

Aus der Sektion für Phoniatrie und Pädaudiologie  
der Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde  
der Universität zu Lübeck  
Leiter: Prof. Dr. med. Rainer Schönweiler

---

**Cochlea-Implantate im Alter:  
Ergebnisse des Sprachverstehens und  
der Kommunikation im Alltag**

Inauguraldissertation  
zur  
Erlangung der Doktorwürde  
der Universität zu Lübeck  
- Aus der Sektion Medizin -

vorgelegt von  
Kristof Max  
aus Stade

Lübeck 2015

**Erster Berichtstatter:** Prof. Dr. med. Rainer Schönweiler

**Zweiter Berichtstatter:** Priv.-Doz. Dr. med. Peter Trillenberg

Tag der mündlichen Prüfung: 13.12.2016

Zum Druck genehmigt: Lübeck, den 13.12.2016

Promotionskommission der Sektion Medizin

# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	i
Tabellenverzeichnis	ii
<b>1 Einleitung und Fragestellung</b>	<b>1</b>
1.1 Einführung	1
1.2 Hintergrund	2
1.3 Aktuelle Arbeiten	5
1.4 Fragestellung und Hypothesen	6
<b>2 Material und Methoden</b>	<b>8</b>
2.1 Studiendesign	8
2.2 Cochlea-Implantate	9
2.3 Studienteilnehmer	11
2.4 Untersuchungsmethoden	12
2.4.1 Tonaudiogramm	12
2.4.2 Freiburger Sprachverständlichkeitstest	13
2.4.3 Oldenburger Kinder-Satztest	14
2.4.4 APHAB-Fragebogen	15
2.5 Datenerhebung	15
2.5.1 Tonaudiogramm	16
2.5.2 Freiburger Sprachverständlichkeitstest	16
2.5.3 Oldenburger Kinder-Satztest	17
2.5.4 APHAB-Fragebogen	18
2.6 Statistische Auswertung	20
<b>3 Ergebnisse</b>	<b>21</b>
3.1 Operationsalter - Tonaudiometrie	22
3.2 Operationsalter – Einsilberverstehen	24
3.3 Operationsalter – Sprachverständlichkeitsschwelle	26
3.4 APHAB-Fragebogen	29
3.4.1 Operationsalter – subjektive Verbesserung der Hörfähigkeit	30
3.4.2 Einsilberverstehen – subjektive Verbesserung der Hörfähigkeit	31
3.5 Vergleich von Männern und Frauen	32

3.6	Vergleich der Implantattypen	33
3.7	Vergleich der Seite der Implantation	34
<b>4</b>	<b>Diskussion der Ergebnisse</b>	<b>36</b>
4.1	Diskussion über die Abhängigkeit der audiologischen Ergebnisse vom Alter	36
4.1.1	Abhängigkeit der Hörschwelle mit Cochlea-Implantat vom Alter bei der Implantation	36
4.1.2	Abhängigkeit des Sprachverstehens mit Cochlea-Implantat vom Alter bei der Implantation	37
4.1.3	Diskussion über die Abhängigkeit der subjektiven Verbesserung der Hörfähigkeit vom Alter	40
4.2	Vergleich von Männern und Frauen	42
4.3	Vergleich der Implantattypen	42
4.4	Vergleich der Seiten der Implantation	43
4.5	Synoptische Diskussion	44
4.6	Methodenkritik	45
4.6.1	Kritik am Studiendesign	45
4.6.2	Kritik an der Datenerhebung	46
4.7	Schlussfolgerungen	47
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>48</b>
<b>6</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>51</b>
	<b>Danksagung</b>	<b>57</b>
	<b>Lebenslauf</b>	<b>58</b>

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1:</b>	Cochlea-Implantat	9
<b>Abbildung 2:</b>	Cochlea-Implantatmodelle der Firma MED-EL	11
<b>Abbildung 3:</b>	Altersverteilung der Studienteilnehmer.	21
<b>Abbildung 4:</b>	Ergebnisse der Tonaudiometrie	22
<b>Abbildung 5:</b>	Abhängigkeit der postoperativen Hörschwelle bei 1 kHz vom Alter bei Implantation	23
<b>Abbildung 6:</b>	Ergebnisse des Einsilberversehens	25
<b>Abbildung 7:</b>	Abhängigkeit des postoperativen Einsilberversehens vom Alter bei Implantation	26
<b>Abbildung 8:</b>	Ergebnisse des Oldenburger Kinder-Satztestes	27
<b>Abbildung 9:</b>	Altersabhängigkeit der postoperativen Sprachverständlichkeitsschwelle mit Cochlea-Implantat und ohne Hörgeräte vom Alter bei Implantation	28
<b>Abbildung 10:</b>	Ergebnisse des APHAB-Fragebogens 1	29
<b>Abbildung 11:</b>	Ergebnisse des APHAB-Fragebogens 2	30
<b>Abbildung 12:</b>	Abhängigkeit der subjektiven Verbesserung der Hörfähigkeit vom Alter bei Implantation	31
<b>Abbildung 13:</b>	Zusammenhang zwischen subjektiver Verbesserung der Hörfähigkeit und postoperativem Sprachverständnis mit Cochlea-Implantat	32
<b>Abbildung 14:</b>	Geschlechterunterschiede im postoperativen Sprachverständnis	33
<b>Abbildung 15:</b>	Modellunterschiede im postoperativen Sprachverständnis	34
<b>Abbildung 16:</b>	Unterschiede des postoperativen Sprachverstehens in Abhängigkeit von der implantierten Seite	35

## **Tabellenverzeichnis**

<b>Tabelle 1:</b>	Untere Altersgrenze der ältesten Patientengruppe in verschiedenen Studien	6
<b>Tabelle 2:</b>	Grund des Patientenausschlusses mit Anzahl der Patienten	12
<b>Tabelle 3:</b>	Gründe für die geringere Anzahl an postoperativen Messungen im Einzelverstehen	17
<b>Tabelle 4:</b>	APHAB: Grund des Patientenausschlusses	19
<b>Tabelle 5:</b>	Ergebnisse der linearen Regression von Operationsalter und Erfolg in der Tonaudiometrie für die verschiedenen Prüffrequenzen	24

# 1 Einleitung und Fragestellung

## 1.1 Einführung

Bis zu dreiviertel der 75-Jährigen leiden unter einer Schwerhörigkeit (Clark, Yeagle, Arbaje, Lin, Niparko & Francis, 2012; Sprinzel & Riechelmann, 2010), Menschen im Alter von 60 Jahren leiden zu etwa einem Viertel unter einer Schwerhörigkeit (Sohn, 2000). Wenn sich der Hörverlust eines Menschen im Durchschnitt der Altersgenossen befindet, spricht man von einer Altersschwerhörigkeit (Presbyakusis). Dieses ist ein physiologischer Vorgang im Alter (Gates & Mills, 2005). Dieser Begriff macht deutlich, dass das Hörvermögen nach der World Health Organisation (WHO) vermindert ist, aber im Erwartungsbereich der Altersgruppe liegt. Viele alte Schwerhörige überschreiten jedoch dieses Ausmaß aufgrund weiterer Hörerkrankungen (zum Beispiel durch Hörstürze, Lärmexposition oder bei genetisch bedingtem und daher familiär gehäuften Auftreten von Schwerhörigkeiten). Oft kann hier ätiologisch nicht klar zwischen der Altersschwerhörigkeit und der Schwerhörigkeit durch Krankheiten unterschieden werden (Gates & Mills, 2005). Deshalb wird in dieser Arbeit den Begriff Altersschwerhörigkeit so verwendet, dass dieser den physiologischen Hörverlust, aber auch den pathologischen Hörverlust (Hörverlust durch Krankheiten) im Alter mit einschließt.

Nur 25 % der über 60-Jährigen mit einer Schwerhörigkeit im Indikationsbereich für Hörgeräte sind tatsächlich versorgt (Hesse, 2004) und bei 28 % der Menschen mit einer Schwerhörigkeit liegt sogar eine Indikation für Cochlea-Implantate vor (Lesinski-Schiedat, 2007).

Bei der Schwerhörigkeit im Alter verschlechtern sich zunächst das Sprachverstehen und erst später die Fähigkeit, Geräusche zu lokalisieren und zu hören. Der Hörverlust beginnt zunächst bei den höchsten hörbaren Frequenzen und schreitet dann zu den tieferen Frequenzen fort. Wenn der Hörfrequenzbereich von 2 – 4 kHz betroffen ist, ist ein vermindertes Sprachverstehen aufgrund eines behinderten Verstehens von Reibelauten (zum Beispiel f, s, ch, sch) und nicht stimmhaften Konsonanten (zum Beispiel die Verschlusslaute t, k und p) die Folge (Gates & Mills, 2005).

Schlechtes Hören im Alter ist aber ein Problem, welches sich auf deutlich mehr Bereichen des Lebens negativ auswirkt als auf die Kommunikation. Schlechtes Hören im Alltag führt zu psychischen Erkrankungen (Richtberg, 2007), dem Verlust der kognitiven Leistungsfähigkeit (Lin et al., 2013) und vermehrten Krankenhausaufenthalten (Genther, Frick, Chen, Betz & Lin, 2013).

Aus diesem Grunde werden auch immer mehr alte Menschen, wenn sie nicht effektiv und zufriedenstellend mit einem Hörgerät versorgt werden können, mit Cochlea-Implantaten behandelt (Clark, Yeagle, Arbaje, Lin, Niparko & Francis, 2012; O'Leary & Chang, 2008; Rupp & Jackson, 1986).

## **1.2 Hintergrund**

Bei Schwerhörigkeiten unterscheidet man Schalleitungsschwerhörigkeiten, Schallempfindungsschwerhörigkeiten und kombinierte Schwerhörigkeiten. Bei einer Schalleitungsschwerhörigkeit ist die Ursache der Schwerhörigkeit im äußeren Ohr oder im Mittelohr lokalisiert. Das gemeinsame Merkmal aller Schalleitungsschwerhörigkeiten ist eine normale Knochenleitungsschwelle bei angehobener Luftleitungsschwelle in der Tonaudiometrie. Typische Befunde einer Schalleitungsstörung können im äußeren Ohr Gehörgangstenosen, Cerumen obturans, Gehörgangsexostosen oder Neubildungen im Gehörgang sein. Die Gemeinsamkeit aller Störungen im äußeren Ohr ist eine Verlegung des Gehörganges mit dort behinderter Schallausbreitung.

Typische Ursachen einer Schalleitungsschwerhörigkeit im Mittelohr sind die chronische Otitis media, chronische Tubenventilationsstörungen oder die Otosklerose. Dabei ist die Übertragung der Schalls von dem Trommelfell auf die Cochlea erschwert beziehungsweise vermindert und erklärt den Hörverlust (Naumann, 1990). Eine Komplikation der Otosklerose ist eine begleitende Sklerose der Cochlea, wodurch es sogar oft zur Ertaubung kommt. Dadurch wird die Otosklerose zu einer typischen Indikation für die Versorgung mit einem Cochlea-Implantat (Haensel, Ilgner, Chen, Thuermer & Westhofen, 2005; Probst, Grevers & Iro, 2004: 253).

Bei einer Schallempfindungsschwerhörigkeit werden eine sensorische und eine neurale Form unterschieden. Die Gemeinsamkeit aller Schallempfindungsstörungen ist eine ange-



hobene Knochen- und Luftleitungsschwelle in der Tonaudiometrie. Bei sensorischer Schwerhörigkeit liegt die Ursache im Innenohr beziehungsweise in der Cochlea. Typische Ursachen sind der Hörsturz, die Lärmschwerhörigkeit, die sog. Altersschwerhörigkeit sowie Stoffwechsel- und kreislaufbedingte Schwerhörigkeiten (zum Beispiel bei Nierenfunktions- oder vaskulären Störungen). Insgesamt ist bei diesen Störungen die mechanoelektrische Transduktion in der Cochlea gestört, so dass die Generierung eines elektrischen Impulses und dessen Weiterleitung an das Gehirn gestört ist. Der Hörnerv, die zentrale Hörbahn und die Hörrinde sind dabei in der Regel intakt. Bei einer neuralen Schwerhörigkeit ist die mechanoelektrische Transduktion in der Regel intakt, doch wird das Signal nicht über den Hörnerv und die zentrale Hörbahn zur Hörrinde geleitet (Naumann, 1990; Probst, Grevers & Iro 2004: 256; Thurnher, Grasl, Erovic & Lercher, 2011: 120-132).

Die sog. Altersschwerhörigkeit gilt als eine primär cochleäre Funktionsstörung. Sie ist bei über 65-Jährigen die dritthäufigste chronische Erkrankung nach der Arthritis und dem arteriellen Hypertonus (Clark, Yeagle, Arbaje, Lin, Niparko & Francis, 2012) und deshalb bevölkerungsmedizinisch relevant. Durch die Versorgung mit dem Hilfsmittel „Hörgerät“ können die negativen Folgen des Hörverlustes im Alter abgeschwächt werden, wobei aber die Ursache nicht beseitigt wird, also eine typische symptomatische, nicht kausale, Therapie. Eine adäquate Versorgung führt aber nichtsdestoweniger zu einer Reduktion von Depression und einem Abbau der sozialen Isolation (Clark, Yeagle, Arbaje, Lin, Niparko & Francis, 2012), weswegen die Versorgung mit Hörgeräten die häufigste Behandlung bei dieser Diagnose ist.

Wenn jedoch mit Hörgeräten trotz Anpassung nach den Regeln der Kunst kein ausreichendes Sprachverstehen erreicht werden kann, werden Cochlea-Implantate notwendig (Clark, Yeagle, Arbaje, Lin, Niparko & Francis, 2012; Vermeire, Brokx, Wuyts, Cochet, Hofkens & van de Heyning, 2005). Auch bei älteren Menschen ist, trotz eines oft (zumindest bei Multimorbiden) anzunehmenden erhöhten Narkoserisikos, ein Nutzen nachgewiesen worden (Clark, Yeagle, Arbaje, Lin, Niparko & Francis, 2012; O’Leary & Chang, 2008; Rupp & Jackson, 1986).

Typische Gründe für eine Versorgung älterer Patienten mit einem Cochlea-Implantat sind wiederholte Hörstürze (27 %), Schwerhörigkeit nach Meningitis (19 %), Traumata (12 %) und Otosklerose (8 %); bei 34 % der Patienten mit einer Indikation für ein Cochlea-

Implantat bleibt die Ursache der Schwerhörigkeit ungeklärt (Haensel, Ilgner, Chen, Thuermer & Westhofen, 2005).

Die Indikation für ein Cochlea-Implantat ist nach der allgemein anerkannten Definition der US-amerikanischen Food and Drug Administration (FDA) gegeben, wenn der Patient mit Hörgeräten bei 70 dB weniger als 60 % Sprachverständnis in einem Satztest erreicht (Clark, Yeagle, Arbaje, Lin, Niparko & Francis, 2012; Raman et al., 2011). Gleiches gilt, nach der Definition der US-amerikanischen Gesundheitsbehörde, für ein Sprachverständnis von weniger als 30% mit Hörgeräten bei etwa 70 dB in einem Einsilbertest. Operative Komplikationen treten in dem älteren Kollektiv nicht häufiger auf als in dem jüngeren Kollektiv (Haensel, Ilgner, Chen, Thuermer & Westhofen, 2005).

Kritiker befürchten, dass ältere Menschen nicht nur durch ein erhöhtes Narkoserisiko gefährdet sind, sondern auch signifikant schlechter als jüngere Menschen durch die Versorgung mit einem Cochlea-Implantat profitieren würden (Buchmann, Fucci & Luxford, 1997; Haensel, Ilgner, Chen, Thuermer & Westhofen, 2005; Vermeire, Brokx, Wuyts, Cochet, Hofkens & van de Heyning, 2005). Denn Arbeiten aus der „Frühzeit“ der Cochlea-Implantate zeigten, dass Menschen im Alter auch unabhängig von einer Schwerhörigkeit schlechter Sprache verstehen, weil ihre „Geschwindigkeit“ und „Genauigkeit“ in der auditiven Verarbeitung abnimmt (Buchmann, Fucci & Luxford, 1997; Gates & Rees, 1997; Kelsall, Shallop & Burnelli, 1995; Waltzman, Cohen & Shapiro, 1993). Diese Effekte können aber durch die zunehmenden Innenohrschäden (Hesse, 2003) und Abnahme der Zellzahl in den Kernen der zentralen Hörbahn bedingt sein und nicht nur durch die simple Tatsache eines höheren Alters (Gates & Mills, 2005; Gleich & Strutz, 2002).

