation und den Messungen im Mittel ca. 1,2 Jahre. Zuvor konnte in einer weiteren Studie von Jacob et al. eine gemittelte Einsilberverständlichkeit von insgesamt 13 Patienten mit 71 % bei 60 dB nachgewiesen werden [1]. Die Spanne zwischen der Implantation und den Messungen entsprach 6 Monate bis 4 Jahre.

Werden nun die Messergebnisse in Abhängigkeit von dem Lebensalter betrachtet, so fällt schnell auf, dass die ermittelten Ergebnisse beim Freiburger Einsilbertest und der Lokalisation nicht mit ansteigendem Alter kontinuierlich schlechter werden, sondern sogar beim Freiburger Einsilbertest die älteste Patientengruppe um 1 % nur schlechter abschnitt als die jüngste Gruppe. Hingegen lag die mittlere Altersgruppe (46-60 Jahre) mit ca. 10 % unterhalb der anderen beiden Gruppen. Diese Ergebnisse bestätigen auch die schon von der UK Cochlear Implant Study Group [18], Francis et al. [19] und von vielen anderen durchgeführte Studien. Die bei dem OISa oder auch HSM-Satztest ermittelten Ergebnisse fielen hingegen etwas schlechter aus mit ansteigendem Alter, welches aber durch andere Ursachen begründet ist. Hier spielen kognitive Fähigkeiten/ Defizite und zentrale Veränderungen im Alter und die Konzentration eine Rolle. Es kann z.B. in Situationen, in denen es laut ist und gesprochen wird, bei längerem Zuhören schneller zu Konzentrationsschwierigkeiten und somit zu einer Hörschöpfung kommen [1]. Battmer spricht von Veränderungen des auditiven Systems, die man durch physiologische Alterungsvorgänge in periphere bzw. zentrale Veränderungen und kognitive Beeinträchtigungen einteilen kann [30]. Hier hat sich heraus gestellt, dass weniger die peripheren Veränderungen (Ausfall von Haarzellen und Verlust von Ganglienzellen [30]) sich bei den Ergebnissen von Sprachtests im Störlärm als beeinträchtigend auswirken und somit Einfluss auf das CI haben. Es wirken sich eher die zentralen Veränderungen und kognitiven Beeinträchtigungen bei den älteren Patienten auf die Ergebnisse im Sprachtest aus, so Battmer [31]. Bei den Ergebnissen der Lokalisation lag ein Abfall der Trefferrate von 23,4 % zwischen der jüngsten und mittleren Altersgruppe. Die älteste Gruppe lag mit 0,5 % über der mittleren Gruppe. Es lag also im höheren Alter kein weiterer Abfall vor, welches nicht auf eine Altersabhängigkeit schließen lässt. So schnitt zum Beispiel auch der älteste Patient mit 76 Jahren beim OISa mit einem SNR von 15,7 dB ab, hingegen erreichte er im HSM-Satztest 64,08 %.

Die Aussage, dass der Hörerfolg der einseitigen CI-Versorgung von der Ertaubungsdauer abhängt, wurde ebenfalls durch die Messergebnisse im Rahmen dieser Studie bestätigt. Besonders bei den Ergebnissen des Freiburger Einsilbertest, des OISa's und der Ermittlung der Lokalisation konnten hier klare Ergebnisse ermittelt werden, die dies untermauern konnten. Beim Freiburger Einsilbertest lag die Patientengruppe mit einer Ertaubungsdauer >10 Jahren um 13 % unter der Patientengruppe mit kürzerer Ertaubungsdauer. Auch bei der Lokalisation konnte ein prozentualer Unterschied von 34,8 % zwischen beiden Gruppen ermittelt werden. Wenn die Ergebnisse aus dem