Bevor bekannt wurde, dass die Zahl der Neuronen in der zentralen Hörbahn im Alter schwindet, nahm man an, dass die Altersschwerhörigkeit vorwiegend durch degenerative Prozesse in der Cochlea bedingt sei (Waltzman, Cohen & Shapiro, 1993). Damit verbunden war die Auffassung, dass die Probleme des Hörens im Alter mit einer direkten Stimulation des Hörnervs mittels Cochlea-Implantat gelöst werden können, da die erkrankte Cochlea umgangen wird. Mit dem Nachweis auch einer zusätzlichen zentralen Degeneration wird nun die Frage nach dem Sinn einer Cochlea-Implantation im Alter wieder aktuell und erneut relevant (Gates & Rees, 1997; Gleich, Dalles & Strutz, 2005; Gleich & Strutz, 2002).

Die anfänglichen Hoffnungen der Versorgung mit einem Cochlea-Implantat bei alten Menschen wurden auch durch die Bedenken getrübt, dass ältere Menschen eine geringere Motivation zur Änderung ihrer Situation – auch wenn sie schlecht ist – haben könnten. Diese Bedenken entstanden aufgrund des „Zufriedenheitsparadox im Alter“, das heißt hohe Zufriedenheit und subjektives Wohlbefinden trotz objektiver Einschränkungen. Durch das Zufriedenheitsparadox könnte der subjektive Gewinn geringer ausfallen als bei jüngeren Implantierten (Tesch-Römer, 2007). Allerdings gibt es auch Arbeiten, die nachweisen, dass die Bereitschaft zu Veränderung mit dem Ausmaß des Hörverlustes wieder steigt (Meiter & von Wedel, 2007).

### **1.3 Aktuelle Arbeiten**

Bisherige Arbeiten beschäftigten sich meist mit der Lebensqualität, dem Sprachverstehen nach der Versorgung mit einem Cochlea-Implantat bei älteren Patienten und deren Lernverhalten in der anschließenden Basistherapie. In verschiedenen Arbeiten konnte gezeigt werden, dass die Lebensqualität älterer Patienten durch Versorgung mit einem Cochlea-Implantat gesteigert wird (Buchmann, Fucci & Luxford, 1997; Haensel, Ilgner, Chen, Thuermer & Westhofen, 2005; Kelsall, Shallop & Burnelli, 1995; Vermeire, Brokx, Wuyts, Cochet, Hofkens & van de Heyning, 2005; Waltzman, Cohen & Shapiro, 1993). Weiterhin wurde gezeigt, dass die Versorgung mit einem Cochlea-Implantat zum Abbau von Depressionen im Alter beiträgt und Einsamkeit bei älteren und jüngeren Patienten mindert (Poissant, Beaudoin, Huang, Brodsky & Lee, 2008).

In den postoperativen Ergebnissen der Tonaudiometrie wurden bis jetzt widersprüchliche Ergebnisse festgestellt. Vermeire et al. (2005) postuliert im Gegensatz zu Lachowska et al. (2013), dass ältere Menschen hier signifikant schlechtere Ergebnisse zeigen. In den postoperativen Ergebnissen des Sprachverstehen ergaben sich aber bei älteren Menschen entgegen dieser Annahme keine Unterschiede in dem postoperativen Einsilberverstehen im Vergleich zu der jüngeren Vergleichsgruppe (Buchmann, Fucci & Luxford, 1997; Haensel, Ilgner, Chen, Thuermer & Westhofen, 2005; Lachowska, Pastuszka, Glinka & Niemczyk, 2013; Pasanisi et al., 2003; Waltzman, Cohen & Shapiro, 1993). Nur eine einzige Arbeit zeigte signifikant schlechtere Ergebnisse für die ältere Patientengruppe im Einsilberverste-

hen (Vermeire, Brokx, Wuyts, Cochet, Hofkens & van de Heyning, 2005). Eine Aufschlüsselung hinsichtlich des Gruppendesigns dieser Studien findet sich in Tabelle 1.

Lenarz et al. (2012a) zeigte für ältere Menschen im Vergleich zur jüngeren Kontrollgruppe gleiche „Lernkurven“ in der anschließenden Basistherapie mit im Endergebnis gleichem Sprachverstehen in Ruhe, aber einem verminderten im Störschall. Bei Steffens & Müller-Deile (2013) wurde gezeigt, dass das Sprachverstehen der Cochlea-Implantat-Träger eine deutlich geringere Abhängigkeit vom Alter aufweist als bei Hörgeräteträgern.

Alle genannten Arbeiten verwendeten hierbei ein Studiendesign mit einem Vergleich der Ergebnisse von einer älteren Patientengruppe mit den Ergebnissen von einer oder mehreren jüngeren Gruppen, wobei unterschiedliche Altersgrenzen für die älteste Altersgruppe definiert wurden (Tabelle 1).

<b>Untere Altersgrenze der ältesten Patientengruppe</b>	<b>Studie</b>
60	Kelsall et al., 1995; Lachowska et al., 2013
65	Buchmann et al., 1997; Haensel et al., 2005; Waltzman et al., 1993
70	Lenarz et al., 2012a; Poissant et al., 2008; Vermeiere et al., 2005

**Tabelle 1: Untere Altersgrenze der ältesten Patientengruppe in verschiedenen Studien**

#### **1.4 Fragestellung und Hypothesen**

Die vorliegende Arbeit untersucht die audiometrischen Ergebnisse beidseitig und einseitig Schwerhöriger der Sektion für Phoniatrie und Pädaudiologie des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein, Campus Lübeck und des Hörzentrums Lübecks nach der unilateralen Versorgung mit einem Cochlea-Implantat. Ziel ist es, herauszufinden, ob ältere Menschen genauso wie jüngere Patienten von einer unilateralen Versorgung profitieren. Dieses scheint nicht selbstverständlich zu sein, da bei Schwerhörigkeit im Alter nicht nur periphere Funktionseinbußen, sondern auch zentrale bekannt sind (Gates & Mills, 2005; Gleich, Dalles & Strutz, 2005; Gleich & Strutz, 2002; Hesse, 2003).

Insgesamt soll in dieser Arbeit untersucht werden, wie stark die Patienten des Hörzentrums Lübeck von einer unilateralen Versorgung mit einem Cochlea-Implantat profitieren. Anschließend soll auf dieser Basis überprüft werden, ob ältere Menschen im gleichen Maße wie junge Menschen von einer unilateralen Versorgung mit einem Cochlea-Implantat profitieren.

Hieraus ergeben sich für diese Arbeit folgende Hypothesen:

- Nullhypothese ( $H_0$ ): Es besteht kein linearer Zusammenhang zwischen Operationsalter und postoperativem Versorgungserfolg.
- Alternativhypothese ( $H_1$ ): Es besteht ein linearer Zusammenhang zwischen Operationsalter und postoperativem Versorgungserfolg.

Zu Klärung dieser Hypothesen sollen audiologische Tests eingesetzt werden, die für die Indikation von Hörgeräten neu in den Hilfsmittelkatalog aufgenommen wurden, speziell ein Satztest und ein Fragebogentest.

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Studiendesign

Die Fragestellung wurde retrospektiv am Patientenkollektiv der Sektion für Phoniatrie und Pädaudiologie der Universität zu Lübeck, der Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde und des Hörzentrum Lübecks untersucht. Zum Zeitpunkt der Untersuchung hatten 76 Cochlea-Implantat-Patienten die Basistherapie abgeschlossen und wurden in die Studie eingeschlossen. Hierzu wurden die Ergebnisse der Patienten in den тонаudiometrischen und sprachaudiometrischen Tests anonymisiert ausgewertet. Diese Tests werden im Rahmen der Versorgung von Patienten mit Cochlea-Implantaten routinemäßig prä- und postoperativ im Zuge der Basistherapie, als auch anschließend im weiteren Verlauf durchgeführt, da sie in den Leitlinien zur Versorgung von Cochlea-Implantaten empfohlen werden (Lenarz & Laszig, 2012).

Tonaudiometrische und sprachaudiometrische Tests, welche verwendet wurden:

- Tonaudiogramm
- Einsilberversuchen (Freiburger Einsilbertest)
- Satzverstehen im Störgeräusch (Oldenburger Kinder-Satztest)

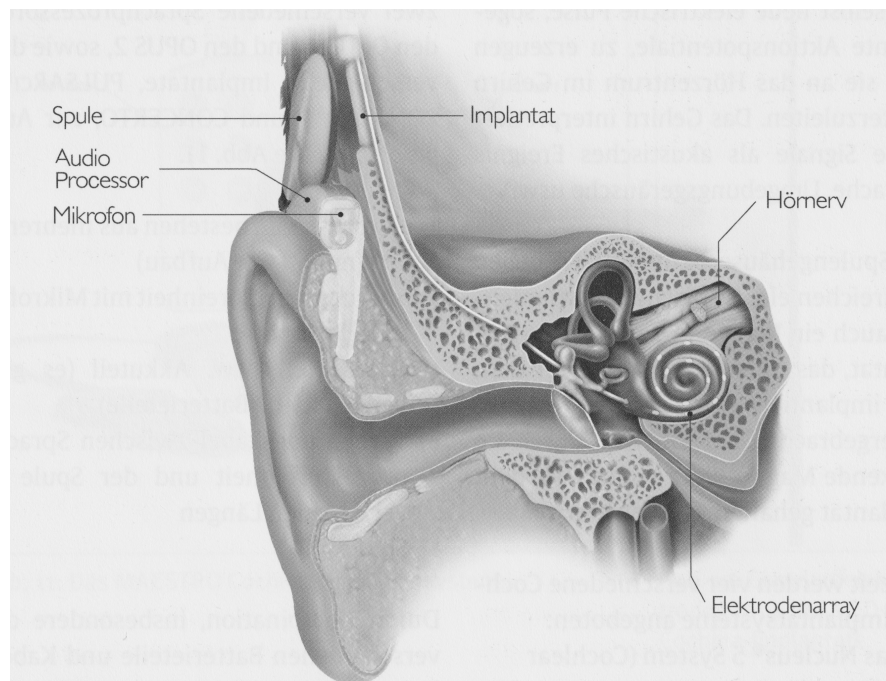
Zusätzlich wurde mittels des APHAB-Fragebogens die subjektive Verbesserung des Hörvermögens bestimmt. Die Daten hierfür stammen aus einer internen Qualitätssicherung, welche als Vorbereitung für das Jahresaudit im Rahmen der ISO-9001-Zertifizierung der Sektion für Phoniatrie und Pädaudiologie als Einrichtung für die ambulante und stationäre Behandlung von Patienten mit Hör-, Stimm-, Sprech-, Sprach- und/oder Schluckstörungen durchgeführt wurden.

Es wurden auch bei letztendlich bilateral versorgten Patienten nur die erzielten Ergebnisse nach Implantation der ersten Seite ausgewertet, da ältere und alte Menschen häufig nur unilateral implantiert werden, auch wenn audiologisch eine bilaterale Implantation in Frage kommen würde.

Das Studienvorhaben wurde der Ethikkommission der Universität zu Lübeck angezeigt und am 18.12.12 genehmigt (Aktenzeichen 12-234A).

## 2.2 Cochlea-Implantate

Cochlea-Implantate bestehen aus einem außen getragenen Prozessor und dem Implantat (Abbildung 1). Der Prozessor besteht aus einem hinter dem Ohr getragenen Gerät (HdO-Gerät) und einer bidirektional übertragenden Sende- und Empfangsspule. Der Prozessor enthält ein Mikrophonsystem (zwei Mikrophone, die für eine Richtwirkung zusammengesaltet werden), eine Elektronik, die Schallwellen in elektrische Impulse umwandelt und einer Stromversorgung, meist bestehend aus einer Halterung für Zink-Luft-Zellen, einem aufladbaren Akkumulator oder einem Kabel für eine stationäre Stromversorgung zum Beispiel über die Programmierereinheit. Die Spule besteht aus einem Anschlusskabel zum Prozessor, einem in der Stärke einstellbaren Haltemagneten und der Induktionsspule. Diese überträgt das elektrische Signal durch die Haut hindurch auf die bidirektionale Spule des Implantats. Das Implantat enthält die Spule, einen Demodulator, ein Elektrodenkabel und den Elektrodenträger, der während der Operation in die Schnecke eingeführt wird. Der Demodulator wandelt das verschlüsselte Signal in elektrische Impulse um, die über die Elektroden (meist 12 – 24) die Dendriten des Hörnervs in der Cochlea stimulieren (Hermann-Röttgen, 2010: 45).



**Abbildung 1: Cochlea-Implantat** (aus: Hermann-Röttgen, 2010: 45)

Die Studienteilnehmer waren mit Cochlea-Implantaten der Firma MED-EL versorgt. Die Implantation erfolgte durch die Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein, Campus zu Lübeck. Die Einstellung und postoperative Betreuung im Rahmen der Basistherapie (Lenarz & Laszig, 2012) und die anschließende Nachsorge der Patienten wurde durch speziell dafür geschulte Mitarbeiter der Sektion für Phoniatrie und Pädaudiologie der Universität zu Lübeck durchgeführt. Die Basistherapie umfasst die ärztliche Nachbetreuung, Ersteinstellung bzw. die Optimierung der Einstellung des Sprachprozessors sowie ein Hör- und Sprachtraining (Lenarz & Laszig, 2012).

Zum Zeitpunkt der Datenerhebung waren alle Patienten mit dem Prozessor OPUS 2 von MED-EL versorgt (Abbildung 2). Da die Prozessoren mit den Implantaten eines Herstellers frei kombinierbar sind und auch bei älteren Implantaten abwärtskompatibel sind, konnte es aber auch vorkommen, dass Patienten mehrere Prozessoren besitzen und nutzen. Zu den verwendeten Implantattypen der Firma MED-EL gehören CONCERTO (auf dem Markt seit 2010), PULSAR (auf dem Markt seit 2004) und SONATA (auf dem Markt seit 2006). Die Analyse der postoperativen Ergebnisse vom Alter bei Operation erfolgte im Folgenden ohne Berücksichtigung des Implantattyps. Unterschiede im Versorgungserfolg zwischen den Implantattypen wurden durch eine Untersuchung des postoperativen Versorgungserfolges abhängig vom Implantattyp ausgeschlossen.





**Abbildung 2: Cochlea-Implantat-Modelle der Firma MED-EL** (aus: Hermann-Röttgen, 2010: 47)

### 2.3 Studienteilnehmer

Für die Studiauswertung kamen 76 Patienten in Betracht, welche in der Sektion für Phoniatrie und Pädaudiologie, der Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde und im Hörzentrum Lübeck mit einem Cochlea-Implantat behandelt wurden und zum Zeitpunkt der Datenerhebung ihre Basistherapie abgeschlossen hatten. Es konnten nicht alle Patienten, die für die Auswertung zur Verfügung standen, berücksichtigt werden. Es wurden diejenigen Patienten von der Auswertung ausgeschlossen, die

- unter 18 Jahre alt waren,
- eine Cochlea-Implantat-Versorgung in einem anderen Haus erhalten hatten, da keine präoperativen Ergebnisse vorlagen,
- die Basistherapie abgebrochen haben,
- bilateral versorgt waren, aber nicht unilateral auswertbar waren, da nicht nach der ersten Operation, sondern erst nach der zweiten Operation neue Daten erhoben wurden,
- die Patientenakte nicht vorhanden war.

Deshalb wurden von diesen 76 Patienten 16 von der Auswertung ausgeschlossen (Gründe in Tabelle 2), sodass 60 Patienten für die statistische Auswertung zur Verfügung standen.

<b>Grund des Ausschlusses</b>	<b>Anzahl der Patienten</b>
Unter 18 Jahre alt	4
Bilateral versorgter Patient, unilaterale Auswertung nicht möglich	3
Akte nicht vorhanden	3
Therapieabbruch innerhalb der Basistherapie	3
Cochlea-Implantat-Versorgung außer Haus	2
Keine eindeutigen Daten	1

**Tabelle 2: Grund des Patientenausschlusses mit Anzahl der Patienten**

## **2.4 Untersuchungsmethoden**

Die Untersuchungen fanden im Rahmen der Voruntersuchung beziehungsweise der Nachsorge in der Sektion für Phoniatrie und Pädaudiologie statt. Zu den verwendeten Untersuchungsmethoden gehörten die Tonaudiometrie, Sprachaudiometrie (Freiburger Einsilbertest, Oldenburger Kinder-Satztest) und der APHAB-Fragebogen.

### **2.4.1 Tonaudiogramm**

Die Tonaudiometrie ist ein Testverfahren zur Bestimmung der sogenannten relativen Hörschwelle. Die relative Hörschwelle gibt an, um wie viel die Hörschwelle über dem physiologisch hörbaren Minimum liegt. Hierbei werden dem Probanden Töne verschiedener Frequenzen steigender Lautstärke dargeboten (Lehnhardt, 1987: 1-13). Die Hörschwelle für Cochlea-Implantat-Träger wird normalerweise im Freifeld bestimmt, unter Vertäubung der Gegenseite.

Das Ergebnis der Tonaudiometrie wird dann in „Dezibel Hearing Level“ (dB HL) für jede untersuchte Frequenz angegeben. „Dezibel Hearing Level“ bedeutet „dB über der relativen „Normalschwelle“ (Lehnhardt, 1987: 1-13).

## 2.4.2 Freiburger Sprachverständlichkeitstest

In der Sprachaudiometrie wird nicht die Schwelle des Hörens, sondern das Ausmaß des Verstehens beurteilt (Mrowinski & Scholz, 2006: 52-57). Die Sprachaudiometrie untersucht somit nicht nur die Funktion des Hörorgans, sondern bezieht auch die zentrale Verarbeitung des Gehörten mit ein (Mrowinski & Scholz, 2006: 52-57).

Es handelt sich nach heutiger Auffassung auch nicht um einen „Verständlichkeitstest“, sondern um einen „Verstehenstest“; bei der Prüfung der „Verständlichkeit“ ist der Patient der Sprechende und der Untersucher der Zuhörende, beispielsweise bei der Prüfung der Sprachverständlichkeit nach Resektionen im Mund-Kiefer-Bereich wegen Mundhöhlenkarzinomen. Bei „Sprachverständlichkeitstests“ wird die Fähigkeit zum Sinnverständnis geprüft, zum Beispiel bei Kindern in der Sprachentwicklung oder bei Patienten mit Aphasie; auch diese Fähigkeit ist bei Schwerhörigen nicht gemeint. Bei Schwerhörigen wird vielmehr geprüft, ob sie Sprachmaterial (Silben, Wörter, Sätze) nachsprechen können, wobei es unerheblich ist, ob sie diese korrekt aussprechen oder ob sie den Sinn des Gesagten begriffen haben. Daher ist der korrekte audiologische Begriff in der vorliegenden Studie „Sprachverstehen“, unabhängig davon, wie ein Test zum Zeitpunkt der Entwicklung (falsch) benannt wurde.

In der vorliegenden Studie wurde im Rahmen der Sprachaudiometrie zur Prüfung des Einsilberverstehens der Freiburger „Sprachverständlichkeitstest“ (Sprachverstehenstest) und zur Untersuchung des „Satzverständnisses“ (Satzverstehen) der Oldenburger Kindersatztest durchgeführt.

Bei dem Freiburger „Sprachverständlichkeitstest“ werden dem Patienten im Rahmen der Testung des Einsilberverstehens jeweils 20 Wörter mit einer vorgegebenen Lautstärke (zum Beispiel 65 dB) dargeboten. Das Sprachverstehen entspricht der Anzahl der richtig verstandenen Einsilber in Prozent. Hierbei können sich für verschiedene Lautstärken verschiedene Prozentsätze anteilig richtig verstandener Wörter ergeben (Lehnhardt, 1987: 118-123). Für das Ergebnis im Einsilberverstehen ist das Hörvermögen für höhere Frequenzen maßgeblich entscheidend (Mrowinski & Scholz, 2006: 52-57). Der Freiburger „Sprachverständlichkeitstest“ wird aus diesem Grund normalerweise im Anschluss an die Tonaudiometrie durchgeführt, um die Lautstärke des Tests dahingehend passend zu wäh-

len, dass bereits ein Ergebnis des Verstehens  $> 0\%$  erreicht wird. Der Freiburger Sprachverständlichkeitstest gilt als ein maßgebliches Testverfahren um die Indikation zur Verordnung von Hörgeräten sowie auch einen Grad der Behinderung zu prüfen (Feldmann, 2001: 94). Die Messung des Sprachverstehens ohne Störgeräusche gilt als unverzichtbare Untersuchung für alle Hörverluste (Lehnhardt, 1987: 119).

### **2.4.3 Oldenburger Kinder-Satztest**

Der Oldenburger Kinder-Satztest ist ein audiometrischer Test, welcher die „Sprachverständlichkeitsschwelle“ in Ruhe und im Störschall für Kinder ab 4 Jahren bestimmt. Als Sprachmaterial werden Drei-Wort-Sätze mit nicht vorhersagbaren Inhalten und geringer Redundanz verwendet. Die Sätze haben die Form Zahlwort – Adjektiv – Substantiv mit einer zufälligen Kombination aus einem Inventar von insgesamt 21 Wörtern (zum Beispiel acht weiße Autos, sieben grüne Blumen). Das Design des Tests verhindert das Auswendiglernen der Sätze, so dass der Oldenburger Kinder-Satztest beliebig oft wiederholt werden kann. Aus diesem Grund ist er besonders gut für wiederkehrende Messungen bei der Anpassung von Hörgeräten oder der Einstellung von Cochlea-Implantaten geeignet (HörTech, 2011).

Der Oldenburger Kinder-Satztest eignet sich auch für Jugendliche und Erwachsene und weist gegenüber dem Oldenburger Satztest den entscheidenden Vorteil auf, dass das auditive Arbeitsgedächtnis mit weit weniger Worten, das heißt mit nur 3 statt mit 5, belastet wird (HörTech, 2011). Durch die Verwendung des Oldenburger Kindersatztests statt des Oldenburger Satztest wird damit versucht, zu vermeiden, dass Einschränkungen des auditiven Arbeitsgedächtnisses, der Aufmerksamkeit, der Konzentration und der Motivation die Ergebnisse beeinflussen. Dies ist wichtig, weil das auditive Arbeitsgedächtnis und die Konzentrationsfähigkeit bei jungen und alten schwerhörigen Menschen reduziert sein kann (Verhaegen, Collette, & Majerus, 2014).

Die „Sprachverständlichkeitsschwelle“ für Messungen im Störgeräusch wird definiert als der Signal-Rausch-Abstand, bei dem 50 % der getesteten Wörter verstanden werden (HörTech, 2011). Der Signal-Rausch-Abstand ist das Verhältnis der Pegel von Sprachsignal und Störgeräusch. Da die Pegel logarithmisch (in dB) skaliert werden, werden die

Pegel bei der Berechnung des Signal-Rausch-Abstandes voneinander subtrahiert (HörTech, 2011).

#### **2.4.4 APHAB-Fragebogen**

Der APHAB (Abbreviated Profile of Hearing Aid Benefit) wurde 1995 vom Hearing Aid Research Laboratory, Memphis, Tennessee, entwickelt. Der APHAB-Fragebogen untersucht mit jeweils sechs Fragen in vier Kategorien das persönliche Hörempfinden des Patienten vor und nach der Hörgeräteversorgung:

- Hören in ruhiger Umgebung (EC-Skala)
- Hören mit Störgeräuschen (BN-Skala)
- Hören in hallender Umgebung (RV-Skala)
- Unbehaglichkeit von Lärm (AV-Skala)

Aus diesen Kategorien lassen sich eine Gesamtbewertung und eine subjektive Verbesserung der Hörfähigkeit berechnen. Seit dem 01.01.2012 ist der APHAB-Fragebogen eine gewünschte Leistung bei jeder Hörgeräteversorgung (Gemeinsamer Bundesausschuss, 2012). Dieses wurde am 14.07.2014 nochmal vom Gemeinsamen Bundesausschluss bestätigt (Gemeinsamer Bundesausschuss, 2014; Löhler, 2012). Außerdem ist der APHAB-Fragebogen ein Instrument der Qualitätssicherungsvereinbarung Hörgeräteversorgung nach § 135 Abs. 2 SGB V, welche in einer Neufassung zum 01.04.2012 in Kraft getreten ist (Kassenärztliche Bundesvereinigung, 2012).

#### **2.5 Datenerhebung**

Die Datenerhebung erfolgte für die Tonaudiometrie, das Einsilberversuchen, den Oldenburger Kinder-Satztest und dem APHAB-Fragebogen retrospektiv nach Aktenlage.

Bei der Erhebung der Daten wurden zwei grundsätzliche Regeln angewendet, um eine bestmögliche Objektivität und Vergleichbarkeit zu gewährleisten:

1. Es wurden nur audio- und sprachaudiometrische Tests berücksichtigt, welche in der Sektion für Phoniatrie und Pädaudiologie des Universitätsklinikums Schleswig Holstein, Campus Lübeck und dem Hörzentrum Lübeck durchgeführt wurden.

2. Bilateral versorgte Patienten wurden bis zum Zeitpunkt der Versorgung des zweiten Ohres als unilateral versorgte Patienten angesehen

Es wurden insgesamt nur Patienten in die Auswertung mit eingeschlossen, welche nur unilateral mit einem Cochlea-Implantat versorgt wurden. Die gesamte Auswertung berücksichtigt dann nur die Ergebnisse der mit einem Cochlea-Implantat versorgten Seite; Ergebnisse der unversorgten Seite wurden nicht berücksichtigt.

### **2.5.1 Tonaudiogramm**

Bei der Erhebung der tonaudiometrischen Daten wurden Messungen bei den Prüffrequenzen: 0,125 kHz, 0,25 kHz, 0,5 kHz, 1,0 kHz, 1,5 kHz, 2,0 kHz, 3,0 kHz, 4,0 kHz, 6,0 kHz und 8,0 kHz berücksichtigt. Die Messwerte wurden auf 5 dB genau abgelesen. Eine Hörminderung konnte nur berücksichtigt werden, wenn für diese Prüffrequenz auch ein Messpunkt vorlag.

Für die präoperativen Daten wurden jene Tests berücksichtigt, welche im Rahmen der Voruntersuchung erhoben wurden und die Hörschwelle am noch unversorgten Ohr bestimmten. Für die postoperativen Daten wurde die beste Anpassung nach der Versorgung unabhängig vom Zeitpunkt gewählt, das heißt das beste Ergebnis einer tonaudiometrischen Messung am versorgten Ohr. Die beste Anpassung ergibt sich aus dem niedrigsten dB-Hörverlust und dem „glätttesten“ Kurvenverlauf, das heißt mit einem Kurvenverlauf der geringsten Schwankungen im Tonaudiogramm.

### **2.5.2 Freiburger Sprachverständlichkeitstest**

Bei der Erhebung der sprachaudiometrischen Daten wurde das Einsilberverschanden als der Anteil der verstandenen Worte im Einsilbertest (Freiburger Einsilbertest) bei 65 dB berücksichtigt. Wenn für 65 dB keine Messergebnisse vorlagen, wurden auch Messergebnisse bei höherer Lautstärke berücksichtigt, wobei das Verstehen bei 65 dB extrapoliert wurde (siehe unten). In die Auswertung einbezogen wurden Messungen für die mit einem Cochlea-Implantat versorgte Seite vor Versorgung, mit und ohne Hörgerät, sowie nach der Implantation des Cochlea-Implantat. Außerdem galten hinsichtlich der Wahl des Zeitpunktes die gleichen Regeln wie bei der Tonaudiometrie: Die präoperativen Werte wurden der

präoperativen Untersuchung entnommen und für die postoperativen Werte wurde das beste Ergebnis unabhängig vom Zeitpunkt ausgewählt. Das beste Ergebnis bedeutet der prozentual höchste Anteil richtig verstandener Wörter.

Da nicht alle sprachaudiometrischen Daten des Einsilberversehens bei 65 dB für die versorgte Seite erhoben werden konnten, wurden für eine bessere Vergleichbarkeit der Daten zwei zeitökonomische Annahmen aus der klinischen Routineversorgung beziehungsweise aus der Sprechstunde übernommen und angewendet, wenn für die Messung bei 65 dB keine Daten vorlagen:

1. Wenn bei einer Messung mit einer Lautstärke größer 65 dB ein Verstehen von 0 % vorlag, war davon auszugehen, dass bei 65 dB das Hörverstehen auch gleich 0 % ist.
2. Wenn in einem bilateralen Test im Freifeld das Verstehen bei 65 dB 0 % betrug, werden auch für jedes einzelne Ohr 0 % vorausgesetzt.

Postoperativ lag der Stichprobenumfang  $n$  bei  $n = 53$ , für 7 Patienten lagen somit keine postoperativen Ergebnisse für das Einsilberversehen mit Cochlea-Implantat vor. Die Gründe hierfür finden sich in Tabelle 3.

<b>Grund</b>	<b>Anzahl</b>
Prälingual ertaubt	1
Postoperative Komplikationen	1
Spricht kein Deutsch	1
Messung bei nicht auswertbarer Lautstärke	4

**Tabelle 3: Gründe für die geringere Anzahl an postoperativen Messungen im Einsilberversehen**

### **2.5.3 Oldenburger Kinder-Satztest**

Es wurde die „Sprachverständlichkeitsschwelle“ im Störschall vor der Versorgung mit einem Cochlea-Implantat mit und ohne Hörgerät erfasst sowie nach der Versorgung mit einem Cochlea-Implantat gemessen. Die Sprachverständlichkeitsschwelle drückt aus, wie viel dB Störschall ein Patient verträgt, um dabei noch 50 % der Wörter im Satz zu verste-

hen. Beispielsweise bedeutet ein Ergebnis von -5,0 dB, dass ein Patient 5 dB mehr Störschall als Nutzschall verträgt und dabei immer noch 50 % der Wörter versteht; ein typischer Normalbefund liegt bei -7,1 dB (HörTech, 2013). Pro 1 dB Abweichung von diesem Wert zum Positiven kann ein Verlust von 10 % des Verstehens in einem Einsilbertest angenommen werden.

Präoperativ wurde das Ergebnis der präoperativen Untersuchung gewertet; postoperativ wurde das beste Ergebnis unabhängig vom Zeitpunkt gewählt. Das beste Ergebnis bedeutet eine möglichst geringe Sprachverständlichkeitsschwelle (HörTech, 2011).

#### **2.5.4 APHAB-Fragebogen**

Es wurden die vorliegenden Fragebögen aus der internen Qualitätssicherung ausgewertet, welche im Rahmen der ISO-9001-Zertifizierung als Zentrum für die ambulante und stationäre Behandlung von Patienten mit Hör-, Stimm-, Sprech-, Sprach- und/oder Schluckstörungen der Sektion für Phoniatrie und Pädaudiologie des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein, Campus Lübeck durchgeführt wurde. Im Rahmen dieser internen Qualitätssicherung wurden 69 der 76 Patienten (Gründe siehe Tabelle 4), die mit einem Cochlea-Implantat in der Phoniatrie und Pädaudiologie behandelt werden, gebeten, den APHAB-Fragebogen nachträglich auszufüllen. Hierzu wurden die Patienten gebeten, den Fragebogen während eines Aufenthaltes in der Sektion der Phoniatrie und Pädaudiologie auszufüllen oder sie wurden angeschrieben und gebeten, den beiliegenden APHAB-Fragebogen auszufüllen und portofrei zurückzusenden. Die interne Qualitätssicherung war notwendig, da der APHAB-Fragebogen seit 01.04.2012 eine geforderte Leistung bei jeder Hörgeräteversorgung war (Gemeinsamer Bundesausschuss, 2012), aber bis dahin zu wenig Patienten diesen Fragebogen im Rahmen der Cochlea-Implantat-Versorgung beziehungsweise der anschließenden Basistherapie ausgefüllt hatten.

Anschließend wurden in dieser Arbeit aber nur jene Patienten ausgewertet, die zuvor in die Studie eingeschlossen wurden.



<b>Grund des Ausschlusses</b>	<b>Anzahl der Patienten</b>
Unter 18 Jahren	4
Verstorben	1
Mangelnde Deutschkenntnisse (Patient versteht die Fragen nicht)	1
Derzeit Reparatur des Prozessors	1

**Tabelle 4: APHAB: Grund des Patientenausschlusses**

Hierbei mussten die Patienten ihr Hörvermögen beziehungsweise ihren persönlichen Hör-eindruck bewerten. Die Fragen zur präoperativen Situation mussten aus der Erinnerung ausgefüllt werden. Die postoperative Situation sollte die jetzige Situation zu dem Zeitpunkt der Befragung darstellen. Insgesamt wurden hier alle 24 Fragen des APHAB-Fragenbogen jeweils vor und nach der Operation berücksichtigt. Hierbei mussten in jeder Kategorie mindestens vier Fragen ausgefüllt sein, damit der Fragenbogen seine Gültigkeit behält (Löhler, 2012).