Oldenburger Satztest betrachtet werden, lässt sich auch hier ein Unterschied von SNR 5,5 dB zwischen beiden Gruppen erkennen. Somit kann hier ebenfalls auf eine Abhängigkeit der Ertaubungsdauer geschlossen werden. Weniger wird es beim HSM-Satztest ersichtlich, da die Ergebnisse beider Gruppen sich nur knapp um 1 % unterscheiden (<10 Jahre: 78,5 % und >10 Jahre: 77,7 %). Wiederum fiel die Trefferrate bei der Lokalisation zwischen den beiden Gruppen sehr unterschiedlich aus. Hier schnitt die Gruppe mit der kürzeren Ertaubungsdauer mit 34,8 % deutlich besser ab, womit auch hier die Abhängigkeit von der Ertaubungsdauer wieder bestätigt wurde. Allerdings ist Patient Nr. 6 gesondert zu betrachten, da seine einseitige Ertaubung kongenitaler Natur war und es auf eventuelle Kompensationsmechanismen zurückzuführen ist. Hier lag eine Ertaubungsdauer von 55 Jahren vor. Der getestete SNR fiel mit -1,3 dB und die Sprachverständlichkeit mit 95,15 % sehr gut aus, bei der Lokalisation ergab sich hingegen eine Trefferrate von 37,5 %. Es ist also fraglich, ob bei diesem Patient nach so langer Ertaubung ein gutes Richtungsgehör je wieder auftritt, da er nur noch von der interauralen Lautheitsdifferenz, nicht aber mehr von der interauralen Zeitdifferenz Gebrauch machen kann, die beide für das Richtungshören zuständig sind.

Nach Krampe ist die Fähigkeit zum räumlichen Hören und zur Lokalisation von Schallquellen größtenteils eine Folge der beidohrigen Erfassung und Verarbeitung der akustischen Signale [32]. Hierbei ist die Ohrmuschel ein wichtiges Funktionselement, da räumliche Merkmale in zeitliche Merkmale umkodiert werden und dadurch das „Stereohören“ ermöglicht wird. Dieser Prozess ist völlig unabhängig vom Alter. Zuständig für die funktionierende Lokalisation bei Normalhörenden sind die interaurale Zeitdifferenz und interaurale Lautheitsdifferenz. Diese beiden physikalischen Eigenschaften eines Schalls sind in der „Duplex-Theorie“ zusammengefasst und beschreiben das direktionale Hören. Die interaurale Zeitdifferenz beschreibt die Zeitverzögerung von Signalen, die sich durch die unterschiedliche Laufzeit des Schalls zwischen dem rechten und dem linken Ohr ergibt. Die interaurale Pegeldifferenz kommt durch die Schallabschattung auf der gegenüberliegenden Kopfseite (Kopfschatten) zustande, wenn Schall aus einer seitlichen Richtung kommt und sich somit unterschiedliche Schallintensitäten an dem rechten und linken Ohr ergeben. Somit kann sich das auditorische System durch Berechnungen über die ankommenden Informationen einzelne Schallquellen lokalisieren ([33], [34]). Ebenso geht aus der Duplex-Theorie heraus, dass das Lokalisieren von Schallquellen frequenzabhängig ist. Denn die Auswertung der interauralen Zeitdifferenz ist nur bei tiefen Frequenzen von 250-1000 Hz maximal und funktioniert ab 1,5 kHz so gut wie gar nicht