Bei der Auswertung wurden zunächst diejenigen Patienten ausgeschlossen, welche den präoperativen Teil nicht ausgefüllt hatten. Anschließend erfolgte die Auswertung der Fragebögen bezüglich des Benefits in der EC-Skala (Hören in ruhiger Umgebung), der BN-Skala (Hören mit Hintergrundgeräuschen), der RV-Skala (Hören in hallender Umgebung) und der AV-Skala (Hören von lauten Geräuschen). Der Benefit jeder Skala ergibt sich hierbei aus der Differenz der Bewertungen für unversorgtes und mit Cochlea-Implantat versorgtes Hören, so dass ein positiver Benefit einen positiven Nutzen anzeigt. Anschließend wurde die Gesamtbewertung und die Verbesserung der Hörfähigkeit berechnet, wie in Löhler (2012) beschrieben. Hierbei zeigt eine positive Gesamtbewertung beziehungsweise Verbesserung der Hörfähigkeit auch einen subjektiv positiven Effekt der Versorgung an. Der Benefit jeder Skala und die Gesamtbewertung können Werte zwischen minus eins und plus eins annehmen. Die subjektive Verbesserung der Hörfähigkeit wird in Prozent ausgedrückt. Es können somit aber auch negative Werte für den Benefit, die Gesamtbewertung und die Verbesserung der Hörfähigkeit vorkommen, welche einen geringen Nutzen der Versorgung mit der Hörhilfe beschreiben (Löhler, 2012).

## 2.6 Statistische Auswertung

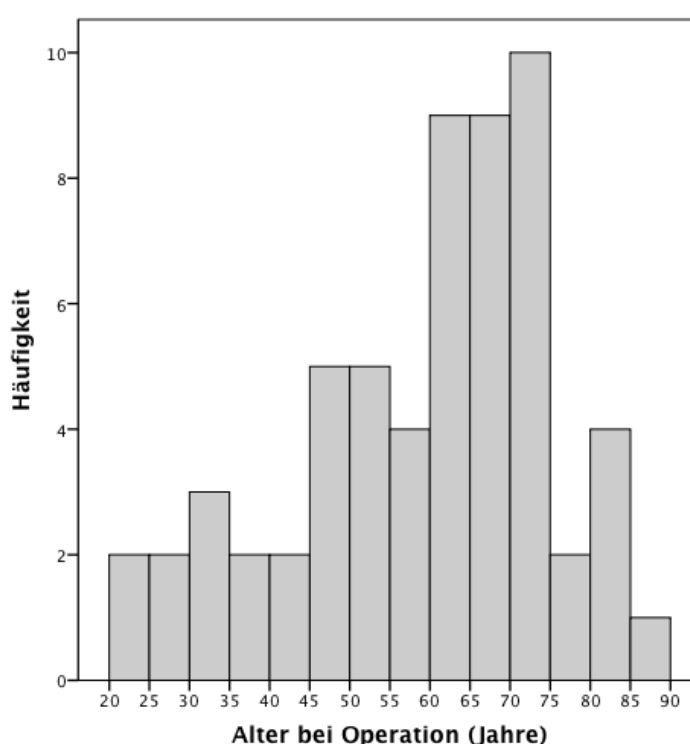
Die statistische Auswertung wurde mit dem Statistikprogramm SPSS 21 vorgenommen. Zuerst wurden die Verteilungen der audiometrischen Testergebnisse innerhalb der gesamten Gruppe untersucht. Anschließend erfolgte mittels linearer Regression eine Überprüfung der Abhängigkeit des postoperativen Versorgungserfolges vom Alter.

Die Güte der linearen Regression wird durch den Korrelationskoeffizienten  $r$  beziehungsweise das Bestimmtheitsmaß  $r^2$  ausgedrückt (Riedwyl & Ambühl, 2000: 9). Der Varianzanteil der Zielgröße, der durch die Einflussgröße erklärt wird, entspricht dem Bestimmtheitsmaß (Riedwyl & Ambühl, 2000: 9). Durch Betrachtung des Streudiagramms wurde ausgeschlossen, dass ein nicht-linearer Zusammenhang zwischen der unabhängigen Variablen und abhängigen Variablen besteht. Anschließend erfolgte in einer zweiten Untersuchung mittels linearer Regression eine Überprüfung der Abhängigkeit des postoperativen Versorgungserfolges von der subjektiven Verbesserung der Hörfähigkeit.

Zusätzlich wurde untersucht, ob das Geschlecht, das Modell des Cochlea-Implantats oder die versorgte Seite einen Einfluss auf den postoperativen Versorgungserfolg hatten. Hierzu wurde die Welch-Approximation des  $t$ -Tests verwendet. Das Signifikanzniveau wird hierbei auf  $\alpha = 0,05$  gesetzt.

### 3 Ergebnisse

Insgesamt wurden 60 Patienten in diese Studie eingeschlossen. Leider lagen nicht für jeden Patienten alle Messungen vor, weder ist ein festes Schema einer wissenschaftlichen Untersuchung allen Patienten zumutbar, noch ist es bei allen Patienten anwendbar, ohne dass deswegen ein Ausschluss von der Teilnahme zu rechtfertigen wäre. Von den 60 Patienten waren zum Zeitpunkt der Operation 18 Patienten im Alter von über 70 Jahren und 25 im Alter von über 65 Jahren alt (Abbildung 3)



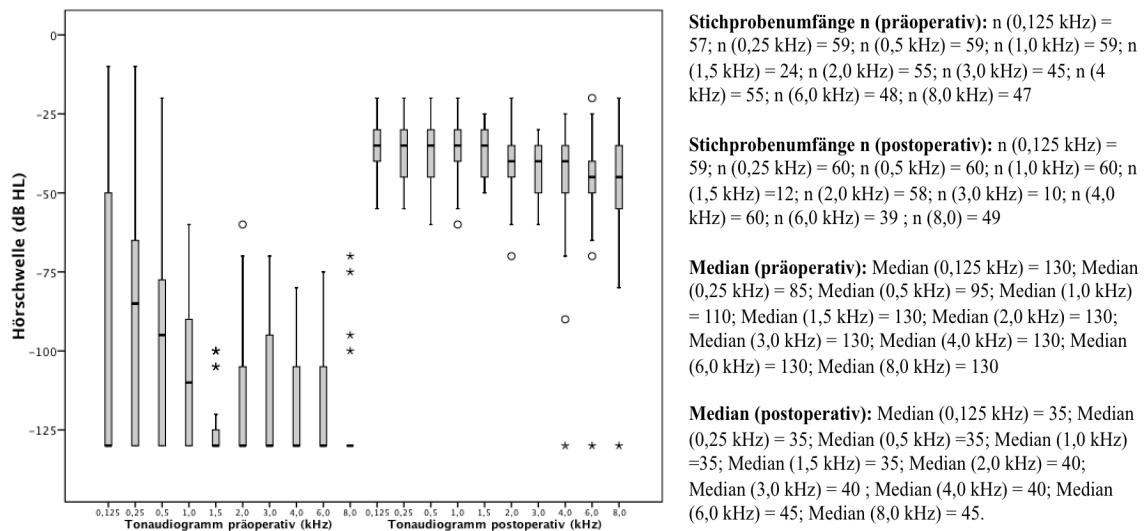
**Abbildung 3: Altersverteilung der Studienteilnehmer:** Mittelwert =59,4; Standardabweichung = 16,1; Stichprobenumfang n=60.

Als erstes werden die präoperativen und postoperativen Ergebnisse der gesamten Gruppe der sprachaudiometrischen Tests (Hörverlust in der Tonaudiometrie, das Freiburger Einsilberversuchen, die Sprachverständlichkeitsschwelle im Oldenburger Kinder-Satztest) und des APHAB-Fragebogens präsentiert. Im Anschluss an die gesamten Gruppenergebnisse wird die Abhängigkeit der einzelnen audio- und sprachaudiometrischen Tests vom Alter der Patienten in Abbildungen graphisch dargestellt.

Zusätzlich werden die Ergebnisse aus dem Vergleich des postoperativen Versorgungserfolges abhängig von dem Geschlecht, dem Implantatmodell und der versorgten Seite präsentiert.

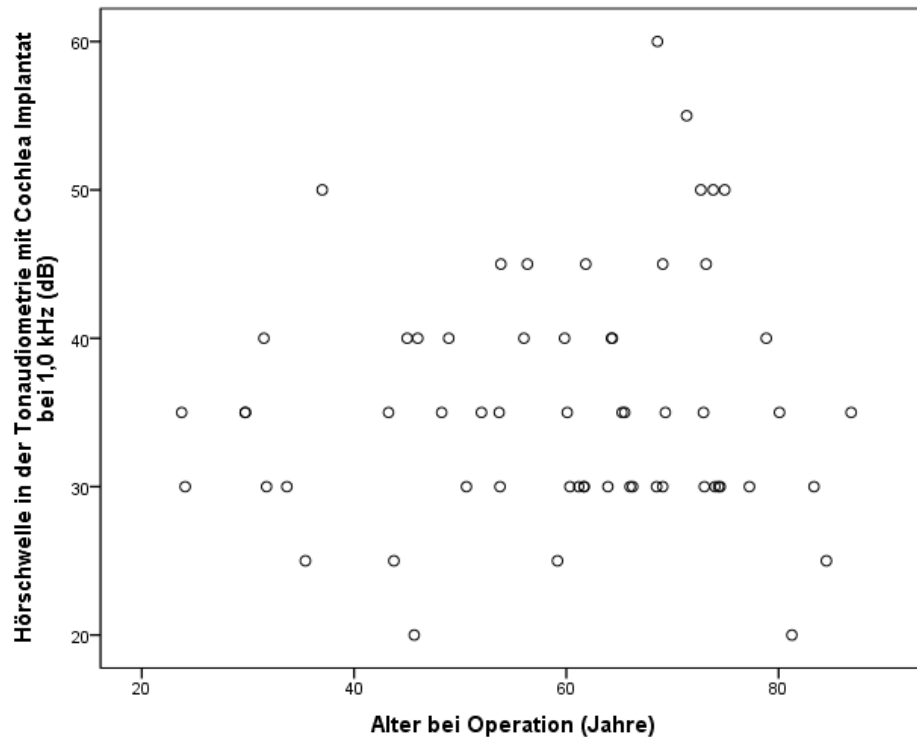
### 3.1 Operationsalter - Tonaudiometrie

Die Ergebnisse der prä- und postoperativen Tonaudiometrie für die gesamte Gruppe werden in Abbildung 4 dargestellt. Präoperativ ergeben sich für unversorgte Ohren Hörschwellen jenseits von 90 dB. Nach der Versorgung mit einem Cochlea-Implantat ergeben sich Hörschwellen von 35 – 45 dB (Abbildung 4).



**Abbildung 4: Ergebnisse der Tonaudiometrie.** Es wird die Hörschwelle bei verschiedenen Frequenzen im Tonaudiogramm präoperativ ohne Hörhilfe und die Hörschwelle postoperativ mit Cochlea-Implantat dargestellt. Die Messung der präoperativen Werte erfolgte im Mittel 0,4 Jahre vor der Operation. Die Messung der postoperativen Werte erfolgte im Mittel 1,7 Jahre nach der Operation.

Die Ergebnisse für die Abhängigkeit in der Tonaudiometrie von dem Operationsalter werden in Abbildung 5 exemplarisch für 1 kHz und in Tabelle 5 dargestellt. Für den Zusammenhang zwischen Operationsalter und postoperativem Ergebnis in der Tonaudiometrie bei 1 kHz ergibt die lineare Regression ein Bestimmtheitsmaß  $r^2$  von 0,005 (Tabelle 5).



**Abbildung 5: Abhängigkeit der postoperativen Hörschwelle bei 1 kHz vom Alter bei Implantation.** Es wird exemplarisch die Hörschwelle bei 1 kHz des postoperativen Tonaudiogramms gegenüber dem Operationsalter aufgetragen. Die Messung der postoperativen Werte erfolgte im Mittel 1,7 Jahre nach der Operation. Die lineare Regression ergibt einen Korrelationskoeffizienten  $r = 0,073$  und ein Bestimmtheitsmaß  $r^2 = 0,005$ .

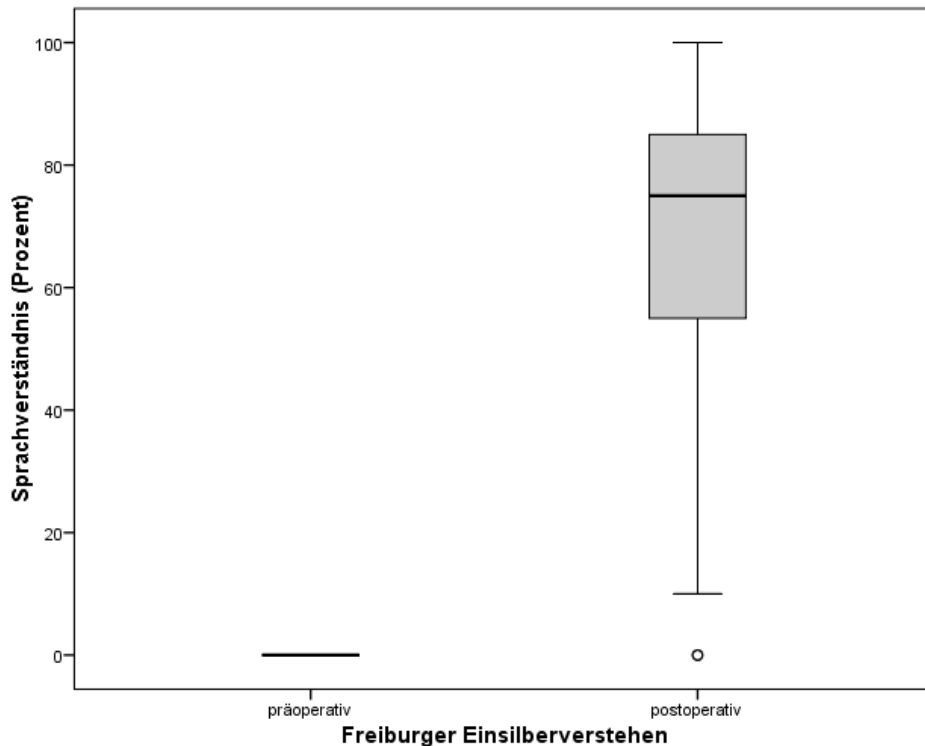
Die Korrelationskoeffizienten und Bestimmtheitsmaße von Operationsalter zu postoperativem Erfolg in der Tonaudiometrie werden für jede Frequenz tabellarisch (Tabelle 5) dargestellt. Für den Zusammenhang von Operationsalter als unabhängige Variable und postoperativem Versorgungserfolg bei gegebener Prüffrequenz ergibt sich ein maximales Bestimmtheitsmaß  $r^2$  von 0,048.

<b>Prüffrequenz</b>	<b>Korrelationskoeffizient r</b>	<b>Bestimmtheitsmaß r<sup>2</sup></b>
0,125 kHz	0,135	0,018
0,25 kHz	0,117	0,014
0,5 kHz	0,091	0,008
1 kHz	0,073	0,005
1,5 kHz	0,219	0,048
2 kHz	0,153	0,023
3 kHz	0,111	0,012
4 kHz	0,118	0,014
6 kHz	0,076	0,006
8 kHz	0,006	0,000

**Tabelle 5: Ergebnisse der linearen Regression von Operationsalter und Erfolg in der Tonaudiometrie für die verschiedenen Prüffrequenzen**

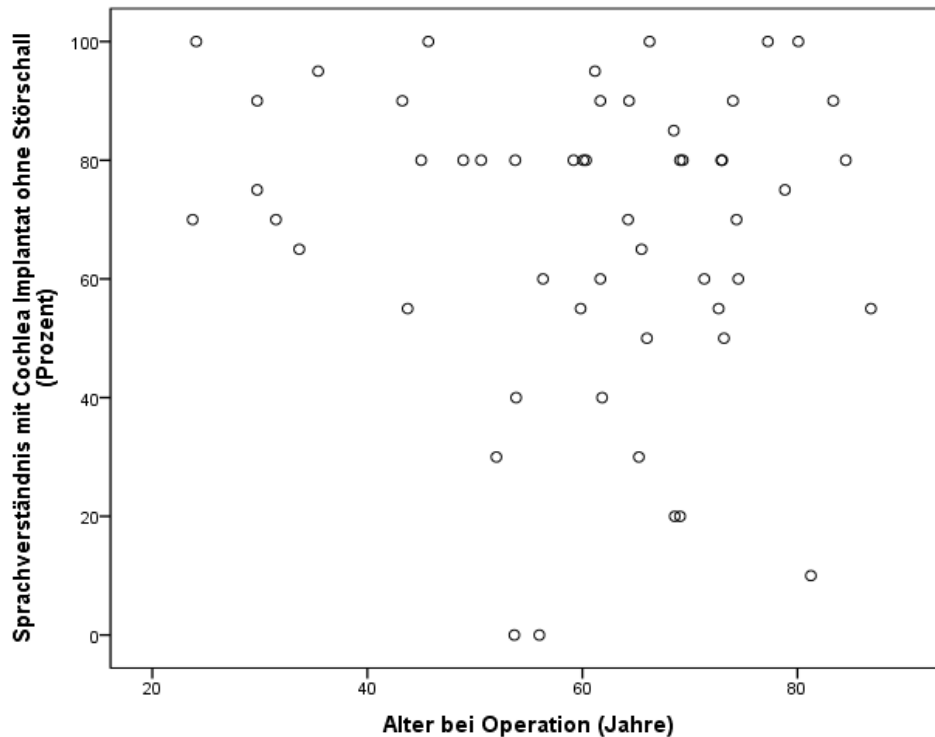
### **3.2 Operationsalter – Einsilberverstehen**

Die prä- und postoperativen Ergebnisse des Einsilberverstehens im Freiburger Einsilbertest werden in Abbildung 6 dargestellt. Präoperativ ergab sich ein Sprachverstehen von 0 % bei 65 dB. Postoperativ verstanden die Cochlea-Implantat-Träger etwa 75 % (Median).