mehr. Umgekehrt dazu funktioniert die Auswertung der interauralen Pegeldifferenz nur bei hohen Frequenzen ab 2 kHz [35]. Leider können einseitig Ertaubte mit CI von der interauralen Zeitdifferenz keinen Gebrauch mehr machen. Lediglich die interaurale Lautheitsdifferenz kann wieder durch den Einsatz des CI's genutzt werden und ermöglicht diesem in manchen Fällen eine wiederhergestellte Lokalisation. Nach Jacob et al. stellt diese wahrscheinlich die Basis für die Lokalisation dar [1]. Wird nun aber nach der Ertaubungsdauer geschaut, so zeigt sich auch hier eine Abhängigkeit. Je länger die Ertaubung anhielt, desto schlechter konnten die Patienten das Schmalbandrauschen lokalisieren. Auch stellte sich eine Frequenzabhängigkeit dar, wobei die tiefere Frequenz von 1 kHz um ca. 10,5 % besser erkannt wurde als die Frequenz von 4 kHz. Wird nun der von den Patienten beschriebene subjektive Höreindruck mit der ermittelten Trefferrate verglichen, so fällt schnell auf, dass die Trefferrate deutlich schlechter ausfiel, als nach der subjektiven Einschätzung zu erwarten wäre. Insgesamt traf die Aussage der Patienten über ihren subjektiven Höreindruck im Bereich der Sprache im Störlärm aber zu.

Ein weiterer Aspekt, der zu überdenken ist, ob eine CI-Versorgung bei einseitiger Ertaubung zu wählen ist, ist ein chronischer und subjektiver Tinnitus. Von den 7 der 11 selektierten Tinnitus-Patienten beschrieben alle von ihnen eine deutliche postoperative Verbesserung des Tinnitus wahrzunehmen. Wie in der Einleitung bereits erwähnt, bestätigten dieses bereits Miyamoto, Quaranta u.v.m. ([23], [25]). Bei 4 von den 7 Tinnituspatienten konnte durch die CI-Versorgung der Tinnitus gänzlich ausgeblendet werden. Die bei diesen 4 Patienten vorliegende Ursache war ein Hörsturz, der den Tinnitus und die Ertaubung auslöste. Bei den anderen 3 Patienten war die Ursache der Ertaubung und des Tinnitus kongenitaler Natur (Patient Nr. 6) und durch chronische otitis media (Patient Nr. 3) hervorgerufen worden. Bei beiden trat der Tinnitus nach der Implantation nur noch situationsbedingt, meist im Stress, auf. Der dritte Patient (Patient Nr. 2) ist allerdings gesondert zu betrachten, da er an einer posttraumatischen Belastungsstörung litt. Bedingt durch sein Trauma litt er bereits vor der Implantation an einem Hörsturz und Tinnitus und kam wegen des Tinnitus in eine entsprechende Rehabilitationseinrichtung. Diese brachte wenig Erfolg. 3 Monate nach dem Eingriff begann er zusätzlich zur CI-Rehabilitation eine psychotherapeutische Behandlung, die sich als sehr erfolgreich erwies. Circa 1 ½ Jahre nach der Implantation machte er große Fortschritte. Auch der Tinnitus wurde deutlich geringer empfunden als vor der OP, nur ohne CI wird noch so stark wie vor der OP wahrgenommen. Hier kommt der Effekt der Maskierung zum Einsatz. Durch die erneute Schallwahrnehmung auf dem ertaubten Ohr

wirkt nun dank des CI's die elektrische Stimulation des Hörnervs als Maskierer und kann somit das Ohrgeräusch durch den von außen ankommenden und ans Hörzentrum weitergeleiteten Schall verdecken. So werden immer häufiger an Tinnitus leidende Patienten auch mit Hörsystemen, Rauschgeneratoren oder auch so genannten Tinnitusinstrumenten, Geräte, die eine Hörsystemfunktion und einem integrierten Rauschgenerator ausgestattet sind, versorgt und therapiert [36]. Auch Olze et al. vermuten, dass der direkte Einfluss des CI auf den Tinnitus durch Maskierungseffekte, die direkte elektrische Stimulation des Hörnervs und v.a. durch eine CI-induzierte Reorganisation der zentralen Hörbahn und des zentralen auditorischen Kortex wirksam sein [37]. Denn der Tinnitus bildet sich in erster Linie überwiegend durch pathologische Prozesse in der Hörbahn. Meist wird er durch die im Innenohr defekten äußeren Haarzellen ausgelöst. In einer weiteren Studie von Parazzini et al. konnte bereits nachgewiesen werden, dass eine Versorgung durch offene Hörsysteme innerhalb der Tinnitus-Retraining-Therapy (TRT) eine progressiv, statistisch signifikante Tinnitusreduktion erzielen kann [38]. So konnte im Rahmen dieser Studie erneut belegt werden, dass noch in Zukunft viele weitere an chronischen Tinnitus leidende Patienten, bei denen insbesondere die äußeren Haarzellen defekt sind, gut mit einem CI zu versorgen sind und eine Reduktion des Tinnitus zu erwarten ist.

In den meisten Fällen sollte auch immer eine im Anschluss stattfindende logopädische Therapie wahrgenommen werden, die natürlich auch den Hörerfolg nochmals vorantreibt. Die Patienten Nr. 7 und 11 zeigen speziell, dass der Hörerfolg von der eigenen Motivation und dem Training abhängt. Beide Patienten waren von Anfang an sehr unmotiviert, trugen das Cochlear Implant nur sehr unregelmäßig und selten und lehnten beide die logopädische Therapie nach der Implantation ab. Beide erzielten im Vergleich zu den anderen Patienten keinerlei Hörerfolg beim Freiburger Einsilbertest (von 0 %), im HSM-Satztest erlangte Patient Nr.7 71,85 % und Nr.11 57,28 % Verständlichkeit und im OISa erreichten sie 5,4 dB und 19,9 dB SNR. Auch bei der Lokalisation konnte bei Patient Nr. 7 noch keine Verbesserung bestätigt werden. Speziell er war recht enttäuscht und unzufrieden über die Gesamtsituation, welches auf seine Ungeduld zurückzuführen ist. Alle anderen Patienten zeigten Verbesserungen, die durch die weitere Therapie mittels Training und regelmäßigem Tragen des CI's und eine weitere Optimierung der CI-Einstellung auch in Zukunft ein noch zu verbessernder Hörerfolg zu erwarten ist. Ähnlich ist es bei der Lokalisation. Hier zeigte sich auch ein so genannter Trainingseffekt. Patient Nr. 1 schnitt mit einer Ertaubungsdauer von 1,6 Jahren bei den Sprachtests im Störlärm

mit einem SNR von 3,5 dB und einer Verständlichkeit von 100 % sehr gut ab, während sich bei der Lokalisation nur 43,75 % an Treffern ergab. Auch bei Patient Nr. 10 zeigte sich ein solches Ergebnis einer Ertaubungsdauer von 12 Jahren: SNR von -3,8 dB, Verständlichkeit von 100 % und eine Trefferrate von nur 31,3 %. Beide Patienten gaben an ihr CI regelmäßig zu Tragen und die logopädische Therapie regelmäßig zu nutzen. Ein ähnliches Ergebnis hatten Strauß-Schier et al. in einer Studie von April 2011, in der ca. nur zwei Drittel ihrer Patienten einen Anstieg der Hörleistungen erfuhr, ein Drittel fielen in der Hörleistung sogar wieder ab und erzielten im HSM-Satztest eine nur sehr begrenzte Sprachverständlichkeit [39]. Sie begründeten die Ergebnisse mit unregelmäßigem Tragen des CI's und dass „dadurch der Übungseffekt des Basishörtrainings verloren geht“ [39].

Wie sich bei den bereits oben beschriebenen Patienten Nr. 7 und Nr. 11 gezeigt hat, führen nicht nur allein der Einsatz eines CI's und eine im Anschluss folgende logopädische Therapie zum versprochenen Hörerfolg. Ein entscheidendes Kriterium ist auch die innere Einstellung und Motivation, die oftmals schwierige Situation zu überstehen. Deswegen sollte dieser Aspekt ebenso in dieser Arbeit erwähnt werden. Es ist in vielen Fällen ersichtlich, wie unterschiedlich der Hörgewinn bei unterschiedlicher Motivation erneut hergestellt werden kann. So auch in dieser Studie. Während ein hochmotivierter Patient mit 12 jähriger Ertaubung gute Ergebnisse bei den Sprachtests im Störlärm erzielte (SNR -3,8 dB und 100 % Verständlichkeit), schnitt ein anderer Patient mit 11 jähriger Ertaubung um einiges schlechter ab (SNR 19,9 dB und Verständlichkeit von 57,3 %). Dieser stand der CI-Versorgung sehr skeptisch entgegen und hatte auch keinerlei Interesse an einer Verbesserung.