**Abbildung 6: Ergebnisse des Einsilberversehens.** Ergebnisse des Sprachaudiogramms präoperativ bei 65 dB (ohne Störschall, ohne Hörhilfe) und Ergebnisse des Sprachaudiogramms postoperativ bei 65 dB (ohne Störschall, mit Cochlea-Implantat). Die Messung der präoperativen Werte erfolgte im Mittel 0,3 Jahre vor der Operation. Die Messung der postoperativen Werte erfolgte im Mittel 1,5 Jahre nach der Operation. **Stichprobenumfang n:** n (präoperativ) = 39; n (postoperativ) = 53; **Median:** Median (präoperativ) = 0, Median (postoperativ) = 75.

Die Ergebnisse für die Abhängigkeit des postoperativen Einsilberversehens vom Operationsalter werden in Abbildung 7 dargestellt. Für den Zusammenhang zwischen Operationsalter und postoperativem Ergebnis in der Sprachaudiometrie mit Cochlea-Implantat bei 65 dB ohne Störschall ergibt die lineare Regression ein Bestimmtheitsmaß  $r^2$  von 0,014.

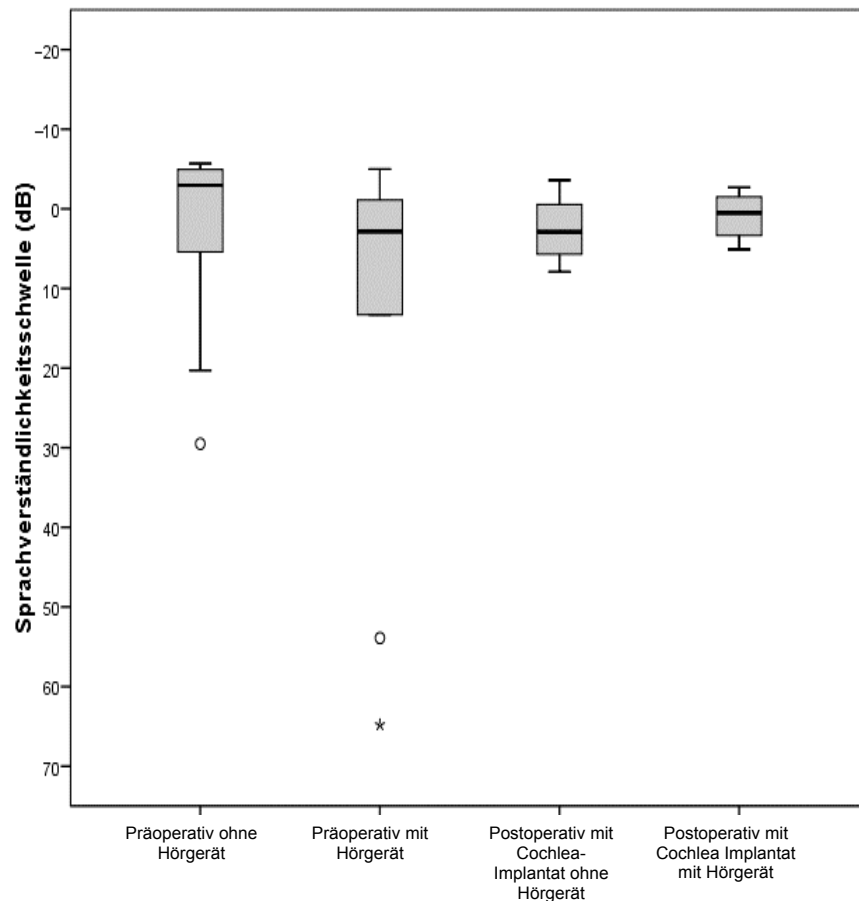


**Abbildung 7: Abhängigkeit des postoperativen Einsilberverstehens vom Alter bei Implantation.** Es ist das Sprachverstehen mit Cochlea-Implantat ohne Störschall gegenüber dem Operationsalter aufgetragen. Die Messung der postoperativen Werte erfolgte im Mittel 1,5 Jahre nach der Operation. Die lineare Regression ergibt einen Korrelationskoeffizienten  $r = 0,119$  und ein Bestimmtheitsmaß  $r^2 = 0,014$ .

### 3.3 Operationsalter – Sprachverständlichkeitsschwelle

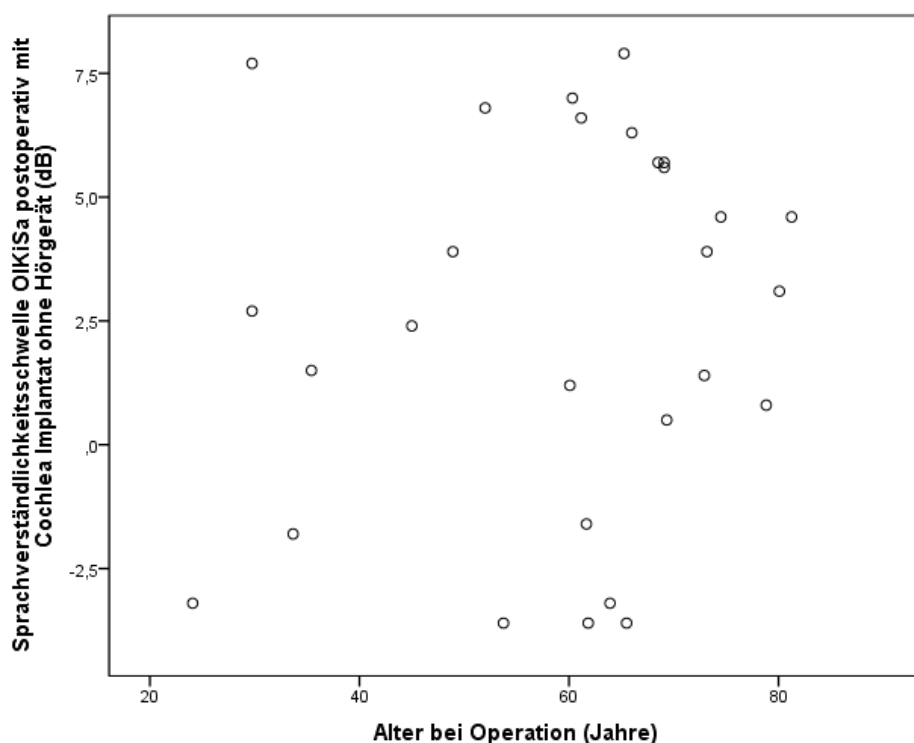
Die prä- und postoperativen Ergebnisse des Oldenburger Kinder-Satztestes für die gesamte Gruppe werden in Abbildung 8 dargestellt (unverbundene Stichproben). Für die präoperative Sprachverständlichkeitsschwelle ohne Hörgerät ergibt sich ein Median 2,95 dB. Für die postoperative Sprachverständlichkeitsschwelle mit Cochlea-Implantat ergeben sich ein Median 2,9 dB (Abbildung 8).





**Abbildung 8: Ergebnisse des Oldenburger Kinder-Satztestes.** Es wird die Sprachverständlichkeitsschwelle präoperativ mit und ohne Hörgerät, sowieso postoperativ mit Cochlea-Implantat ohne Hörhilfe kontralateral und postoperativ mit Cochlea-Implantat und Hörhilfe kontralateral gezeigt. Die präoperative Messung der Sprachverständlichkeitsschwelle erfolgte ohne Hörgerät im Mittel 0,3 Jahre vor Operation. Die Messung der Sprachverständlichkeitsschwelle präoperativ mit Hörgerät erfolgte im Mittel 0,6 Jahre vor der Operation. Die postoperative Messung der Sprachverständlichkeitsschwelle erfolgte mit Cochlea-Implantat ohne Hörgerät im Mittel 1,5 Jahre nach der Operation. Die postoperative Messung der Sprachverständlichkeitsschwelle mit Cochlea-Implantat und Hörgerät erfolgte im Mittel 0,8 Jahre nach der Operation. **Stichprobenumfang n:** n (präoperativ ohne Hörgerät) = 12; n (präoperativ mit Hörgerät) = 10; n (postoperativ mit Cochlea-Implantat ohne Hörgerät) = 28; n (postoperativ mit Cochlea-Implantat und Hörgerät) = 23; **Median:** Median (präoperativ ohne Hörgerät) = 2,95 dB; Median (präoperativ mit Hörgerät) = 2,85 dB; Median (postoperativ mit Cochlea-Implantat ohne Hörgerät) = 2,9 dB; Median (postoperativ mit Cochlea-Implantat und Hörgerät) = 0,5 dB.

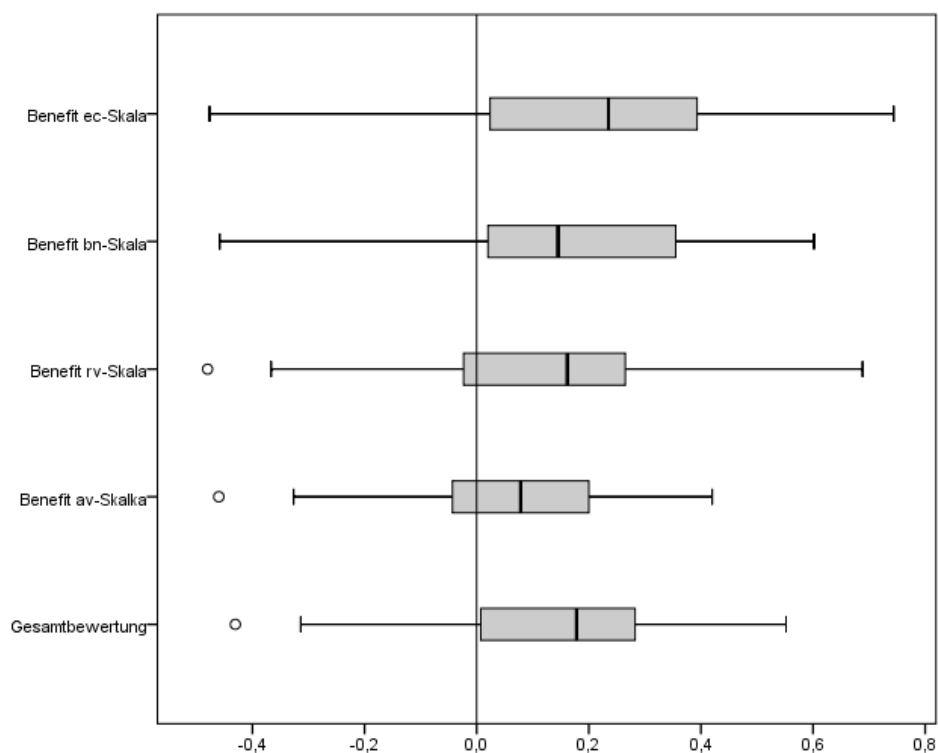
Die Ergebnisse für die Abhängigkeit der Sprachverständlichkeitsschwelle im Oldenburger Kinder-Satztest vom Operationsalter werden in Abbildung 9 dargestellt. Für den Zusammenhang zwischen Operationsalter und postoperativer Sprachverständlichkeitsschwelle im Oldenburger Kinder-Satztest mit Cochlea-Implantat ergibt die lineare Regression ein Bestimmtheitsmaß  $r^2$  von 0,028.



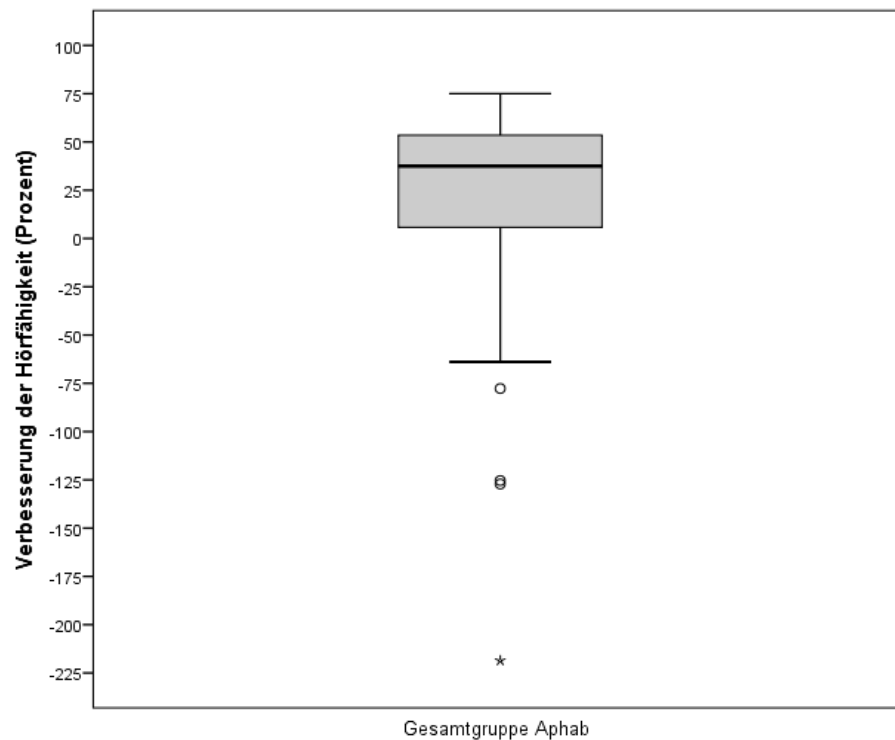
**Abbildung 9: Altersabhängigkeit der postoperativen Sprachverständlichkeitsschwelle mit Cochlea-Implantat und ohne Hörgeräte vom Alter bei Implantation.** Es wird exemplarisch die postoperative Sprachverständlichkeitsschwelle des Oldenburger Kinder-Satztestes ohne Hörhilfe gegenüber das Operationsalter aufgetragen. Die Messung der Sprachverständlichkeitsschwelle postoperativ mit Cochlea-Implantat ohne Hörgerät erfolgte im Mittel 1,5 Jahre nach der Operation. Die lineare Regression ergibt einen Korrelationskoeffizienten  $r = 0,167$  und ein Bestimmtheitsmaß  $r^2 = 0,028$ .

### 3.4 APHAB-Fragebogen

Von den 69 möglichen Fragebögen lagen für 46 Patienten Fragebögen vor (67%). Von den 46 Fragebögen waren 6 Fragebögen nicht auswertbar, da diese nicht vollständig ausgefüllt wurden, das heißt der gesamte präoperative Teil wurde nicht ausgefüllt. Außerdem waren drei Patienten zusätzlich schon zuvor ausgeschlossen worden (Gründe siehe Abschnitt Studienteilnehmer), so dass insgesamt von den 60 Patienten in der Auswertung für 37 Patienten vollständige Fragebögen vorlagen (62%). Die Ergebnisse aller Studienteilnehmer werden in Abbildung 10 und 11 dargestellt. Für die Gesamtbewertung der Versorgung mit einem Cochlea-Implantat ergibt sich ein Wert von 0,18 (Abbildung 10). Hierbei beschreiben Werte größer null einen subjektiv positiven Effekt der Versorgung mit einem Cochlea-Implantat. Für die subjektive Verbesserung der Hörfähigkeit durch die Versorgung mit einem Cochlea-Implantat ergeben sich 37,5 % (Abbildung 11).