6 Fazit

Die Ergebnisse der durchgeführten Tests zeigten, dass Patienten mit einseitiger Ertaubung von einer CI-Versorgung profitieren, solange ein gewisses Maß an Eigenmotivation vorhanden ist. Sowohl junge Patienten als auch Patienten ab einem Alter von über 50 Jahren zeigen einen Hörgewinn im Störlärm. Es zeigte sich ebenfalls ein guter Hörerfolg bei Patienten, die eine kürzere Ertaubungsdauer von 8–12 Jahren aufzeigten. Wenn auch eine subjektive Verbesserung im Richtungshören angegeben wurde, konnte dieses beim Überprüfen der Lokalisation nicht immer nachgewiesen werden. Der präoperativ vorhandene Tinnitus wurde jedoch in fast allen Fällen als gänzlich unterdrückt angegeben, solange das CI getragen wurde. Nur in 3 Fällen, davon ein Patient mit posttraumatischer Belastungsstörung, wurde angegeben, den Tinnitus nur noch situationsbedingt im Stress oder in sehr abgeschwächter Form wahrzunehmen.

7 Ausblick

Wie bereits erwähnt, sollte geprüft werden, welche Patienten von der einseitigen Cochlear Implant-Versorgung profitieren und wovon dieses abhängt. In vielen Studien zuvor konnte bereits eine Altersabhängigkeit ausgeschlossen werden und das Hauptkriterium auf die Ertaubungsdauer der Patienten gelegt werden. So auch in dieser Studie. Doch konnten auch Defizite in der Sprachverständlichkeit im Störlärm im höheren Alter festgestellt und bei den Patienten mit gutem Sprachverständnis im Störlärm wiederum schlechte Ergebnisse im Bereich der Lokalisation ermittelt werden, obwohl diese bei der Befragung nach der subjektiven Empfindung große Verbesserungen wahrzunehmen schilderten. Es ist also definitiv zu erkennen, dass durch die einseitige CI-Versorgung Verbesserungen im Bereich der Sprachverständlichkeit vorhanden sind, doch sollte in Zukunft noch näher geprüft werden, inwiefern Patienten durch diese Versorgung das Richtungsgehör wieder erlangen können und wie hoch die Chancen liegen, eine gute Lokalisation zurück zu erlangen.

8 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich ganz besonders Frau Prof. Dr. Annette Limberger meinen Dank aussprechen. Sie übernahm die umfangreiche Erstbetreuung dieser Bachelorarbeit und unterstützte mich durch ihre hilfreichen und umfangreichen Anregungen und Ratschläge. Zudem gilt mein Dank meinem Zweitkorrektor Herrn Prof. Dr. med. Matthias Tisch, der mir die Möglichkeit im Ulmer Bundeswehrkrankenhaus einräumte, mit seinen Patienten Messungen vor Ort durchzuführen und mir unterstützend zur Seite stand.

Des Weiteren möchte ich auch allen Kolleginnen der Audiologie des Ulmer Bundeswehrkrankenhauses für ihre Unterstützung danken, die mir bei Fragen auch gern mal Rede und Antwort standen.

Last but not least möchte ich mich bei meiner Familie bedanken, durch die ich erst das Studium ermöglicht bekam und mir in den ganzen Jahren meiner Studienzeit viel Kraft und Stärke geschenkt haben und auf die ich immer zählen kann und konnte. Ebenso danke ich meinem Freund für seine tatkräftige Unterstützung und meinen Freunden, die mich während dieser Zeit immer begleitet haben.

Anhang

A. Patientendaten

Pat.-Nr.	Geschlecht	Alter	Ertaubungsdauer	Präoperative CI-Ohr	Ursache	Tinnitus	CI-Tragedauer	CI-System
1	W	53	1,6	Surditas	Hörsturz	Ja	0,7	SonataTI 100
2	M	49	1	Surditas	Hörsturz, Trauma	Ja	1,5	SonataTI 100
3	M	39	10	Surditas	Z. n. MOE	Ja	1,0	SonataTI 100
4	M	66	10	Restgehör	Z. n. MOE	Nein	1,0	Sonata FLEX ^{EAS}
5	M	76	51	Surditas	Z. n. MOE	nein	0,6	SonataTI 100
6	M	55	55	Restgehör	kongenital	Ja	1,4	SonataTI 100
7	M	65	38	Restgehör	Hörsturz	Ja	2,0	SonataTI 100
8	M	31	1,5	Restgehör	Hörsturz	Ja	0,6	Sonata FLEX ^{EAS}
9	W	44	1,5	Surditas	Hörsturz	Ja	1,5	SonataTI 100
10	W	22	12	Surditas	MOE mit Steigbügelplastik	Nein	0,5	SonataTI 100
11	M	58	11	Restgehör	Schmerzhaftes Knalltrauma	nein	2,5	SonataTI 100

Literaturverzeichnis

- [1]. **Jacob, R.; Stelzig, Y.; Nopp, P.; Schleich, P.** Audiologische Ergebnisse mit Cochleaimplantat bei einseitiger Taubheit. *HNO*. 30.. April 2011, Bd. 59, 9, S. 453-460.
- [2]. **Vermeire, K.; Van de Heyning, P.** Binaural hearing after cochlear implantation in subjects with unilateral sensorineural deafness and tinnitus. 2009, Bd. 14, 3, S. 163-171.
- [3]. **Arndt, S.; Laszig, R.; Aschendorff, A.; Beck, R.; Schild, C.; Hassepaß, F.; Ihorst, G.; Kroeger, S.; Kirchem, P.; Wesarg, T.** Einseitige Taubheit und Cochleaimplantat- Versorgung, Audiologische Diagnostik und Ergebnisse. *HNO*. 21.. April 2011, Bd. 59, 5, S. 437-446.
- [4]. **Maurer, J.** *Vollimplantierbare Hörsysteme*. Koblenz : Springer Medizin Verlag 2009, 2009. S. 199.
- [5]. **Akademie für Hörgeräte-Akustik.** *Informationen für die tägliche Praxis- CROS/ Bi-CROS*. Lübeck : s.n.
- [6]. **Hearing, Unitron.** WiFi Mic- Das digitale Wireless CROS/ Bi-CROS System. [Online] 2010. [Zitat vom: 05. September 2011.] <http://www.unitron.com/de/wifimic-prof-brochure.pdf>.
- [7]. **Reiß, Michael.** *Facharztwissen HNO-Heilkunde-Differenzierte Diagnostik und Therapie*. Heidelberg : Springer Medizin Verlag, 2009. S. 839. ISBN 978-3-540-89440-7.
- [8]. **Harford, E.; Dodds, E.** The clinical application of CROS: a hearing aid for unilateral deafness. 1966, Bd. 83, 5, S. 455-464.
- [9]. **Markides, A.** The CROS hearing aid system. 1979, Bd. 13, 2, S. 63-72.
- [10]. **à Wengen, Daniel F.** Einseitige Gehörlosigkeit: neue Therapiemöglichkeiten mit dem knochenverankertem Hörgerät (BAHA®) (Bone Anchored Hearing Aid). [Online] 2009. [Zitat vom: 05. September 2011.] http://www.medicalforum.ch/pdf/pdf_d/2009/2009-06/2009-06-096.PDF.