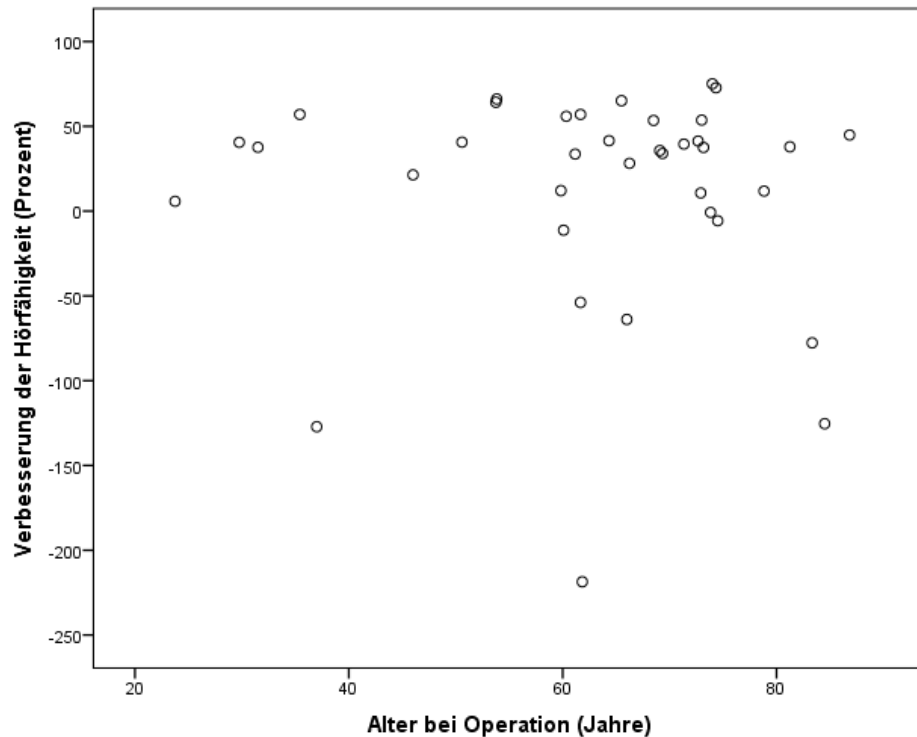
**Abbildung 10: Ergebnisse des APHAB-Fragebogens 1.** Benefit der EC-Skala (Hören in ruhiger Umgebung), der BN-Skala (Hören mit Hintergrundgeräuschen), der RV-Skala (Hören in hallender Umgebung) und der AV-Skala (Hören von lauten Geräuschen), sowie die Gesamtbewertung des APHAB. **Stichprobenumfang**  $n = 37$ ; **Median:** Median (EC-Skala) = 0,24; Median (BN-Skala) = 0,15; Median (RV-Skala) = 0,16; Median (AV-Skala) = 0,08; Median (Gesamtbewertung) = 0,18.



**Abbildung 11: Ergebnisse des APHAB-Fragebogens 2.** Subjektive Verbesserung der Hörfähigkeit in Prozent. **Stichprobenumfang**  $n = 37$ ; **Median** (Verbesserung der Hörfähigkeit) = 37,5 %.

### 3.4.1 Operationsalter – subjektive Verbesserung der Hörfähigkeit

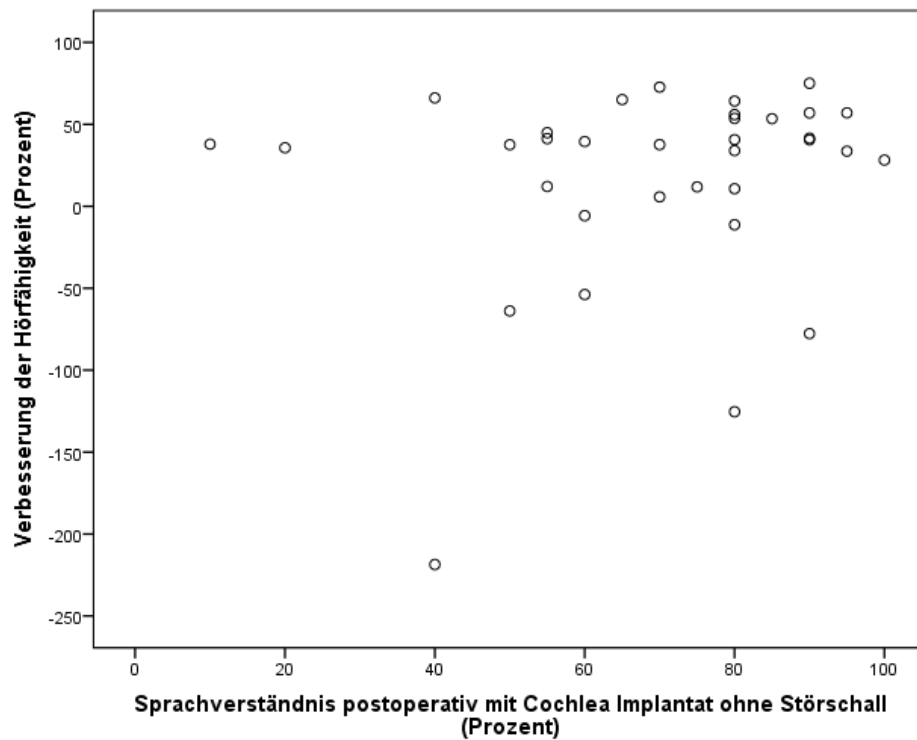
Die Abhängigkeit der Ergebnisse des APHAB-Fragebogens vom Operationsalter wird in Abbildung 12 dargestellt. Für den Zusammenhang zwischen Operationsalter und subjektiver Verbesserung der Hörfähigkeit ergibt die lineare Regression ein Bestimmtheitsmaß  $r^2$  von 0,001.



**Abbildung 12: Abhängigkeit der subjektiven Verbesserung der Hörfähigkeit vom Alter bei Implantation.** Es wird die subjektive Verbesserung der Hörfähigkeit gegen das Operationsalter aufgetragen. Die lineare Regression ergibt einen Korrelationskoeffizienten  $r = 0,034$  und ein Bestimmtheitsmaß  $r^2 = 0,001$ .

### 3.4.2 Einsilberverstehen – subjektive Verbesserung der Hörfähigkeit

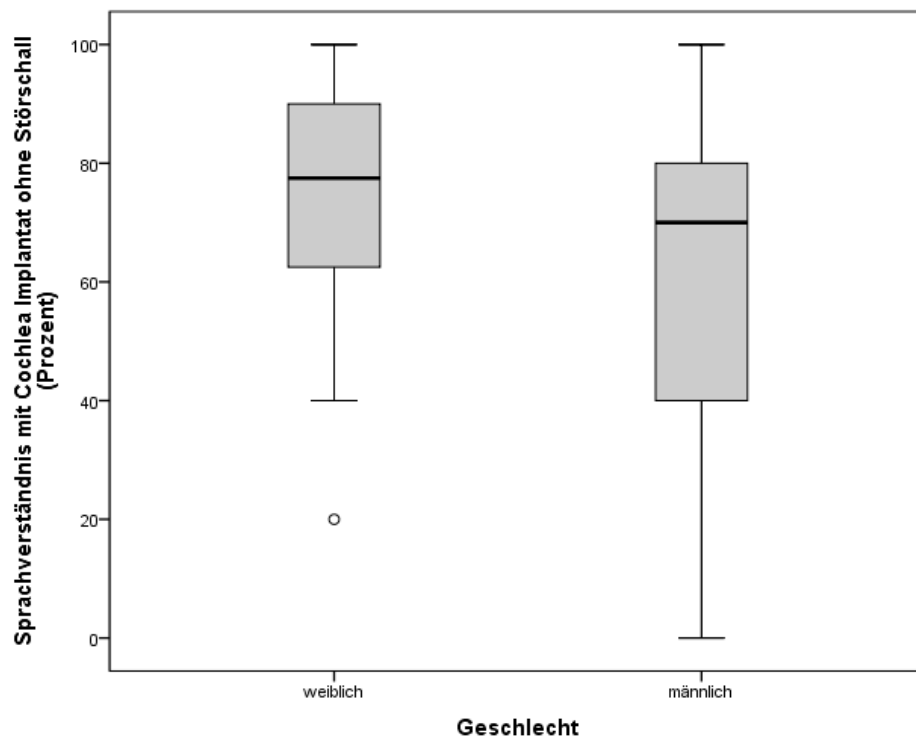
Die Ergebnisse für den Zusammenhang zwischen subjektiver Verbesserung der Hörfähigkeit und dem postoperativem Einsilberverstehen werden in Abbildung 13 dargestellt. Für den Zusammenhang von postoperativem Einsilberverstehen mit Cochlea-Implantat bei 65 dB und der subjektiven Verbesserung der Hörfähigkeit ergibt die lineare Regression ein Bestimmtheitsmaß  $r^2$  von 0,031.



**Abbildung 13: Zusammenhang zwischen subjektiver Verbesserung der Hörfähigkeit und postoperativem Sprachverständnis mit Cochlea-Implantat.** Die lineare Regression ergibt für den Zusammenhang zwischen den beiden Variablen einen Korrelationskoeffizienten  $r = 0,175$  und ein Bestimmtheitsmaß  $r^2 = 0,031$ .

### 3.5 Vergleich von Männern und Frauen

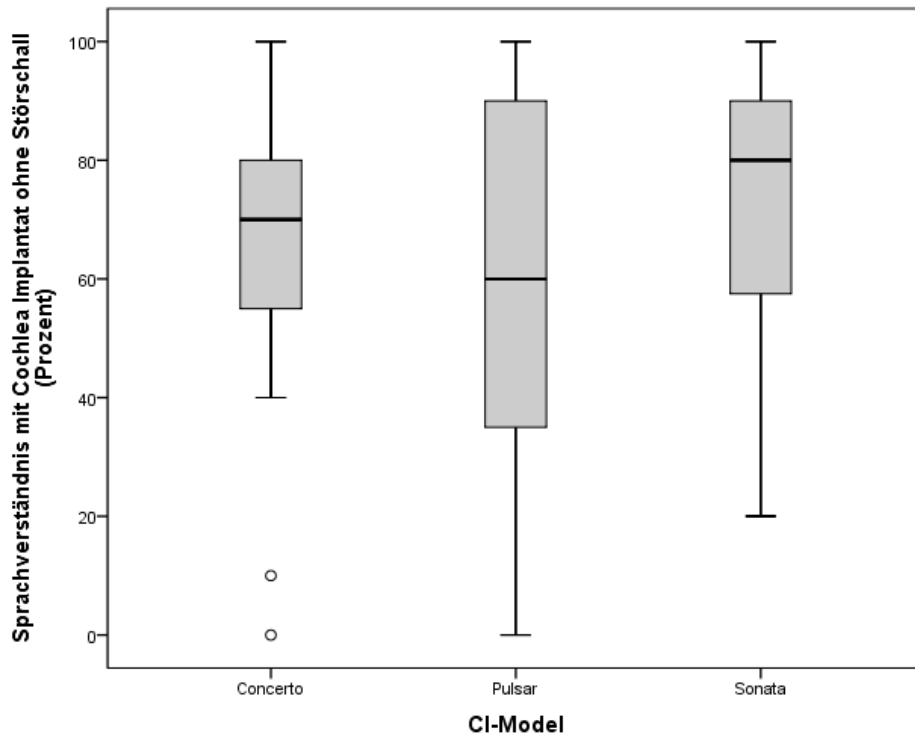
Die Geschlechterunterschiede im postoperativen Versorgungserfolg werden in Abbildung 14 dargestellt. Der  $t$ -Test (mit Approximation nach Welch) ergibt einen  $p$ -Wert von 0,05 für den Unterschied zwischen den Ergebnissen von Männern und Frauen.



**Abbildung 14: Geschlechterunterschiede im postoperativen Sprachverständnis.** Es wird das postoperative Ergebnis im Versorgungserfolg für Männer und Frauen mit Cochlea-Implantat ohne Störschall dargestellt. **Mittelwerte:** Mittelwert (Frauen) = 74, Mittelwert (Männer) = 60. Der *t*-Test (mit Approximation nach Welch) ergibt einen p-Wert = 0,05 für den Unterschied zwischen dem Ergebnis von Männern und Frauen. **Stichprobenumfang n:** n (Männer) = 28; n (Frauen) = 32.

### 3.6 Vergleich der Implantattypen

Die Unterschiede im postoperativen Versorgungserfolg von verschiedenen Modellen des Herstellers werden in Abbildung 15 dargestellt. Hierbei ergibt der *t*-Test (mit Approximation nach Welch) einen p-Wert von 0,53 für den Unterschied zwischen CONCERTO und SONATA. Für einen Vergleich mit dem Modell PULSAR ist die Anzahl der mit diesem Implantat Versorgten zu gering.

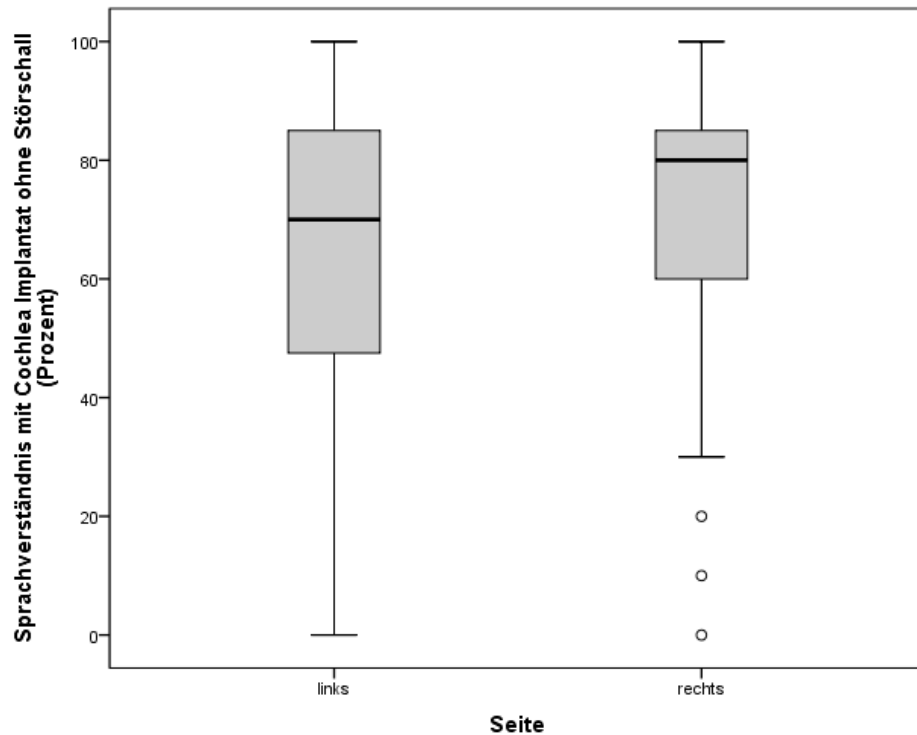


**Abbildung 15: Modellunterschiede im postoperativen Sprachverständnis.** Es wird der postoperative Versorgungserfolg anhand des postoperativen Einsilberversständnisses mit Cochlea-Implantat ohne Störschall für die verschiedenen Modelle (SONATA, PULSAR, CONCERTO) dargestellt. Hierbei ergibt der *t*-Test (mit Approximation nach Welch) einen *p*-Wert = 0,53 für den Unterschied zwischen CONCERTO und SONATA. **Stichprobenumfang n:** n (CONCERTO) = 35; n (PULSAR) = 7; n (SONATA) = 18.

### 3.7 Vergleich der Seite der Implantation

Die Seitenunterschiede im postoperativen Versorgungserfolg werden in Abbildung 16 dargestellt. Hierbei ergibt der *t*-Test (mit Approximation nach Welch) einen *p*-Wert von 0,41 für den Unterschied zwischen rechts- beziehungsweise linksseitiger Versorgung. Dieses bedeutet, dass die Unterschiede nicht signifikant sind.





**Abbildung 16: Unterschiede im postoperativen Sprachverstehens in Abhängigkeit von der implantierten Seite.** Es wird das postoperative Einsilberverstehen mit Cochlea-Implantat ohne Störschall abhängig von der versorgten Seite dargestellt. Hierbei ergibt der  $t$ -Test (mit Approximation nach Welch) einen  $p$ -Wert = 0,41 für den Unterschied zwischen rechts und links. **Stichprobenumfang  $n$ :**  $n$  (links) = 21;  $n$  (rechts) = 39.