- [11]. **Federspil, P. A.** Knochenverankerte Hörgeräte (BAHA®). *HNO*. 2009, Bd. 57, 3, S. 216-222.
- [12]. **Burkey, J. M.; Berenholz, L. P.; Lippy, W. H.** Latent demand for the bone-anchored hearing aid: the Lippy Group experience. *Otolaryngology- Head and Neck Surgery*. 2006, Bd. 27, 5, S. 648-652.
- [13]. **Snik, AF; Mylanus, EA; Proops, DW; Wolfaardt, JF; Hodgetts, WE; Somers, T; .** Consensus statements on the BAHA system: we do we stand at present? 2005, Bd. 195, S. 2-12.
- [14]. **Cochlear Deutschland GmbH & Co. KG.** Indikationen und Vorteile. *Nucleus Cochlea-Implantate: Packungsbeilage für Ärzte*. 2009. S. 4-5.
- [15]. **Arbeitsgemeinschaft Deutschsprachiger Audiologen, Neurootologen und Otologen (ADANO).** Leitlinie "Cochlear Implant-Versorgung" einschließlich auditorisches Hirnstammimplantat. [Online] 27. März 1999.
[Zitat vom: 20. September 2011.] http://www.hoereltern.de/alt/pdf/ci_leitlinie.pdf.
- [16]. **Fraysse, B.; Dillier, N.; Klezer, T.; Laszig, R.; Manrique, M.; Perez, C.; Morgon, A.; Müller-Deile, J.; Ramos, A.** Cochlear implants for adults obtaining marginal benefit from acoustical amplification: a European study. 1998, Bd. 19, 5, S. 591-597.
- [17]. **Strutz, Jürgen.** Welche therapeutischen Möglichkeiten gibt es heute zur Rehabilitation einer erworbenen einseitigen Schwerhörigkeit/ bzw. Taubheit? 2007, Bd. 56, 14.
- [18]. **Group, UK Cochlear Implant Study.** Criteria of candidacy for unilateral cochlear implantation in postlingually deafened adults: Theory and measures of effectiveness. *Ear & Hearing*. 2004, Bd. 25, 4, S. 310-335.
- [19]. **Francis, H.W.; Chee, N.; Yeagle, J.; Cheng, A.; Niparko, J.K.** Impact of cochlear implants on the functional health status of older adult. *The Laryngoscope*. 2004, Bd. 112, 8, S. 1482-1488.
- [20]. **Labadie, R.F.; Carrasco, V.N.; Gilmer, C. H.; Pillsbury, H.C.** Cochlear implant performance in senior citizens. *Otolaryngology- Head & Neck Surgery*. 2000, Bd. 123, 4, S. 419-424.

- [21]. **Shin, Y. J.; Fraysse, B.; Deguine, O.; Vales, O.; Laborde, M. L.; Bouccara, D.; Sterkers, O.; Uziel, A.** Benefits of cochlear implantation in elderly patients. *Otolaryngology- Head & Neck Surgery*. 2000, Bd. 122, 4, S. 602-606.
- [22]. **Ruckenstein, Micheal; Hedgepeth, Chester; Rafter, Kristine; Montes, Michelle; Bigelow, Douglas.** Tinnitus suppression in patients with cochlear implants. To determine the degree of tinnitus. March 2001, Bd. 22, 2, S. 200-204.
- [23]. **Miyamoto, Richard; Bichey, Bradford.** Cochlear implantation for tinnitus suppression. April 2003, Bd. 36, 2, S. 345-352.
- [24]. **Andersson, G.; Freijd, A.; Baguley, D.** Tinnitus distress, anxiety, depression and hearing problems among cochlear implant patients with tinnitus. 2009, Bd. 20, S. 315-319.
- [25]. **Quaranta, Nicola; Fernandez-Vega, Susana; D'Elia, Chiara; Felipo, Roberto.** The effect of unilateral multichannel cochlear implant on bilaterally perceived tinnitus. 2008, Bd. 128, 2, S. 159-163.
- [26]. **Wagener, K.; Brand, T.; Kollmeier, B.** Entwicklung und Evaluation eines Satztests in deutscher Sprache II: Optimierung des Oldenburger Satztests. *Zeitschrift für Audiologie/ Audiological Acoustics*. 1999, Bd. 38, 2.
- [27]. **Wagener, K.; Kühnel, V.; Kollmeier, B.** Entwicklung und Evaluation eines Satztests in deutscher Sprache I: Design des Oldenburger Satztests. *Zeitschrift für Audiologie/ Audiological Acoustics*. 1999, Bd. 38, 1.
- [28]. **Hochmair-Desoyer, I.; Schulz, E.; Moser, L.** The HSM Sentence Test as a Tool for Evaluating the Speech Understanding in Noise of Cochlear Implant Users. *American Journal of Otolaryngology*. 1997, Bd. 18, 83.
- [29]. **Probst, R.** Kochleaimplantation bei einseitiger Taubheit? *HNO*. 15.. August 2008, Bd. 56, 9, S. 886-888.
- [30]. **Nadol, J.B.** Electron microscopic findings in presbycusis degeneration of the basal turn of the human cochlea. *Otolaryngology- Head and Neck Surgery*. 1979, S. 818-836.
- [31]. **Battmer, R.D.** *Hören und Gleichgewicht- Im Blick des gesellschaftlichen Wandels*. [Hrsg.] P.K. Plinkert und C. Klingmann. s.l. : Springer Wien New York. S. 45-46. Bd. 7. Henning Symposium.

- [32]. **Kramme, Rüdiger.** *Medizintechnik: Verfahren-Systeme-Informationsverarbeitung.* Berlin : Springer-Verlag, 2011. S. 239-240. ISBN-13 978-3-642-16186-5.
- [33]. **Yost, William A.; Dye, Raymond H.** *Properties of Sound Localization by Humans.* [Hrsg.] Richard A. Altschuler. New York : Raven Press, 1991. S. 109-145.
Bd. Neurobiology of Hearing: The Central Auditory System.
- [34]. **Yost, William A.; Gourevitch, G.** *Directional Hearing.* New York : Springer-Verlag, 1987.
- [35]. **Lewald, Jörg.** *Auditives Orientieren im Raum und seine Störungen.* [Hrsg.] Hans-Otto Karnoth und Peter Thier. s.l. : Springer-Verlag, 2003. Bd. Neuropsychologie. ISBN 3-540-67359-8.
- [36]. **Kießling, J.** *Tinnitus.* [Hrsg.] Gerhard Hesse. Stuttgart : Georg Thieme Verlag KG, 2008. S. 118-132. ISBN 978-3-13-147801-6.
- [37]. **Olze, H.; Zahnert, T.; Hesse, G.** Hörgeräte, implantierbare Hörgeräte und Cochlear implants in der Therapie des chronischen Tinnitus. September 2010, Bd. 58, 10, S. 1004-1012.
- [38]. **Parazzini, M.; Del Bo, L.; Jastreboff, M.; Tognola, G.; Ravazzani, P.** Open Ear hearing aids in tinnitus therapy: An efficacy comparison with sound generators. August 2011, Bd. 50, 8, S. 548-553.
- [39]. **Schrauß-Schier, Angelika; Lenarz, Thomas; Büchner, Andreas.** Sprachtestergebnisse und Basistherapie bei erwachsenen CI-Patienten mit einseitiger Taubheit. *Otorhinolaryngology- Head and Neck Surgery.* April 2011.

(§27, Abs. 1 der Studien- und Prüfungsordnung der Hochschule Aalen)

Ich versichere hiermit, dass ich meine Abschlussarbeit über das Thema:

selbstständig verfasst und keine anderen als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Aalen, 20.10.2011

Unterschrift