## **4 Diskussion der Ergebnisse**

### **4.1 Diskussion über die Abhängigkeit der audiologischen Ergebnisse vom Alter**

In der Studie wurde die Hypothese geprüft, ob es Unterschiede zwischen jungen und älteren Menschen beim postoperativen Erfolg nach unilateraler Cochlea-Implantation gibt. Hierzu wurden audiologische Daten und die subjektive Einschätzung der Verbesserung der Hörfähigkeit ausgewertet. Die Ergebnisse zeigten für den Zusammenhang zwischen dem Operationsalter und dem postoperativen Ergebnis im audiologischen Test beziehungsweise der subjektiven Verbesserung der Hörfähigkeit ein maximales Bestimmtheitsmaß  $r^2$  von 0,048, das heißt das maximal 4,8 % der Ergebnisse durch die unabhängige Variable „Operationsalter“ erklärt werden können. Zunächst findet ein Vergleich der postoperativen Ergebnisse mit externen Ergebnissen statt. Hierdurch soll sichergestellt werden, dass die Ergebnisse repräsentativ sind und mögliche Störfaktoren für die Abhängigkeit vom Alter ausgeschlossen werden. Anschließend wird die Abhängigkeit vom Alter in den Ergebnissen der einzelnen Hörtests betrachtet.

#### **4.1.1 Abhängigkeit der Hörschwelle mit Cochlea-Implantat vom Alter bei der Implantation**

Vor der Implantation wiesen Patienten Hörschwellen jenseits von 90 dB auf (Abbildung 4). Nach der Implantation ist das Ziel der Anpassung des Prozessors, die Schwellen in den Bereich von 20 bis 40 dB zu bringen (Vaerenberg et al., 2014). Dieses bedeutet, dass Patienten auch wieder leise Geräusche und leise Sprache hören können. Die postoperativen Ergebnisse unserer Untersuchungsgruppe lagen mit einer Hörschwellenminderung von 35-45 dB im Median im unteren Zielbereich (Abbildung 4). Allerdings beschreiben andere Arbeiten ähnliche Ergebnisse im unteren Zielbereich für ihre postoperativen Ergebnisse bei älteren Patienten in dem Tonaudiogramm, so dass diese Ergebnisse repräsentativ erscheinen (Kelsall, Shallop & Burnelli, 1995; Lachowska, Pastuszka, Glinka & Niemczyk, 2013).

Bei der Untersuchung der Abhängigkeit der postoperativen Ergebnisse vom Alter liefert die lineare Regression für den Zusammenhang zwischen Operationsalter und Ergebnis in dem postoperativen Tonaudiogramm Bestimmtheitsmaße  $r^2$  von 0,00 bis 0,048 je nach Testfrequenz (0,25 bis 8 kHz; Abbildung 5 und Tabelle 5). Das heißt, dass maximal 4,8 % der Ergebnisse der Tonaudiometrie durch die Variable Operationsalter erklärt werden können. In der Tonaudiometrie besteht somit kein Zusammenhang zwischen Operationsalter und dem postoperativen Ergebnis der Tonaudiometrie. Das Operationsalter hat somit keinen Einfluss auf das postoperative Ergebnis in der Tonaudiometrie und entgegen aller Skepsis schneiden ältere Patienten nicht schlechter ab als jüngere. Dieses widerspricht den Ergebnissen von Vermeire et al. (2005), deren Arbeit für ältere Patienten (hier: über 70 Jahre alt) ein signifikant schlechteres Ergebnis in der postoperativen Tonaudiometrie festgestellt hat und bestätigt die Ergebnisse von Lachowska et al. (2013). Eine Abhängigkeit vom Operationsalter wie von Vermeire et al. (2005) scheint allerdings unwahrscheinlich, da bereits viele Arbeiten eine Unabhängigkeit des Einsilberverstehens von dem Alter gezeigt haben (Buchmann, Fucci & Luxford, 1997; Haensel, Ilgner, Chen, Thuermer & Westhofen, 2005; Lenarz, Sönmez, Joseph, Büchner & Lenarz, 2012a; Pasanisi et al., 2003; Waltzman, Cohen & Shapiro, 1993) und der Einsilbertest über die Testung des Hörvermögen hinausgeht.

#### **4.1.2 Abhängigkeit des Sprachverstehens mit Cochlea-Implantat vom Alter bei der Implantation**

Ein Erfolg der Versorgung mit einem Cochlea-Implantat wird besonders an den Ergebnissen der Sprachaudiometrie gemessen (Mrowinski & Scholz, 2006: 52-58). Für ein gutes Verstehen reicht aber ein Hören des Sprachsignals nicht aus, da erst zentrale Verarbeitungs- und Wahrnehmungsvorgänge das Verstehen von Sprache ermöglichen (Gates & Mills, 2005). Im Gegensatz zu Hörgeräten vermögen Cochlea-Implantate Frequenzen bis jenseits von 8,0 kHz zu übertragen. Hörgeräte schaffen seitens des Wandlers nur eine obere Grenzfrequenz von etwa 4,5 – 5,0 kHz, sofern das Hörvermögen diese Frequenzen noch wahrnehmen kann. Diese hohen Frequenzen sind besonders für die Wahrnehmung hoher stimmloser Konsonanten (zum Beispiel r, p, k, f, s und ch) unerlässlich (Gates & Rees, 1997).

Darüber hinaus ist es im Alltag nicht nur wichtig, in ruhiger Umgebung Sprache zu verstehen, sondern auch in geräuschgefüllter Umgebung. Um dies zu messen, wurden Methoden des Sprachverstehens im Störschall entwickelt. Um das Sprachverstehen im Störschall auch mit Hörgeräten oder Hörimplantaten messen zu können, sind Tests notwendig, die den Geräten erlauben, die Lautstärke auf den Mikrophoneingangspegel einzuregulieren. Mit Worttests ist dies nicht möglich, da einzelne Wörter viel zu kurz dafür sind. Aus diesem Grund wurden Satztests entwickelt, zum Beispiel der Oldenburger Satztest (bestehend aus 5 Wörtern in einem Hauptsatz) und der Oldenburger Kinder-Satztest (Satzfragmente mit 3 Wörtern). Da das auditive Arbeitsgedächtnis vieler älterer Menschen nicht mehr für das Nachsprechen von 5 gehörten Wörtern des Oldenburger Satztests ausreicht, wurde eine verkürzte Version („Kinder-Satztest“) verwendet, die die Vorteile eines Satztests (Einschwingen der Elektronik auf das Eingangssignal) mit den Vorteilen eines Einsilbertests (leichtes Merken und Wiederholen des Gehörten) verbindet und auch für die Untersuchung von schwerhörigen Erwachsenen empfohlen wird (HörTech, 2011).

#### *4.1.2.1 Diskussion der Abhängigkeit des Einsilberverstehens vom Alter*

Die geringere Stichprobenanzahl, insbesondere präoperativ ( $n = 39$ ), rührte daher, dass es in vielen Fällen nicht sinnvoll war, eine Sprachaudiometrie durchzuführen, wenn anhand der Ergebnisse in der Tonaudiometrie überhaupt kein Sprachverstehen mehr zu erwarten war. Zusätzlich gab es noch Fälle, bei denen die Daten nicht mit einer passenden Lautstärke gemessen wurden, welche für die Vergleichbarkeit der Ergebnisse nötig gewesen wäre (zum Beispiel Messung des Sprachverstehens bei 50 dB statt bei 65 dB), so dass diese Daten für die Auswertung nicht verwendet werden konnten (siehe Kapitel Studienteilnehmer). Postoperativ lag der Stichprobenumfang  $n$  bei  $n = 53$ ; die Gründe dafür zeigt Tabelle 3.

Präoperativ verstanden die Patienten im Median 0 % der Wörter, welche in dem Freiburger Einsilbertest bei 65 dB angeboten wurden, d.h. sie verstanden auch auf lauter Ansprache nichts und waren auf Lippenablesen und Gebärden angewiesen. Im postoperativen Median verstanden die Patienten 75% (Abbildung 6). Dieses ist besser als bei Lachowska et al. (2013) und liegt im Bereich, welcher bei Pasanisi et. al. (2003) beschrieben wird. Für die Untersuchung der Abhängigkeit beim Einsilberversetzen vom Alter lässt sich festhalten, dass anhand des Bestimmtheitsmaß  $r^2$  von 0,14 kein Zusammenhang zwischen Operation-

salter und Einsilberversuchen besteht (Abbildung 7). Das postoperative Einsilberversuchen ist somit unabhängig von dem Operationsalter. Vor dem Hintergrund dass Altersschwerhörigkeit nicht nur durch Innenohrschäden gekennzeichnet ist (Hesse, 2003), sondern es mit zunehmendem Alter zu einer Abnahme der Zellzahl in den Kernen der zentralen Hörbahn kommt (Gates & Mills, 2005; Gleich, Dalles & Strutz, 2005; Gleich & Strutz, 2002), zeigt dieses Ergebnis, dass weitere kompensatorische Effekte vorliegen müssen. Möglicherweise gehören hierzu positive soziale Faktoren wie eine gesteigerte Teilhabe am Leben oder eine selbstständige Lebensführung.

Dass der Erfolg in der Sprachaudiometrie unabhängig vom Alter ist, wurde bereits in anderen Arbeiten gezeigt (Buchmann, Fucci & Luxford, 1997; Haensel, Ilgner, Chen, Thuermer & Westhofen, 2005; Lenarz, Sömnez, Joseph, Büchner & Lenarz, 2012a; Pasanisi et al., 2003; Waltzman, Cohen & Shapiro, 1993) gezeigt. Lachowska, et. al. (2013) zeigte Dieses sogar explizit für die unilaterale Versorgung von älteren Patienten. Mit den Ergebnissen der vorliegenden Dissertation kann also in Übereinstimmung mit bisherigen Arbeiten festgestellt werden, dass bei Patienten mit hohem Alter bei Operation und Nachsorge, das heißt einem Alter, in dem man oftmals aufwendige und invasive Behandlungsverfahren vermeidet, ein Sprachverstehen erreicht werden kann, dass mit dem Sprachverstehen viel jüngerer Patienten vergleichbar ist.

#### *4.1.2.2 Abhängigkeit der Sprachverständlichkeitsschwelle vom Alter*

Der teils geringe Stichprobenumfang ist dadurch bedingt, dass trotz der Verwendung des Oldenburger Kindersatztests statt des Oldenburger Satztests ein solcher Test für viele ältere Patienten immer noch anstrengend und aufwendig war (Abbildungen 8 und 9). Ein solcher Test hat darüber hinaus auch einen viel größeren Zeitaufwand als ein Worttest, weil 10-20 Durchläufe notwendig sind, um die Sprachverständlichkeitsschwelle zu approximieren (HörTech, 2011). Diese Approximation war nicht mit allen Patienten und vor allem nicht mit allen sehr alten Patienten durchführbar.

Aufgrund der zu geringen Stichprobe konnte für den Oldenburger Kinder-Satztest keine Auswertung mit verbundenen Stichproben durchgeführt werden (Abbildung 8). Somit lassen sich nur Aussagen mit geringer Signifikanz über eine mögliche Verbesserung durch die Versorgung mit einem Cochlea-Implantat treffen. Allerdings kann man trotzdem eine

Aussage mit hoher Signifikanz über die Altersabhängigkeit der postoperativen Ergebnisse treffen. Für die Altersabhängigkeit der Sprachverständlichkeitsschwelle im Oldenburger Kinder-Satztest mit Cochlea-Implantat und ohne Hörhilfe auf der kontralateralen Seite ergibt sich ein Bestimmtheitsmaß  $r^2$  von 0,028 (Abbildung 9). Es besteht somit kein Zusammenhang zwischen Operationsalter und Erfolg im Oldenburger Kinder-Satztest. Das postoperative Ergebnis ist somit unabhängig von dem Operationsalter. Dieses bedeutet, dass ältere Menschen nicht schlechter als jüngere mit einem Cochlea-Implantat in geräuschgefüllter Umgebung hören können. Dieses ist besonders entscheidend für Grupsituationen, in denen mehrere Menschen gleichzeitig miteinander kommunizieren. Auch Pasanisi et al. (2003) beschreibt, dass es im postoperativen Erfolg in einem sprachaudiometrischen Satztest keine signifikanten Unterschiede zwischen jüngeren und älteren Patienten gibt. Außerdem sollten diese Ergebnisse die zuvor beschriebenen schlechteren Leistungen von älteren Menschen im Einsilberverstehen im Störschall (Lenarz, Sömnez, Joseph, Büchner & Lenarz, 2012a) widerlegen, da ein Satztest eine deutlich höhere Präzision für die Messung des Sprachverstehens im Störschall besitzt.

#### **4.1.3 Diskussion über die Abhängigkeit der subjektiven Verbesserung der Hörfähigkeit vom Alter**

In allen vier Skalen des APHAB-Fragebogens wurde eine Verbesserung durch die Versorgung mit einem Cochlea-Implantat beschrieben (Abbildung 10). Der größte Nutzen durch die Versorgung mit einem Cochlea-Implantat wurde beim Hören in ruhiger Umgebung mit 0,24 angegeben. Die subjektive Verbesserung der Hörfähigkeit wurde insgesamt mit 37,5% angegeben (Abbildung 11).

Die absoluten Ergebnisse im APHAB-Fragebogen sind nicht mit denen der Referenzgruppe vergleichbar, da sowohl präoperative als auch postoperative Ergebnisse zum postoperativen Zeitpunkt zeitgleich erhoben wurden und es somit unweigerlich zu starken Verzerrungen kommt (siehe Kapitel Methodenkritik). Normalerweise werden diese Daten zeitlich getrennt erhoben.

Außerdem ist auffallend, dass kein Zusammenhang zwischen subjektiver Verbesserung der Hörfähigkeit und postoperativem Sprachverständnis mit Cochlea-Implantat besteht (Abbildung 13). Die lineare Regression ergibt für den Zusammenhang zwischen den beiden Va-

riablen ein Bestimmtheitsmaß  $r^2$  von 0,031. Dieses Ergebnis zeigt, dass das persönliche Erleben einer Hörsituation nicht unbedingt mit dem Verstehen in einem audiologischen Test korreliert. Die Begründung hierfür liegt möglicherweise in dem Zufriedenheitsparadox des Alters (Tesch-Römer, 2007), weshalb die individuellen Einschränkungen durch das schlechte Hören gegebenenfalls als weniger beeinträchtigend empfunden wird. Durch die Unterschätzung der präoperativen Situation und der adäquaten Einschätzung der postoperativen Situation fällt der subjektive Gewinn durch die Versorgung mit einem Cochlea-Implantat geringer aus. Dieses würde seinen Ausdruck in einer verminderten subjektiven Hörverbesserung finden, so dass die subjektive Hörverbesserung nicht mit dem Sprachverstehen korreliert und eine verzerrte subjektive Einschätzung des Erfolges durch die Versorgung mit einem Cochlea-Implantat resultiert

Trotzdem erscheint eine Interpretation der Abhängigkeit subjektiver Verbesserungen der Hörfähigkeit vom Alter statthaft da davon auszugehen ist, dass die Verzerrungseffekte, welche durch die retrospektive Datenerhebung entstehen, grundsätzlich in allen Altersklassen gleichermaßen auftreten. Dadurch, dass der subjektive Erfolg bei den älteren Patienten aufgrund der verzerrten subjektiven Einschätzung gegebenenfalls geringer ausfällt, wird ein linearer Zusammenhang von subjektiver Hörverbesserung und dem Alter bei Operation wahrscheinlicher. Wenn davon ausgegangen wird, dass der Erfolg einer Versorgung mit Cochlea-Implantat im Alter geringer ist, wie es von den Kritikern vermutet wird.

Die lineare Regression ergibt für die Korrelation der subjektiven Verbesserung der Hörfähigkeit und dem Operationsalter ein Bestimmtheitsmaß  $r^2$  von 0,001 (Abbildung 12). Es besteht somit kein Zusammenhang zwischen den beiden Variablen. Die subjektive Verbesserung der Hörfähigkeit ist somit unabhängig von dem Alter bei Operation. Alle Patienten profitieren in subjektiver Beurteilung gleichermaßen von der Versorgung mit Cochlea-Implantaten.

Da die subjektive Verbesserung der Hörfähigkeit auch zur Lebensqualität beiträgt, werden diese Ergebnisse auch von früheren Studien gestützt, die ebenfalls eine Steigerung der Lebensqualität durch Versorgung mit einem Cochlea-Implantat im Alter gezeigt haben (Buchmann, Fucci & Luxford, 1997; Haensel, Ilgner, Chen, Thuermer & Westhofen, 2005; Kelsall, Shallop & Burnelli, 1995; Waltzman, Cohen & Shapiro, 1993).

Auch wenn die absoluten Werte der Verbesserung nicht mit den Ergebnissen der Referenzgruppe vergleichbar sind, zeigt der Vergleich der altersabhängigen Ergebnisse, dass keine Abhängigkeit vom Operationsalter für die subjektive Verbesserung des Hörens nach der Implantation eines Cochlea-Implantats nachgewiesen wurde. Da die subjektive Einschätzung aber nicht mit objektiven Erfolg korreliert, wird deutlich, wie wichtig die Objektivierung der Versorgungsergebnisse durch Hörtests ist, da es durch das alleinige Vertrauen auf das persönliche Empfinden des Patienten zu Fehlinterpretationen kommen kann.

## **4.2 Vergleich von Männern und Frauen**

Die Untersuchung der postoperativen Ergebnisse des Einsilberverstehens in Abhängigkeit von dem Geschlecht (Abbildung 14) ergibt mit  $p = 0,05$  einen signifikanten Vorteil für weibliche Patienten. Frauen profitieren also mehr als Männer von einer Versorgung mit einem Cochlea-Implantat. Da dieses Ergebnis aber nur knapp signifikant ist, sollte eine Bestätigung durch weitere Arbeit erfolgen. Hierbei sollte gegebenenfalls anhand einer Untersuchung von Einflussfaktoren die Gründe überprüft werden. Der Vorteil weiblicher Patienten bei der Versorgung mit Cochlea-Implantaten fand sich allerdings nicht in anderen Arbeiten, die sogar für männliche Patienten einen Vorteil ermittelten (Lenarz, Sönmez, Joseph, Büchner & Lenarz, 2012b). Eine Erklärung dafür konnte bisher nicht erarbeitet werden.

## **4.3 Vergleich der Implantattypen**

Zwischen den verschiedenen Implantattypen des Herstellers besteht kein signifikanter Unterschied im postoperativen Ergebnis des Einsilberverstehens (Abbildung 15). Zwischen den Implantattypen CONCERTO und SONTATA ergibt der T-Test mit Approximation nach Welch einen p-Wert von 0,534. Eine Betrachtung des Implantattyps PULSAR entfällt aufgrund des geringen Stichprobenumfangs. Dadurch, dass keine signifikanten Unterschiede im Versorgungserfolg zwischen den Modellen bestehen, kann auf eine weitere Betrachtung und Darstellung der Vor- und Nachteile beziehungsweise der Indikationen für verschiedene Implantate verzichtet werden. Diese Erörterung erübrigt sich auch deshalb, weil die in der Studie eingeschlossenen Implantate Entwicklungsstufen darstellen, die nur kurze Zeit parallel angeboten wurden; höhere Entwicklungsstufen lösten Vorläufermodelle



ab. Es existieren auch keine externen Ergebnisse, die einen Vergleich ermöglichen könnten. Allerdings scheint dies auch nicht im Interesse des Herstellers zu sein, da er vermutlich davon ausgeht, dass sein neueres Produkt besser als das Vorläuferprodukt ist. Deshalb fanden sich ausschließlich Studien, die die Produkte verschiedener Hersteller miteinander vergleichen.

#### **4.4 Vergleich der Seiten der Implantation**

Allgemein wird die mit einem Implantat zu versorgende Seite nach zwei Gesichtspunkten ausgewählt:

- Die schlechter hörende Seite wird (ggf. zuerst) versorgt.
- Wenn beide Seiten gleich schlecht sind, erfolgt die (ggf. erste) Implantation auf der Seite der Dominanz (bei Rechtshändern also rechts).

Mit  $p = 0,407$  besteht kein signifikanter Unterschied beim postoperativen Ergebnis des Einsilberverstehens in Abhängigkeit von der versorgten Seite (Abbildung 16), so dass die Seitenauswahl der Seite bei Implantation keinen signifikanten Einfluss auf den Versorgungserfolg hat. Untersuchungen bei Hörgesunden-Rechtshändern zeigten eine Rechtsohrpräferenz bei der Verarbeitung verbaler Reize, welche sich durch die Dominanz der linken Gehirnhemisphäre bei der Verarbeitung verbaler Reize begründet (Marzoli & Tommasi, 2009), deshalb hätte ein Vorteil des rechten Ohres erwartet werden können. Allerdings könnte man vermuten, dass diese Effekte zu klein sind, um bei starker Schwerhörigkeit zum Tragen zu kommen. Außerdem wurde der Aspekt der Hemisphärendominanz beziehungsweise der Händigkeit bei der Auswertung nicht berücksichtigt. Dass das rechte Ohr bei bilateraler Cochlea-Implantat-Versorgung einen signifikanten Vorteil im Sprachverstehen hat, wurde bereits in einem pädiatrischen Kollektiv gezeigt (Henkin et al., 2014). Allerdings gibt es für pädiatrische Kollektive noch unterschiedliche Ergebnisse, so wird auch eine Unabhängigkeit des Hörvermögens von der implantierten Seite proklamiert (Sürmelioglu et al., 2014). Für Erwachsene gibt es noch keine Ergebnisse bezüglich der Lateralität. Um genauere Aussagen zu möglichen Seitenunterschieden bei Erwachsenen machen zu können, sollte eine Auswertung der postoperativen Ergebnisse der implantierten Seite in Abhängigkeit von der hör-dominanten Gehirnhemisphäre erfolgen.

## 4.5 Synoptische Diskussion

Insgesamt lässt sich feststellen, dass für keinen der Outcome-Parameter ein Zusammenhang zwischen Operationsalter und postoperativem Erfolg nachgewiesen werden konnte.

Dieses scheint nicht selbstverständlich, da bei der sog. „Altersschwerhörigkeit“ nicht nur durch die „Innenohrschäden“ (Hesse, 2003) maßgeblich sind, sondern mit zunehmendem Alter auch die Abnahme der Zellzahl in den Kernen der zentralen Hörbahn (Gates & Mills, 2005; Gleich, Dalles & Strutz, 2005; Gleich & Strutz, 2002). Offensichtlich haben diese Effekte keinen Einfluss auf den Erfolg einer Cochlea-Implantat Versorgung. Möglicherweise werden zentrale Involutionen durch andere positive Effekte kompensiert. Dies könnten eine durch gutes Verstehen angereicherte Stimulation, die Teilhabe und wiedergewonnene Freiheiten in der selbständigen Lebensführung sein. Deshalb sollte auch bei älteren Patienten die Indikation für die Versorgung mit einem Cochlea-Implantat gestellt werden, wenn diese für die Operation und die anschließende Basistherapie fit genug sind, was es natürlich präoperativ festzustellen gilt. Die Kooperationen in „Hörzentren“ oder „Cochlea-Implantat-Zentren“, speziell mit geriatrischen Einrichtungen, so auch in Lübeck mit dem Geriatriezentrum des Krankenhauses Rotes Kreuz, machen dies möglich.

Gutes Hören und Verstehen im Alter ist oft lebenswichtig: Der Hörverlust im Alter ist mit vermehrten Krankenhausaufenthalten assoziiert (Genther, Frick, Chen, Betz & Lin, 2013) und führt zum kognitiven Abbau und damit in die unselbstständige Lebensführung (Lin et al., 2013). Altersschwerhörigkeit kann auch zu psychischen Erkrankungen führen, zum Beispiel zu Depressionen, speziell den Typen Erschöpfungsdepression, Verbitterungsdepression, Entmutigungsdepression und durch gehäufte Missverständnisse zur Kontaktmangeldepression (Janzarik, 1973; Linden, Schippau, Baumann & Spielberg, 2004; Richtberg, 2007). Dass Depressionen und Einsamkeit durch Cochlea-Implantate reduziert werden können, wurde bereits durch Arbeiten belegt (Poissant, Beaudoin, Huang, Brodsky & Lee, 2008). Zusätzlich führt die Versorgung mit einem Cochlea-Implantat und damit das bessere Hören zu einer ganz allgemeinen Verbesserung der Lebensqualität (Buchmann, Fucci & Luxford, 1997; Haensel, Ilgner, Chen, Thuermer & Westhofen, 2005; Kelsall, Shallop & Burnelli, 1995; Waltzman, Cohen & Shapiro, 1993).

Hörverlust im Alter hat neben vielen psychischen Folgen auch Auswirkungen auf die körperliche Gesundheit. Beispielsweise ist Schwerhörigkeit im Alter mit einer verminderten körperlichen Aktivität assoziiert und in der Folge mit einem erhöhten Risiko für kardiovaskuläre Akutereignisse (Gispén, Chen, Genther & Lin, 2014). Des Weiteren ist die Unterversorgung mit Hörgeräten ein erhebliches Problem in Pflegeeinrichtungen. Die Schwerhörigkeit führt zu mangelnder Kommunikationsfähigkeit mit dem Pflegepersonal und den Mitbewohnern, wodurch soziale Interaktionen, Emotionen und Geborgenheit eingeschränkt werden (Ackermann, Süß & Oswald, 2007). Hierdurch wird die Pflege durch unbehandelte Schwerhörigkeit unnötig erschwert.

So kann durch gutes Hören im Alter, das im Bedarfsfall mit Cochlea-Implantaten erreicht werden kann, die körperliche Aktivität, das soziale Engagement und das Gefühl, etwas leisten zu können und gebraucht zu werden, gesteigert werden; dieses gilt als Voraussetzung für ein „würdevolles Altern“ (Smith, 2007).

## **4.6 Methodenkritik**

Die Kritik an der Methode muss sich an deren Objektivität, Zuverlässigkeit (Reliabilität) und Gültigkeit (Validität) messen (Lienert & Raatz, 1998: 7-10). Die Objektivität beschreibt die Unabhängigkeit der Daten vom Untersucher und wird durch die Standardisierung der Datenerhebung gewährleistet. Die Reliabilität ist das Maß für die Genauigkeit beziehungsweise der Zuverlässigkeit der erhobenen Daten (Bortz & Schuster, 2010: 10). Die Validität beschreibt die Belastbarkeit der Daten, das heißt die Korrelation des Kriteriums mit den Prädiktorvariablen; je höher die Validitäten, umso besser ist die Vorhersage (Bortz & Schuster, 2010: 352).

### **4.6.1 Kritik am Studiendesign**

Bei der Erhebung retrospektiver Daten gibt es grundsätzliche Limitationen. Diese sind in der vorliegenden Arbeit beim APHAB-Fragebogen zu diskutieren:

- Personen und Kontextmerkmale, welche vor der Operation wichtig waren, verlieren möglicherweise nach der Operation an Bedeutung.

- Durch das Problem der Selektivität in der Erinnerung kann es sein, dass die Person bei der Befragung möglicherweise nur Ereignisse erinnert, welche einen besonders langen und deutlichen Effekt hatten.
- Bei der retrospektiven Erhebung der Erinnerung bleibt ungeklärt, worauf sich diese Erinnerung bezieht. Hierbei können von verschiedenen Personen jeweils unterschiedliche Prioritäten gesetzt werden: Auf das Ereignis, dessen Verlauf, dessen Konsequenzen, dessen Bewältigung.

Die größte Herausforderung bei der Beurteilung einer retrospektiven Fragestellung stellt hierbei die Vermischung von Ereignis und dessen Bewältigung da (Petermann & Reinecke, 2005: 290-292). Durch diese Probleme könnten die Ergebnisse dieser Studie sowohl günstig wie auch ungünstig beeinflusst worden sein.

#### **4.6.2 Kritik an der Datenerhebung**

Die Objektivität der Ergebnisse wird durch die Methodik der Datenerhebung begrenzt. Bei der Datenerhebung dieser Studie konnten nicht alle Daten in die statistische Auswertung aufgenommen werden, da einige Messungen nicht in das Auswertungsprotokoll passten, zum Beispiel vorliegende Ergebnisse des Einsilberversehens bei 60 dB statt bei 65 dB. Von diesem Problem waren aber überwiegend nur die präoperativen Messungen des Einsilberversehens betroffen.

Außerdem gilt es zu beachten, dass subjektive Hörtests beziehungsweise Fragebögen in die Auswertung mit aufgenommen wurden. Subjektive Tests sind von der Mitarbeit des Patienten und dem Können des Untersuchers abhängig, so dass es zu berücksichtigen gilt, dass ggf. nicht alle Patienten gleichermaßen motiviert an die Testung herangetreten sind und die Untersucher tagesformabhängig Fehler machen konnten. Ein solcher Effekt würde eine Einschränkung in der Validität bedeuten. Er sollte sich aber in allen Altersklassen gleichermaßen äußern, wodurch der Fehler zu „neutralisieren“ wäre.

Auf die Berücksichtigung von Komorbiditäten wurde bewusst verzichtet. Es sollte somit gewährleistet werden, dass eine Aussage für das ältere Patientenklientel getroffen werden kann, ohne dass Komorbiditäten in Betracht gezogen werden müssen, die oft schwer objektivierbar und oftmals nicht vollständig bekannt sind.

## 4.7 Schlussfolgerungen

Die audiologischen Untersuchungen nach Cochlea-Implantat Versorgung lassen keine Altersunterschiede zwischen älteren und jüngeren Menschen erkennen. Ältere Menschen profitieren also in gleichem Ausmaß wie junge Menschen von einer unilateralen Versorgung mit einem Cochlea-Implantat. Deshalb sollte die Entscheidung zur Versorgung mit Cochlea-Implantaten nicht durch zweifelnde Stimmen am Erfolg einer Cochlea-Implantat-Versorgung verhindert werden, sofern die Patienten ansonsten bei guter körperlicher und geistiger Gesundheit sind. Eine solche „implantatfreundliche“ Strategie kann deshalb mit- helfen, die Selbstständigkeit im Alter möglichst lange zu erhalten.

Zur zukünftig besseren Beurteilung und zum besseren Vergleich des Erfolges der Versorgung mit Cochlea-Implantaten sollte versucht werden, zentrumsübergreifende Standards festzulegen, die klinisch praktikabel sind. Hierzu könnten die Tonaudiometrie, die Sprachaudiometrie bei 65 dB und der APHAB-Fragebogen gehören.

Zukünftige Arbeiten zu dem Thema sollten auch nicht-audiologische Randbedingungen wie psychophysische Belastung durch die Operation, das Freizeitverhalten, die Teilnahme am gesellschaftlichen Leben und die selbstständige Lebensführung vor und nach Implantatversorgung untersuchen. Dies müsste dann allerdings prospektiv erfolgen, denn viele solcher Daten werden nicht im Rahmen einer auf die Patientenversorgung ausgerichteten Sprechstunde erhoben. Da die Interessen von Frauen und Männern sich unterscheiden können, könnte eine weitere Aufgabe für zukünftige Untersuchungen sein, eine eventuelle Abhängigkeit der Ergebnisse vom Geschlecht zu untersuchen.

## 5 Zusammenfassung

**Hintergrund:** Unbehandelte Schwerhörigkeiten schränken nicht nur die Lebensqualität und die Erwerbstätigkeit, sondern bei alten Menschen auch die selbstständige Lebensführung ein, so dass diese Patienten auf Hilfe angewiesen sind. Deshalb hat man damit begonnen, auch „Ältere“, über 70 Jahre alte, Menschen mit Cochlea-Implantaten und Basistherapie zu versorgen, wenn Hörgeräte kein ausreichendes Sprachverstehen mehr ermöglichen. Kritiker vermuteten jedoch, dass die Ergebnisse bei älteren Menschen nicht in einem vertretbaren Verhältnis zu Risiken und Kosten stehen. Um dies zu klären, wurden bisher überwiegend die Durchführbarkeit der Cochlea-Implantation und deren Nachsorge bei älteren Patienten untersucht. Es gibt zur Zeit nur wenige Daten, die die audiologischen und speziell sprachaudiometrischen Ergebnisse mit denen jüngerer Patienten vergleichen. Deshalb untersuchten wir in dieser Arbeit, ob hinsichtlich postoperativer (sprach-) audiometrischer Ergebnisse eine Abhängigkeit vom Alter nachgewiesen werden kann.

**Material und Methoden:** Es handelt sich um eine retrospektive Studie an 60 mit Cochlea-Implantaten und postoperativer Basistherapie versorgten Patienten. Es wurden auch bei schlussendlich bilateral versorgten Patienten nur die erzielten Ergebnisse nach Implantation der ersten Seite ausgewertet, da ältere und alte Menschen häufig nur unilateral implantiert werden, auch wenn audiologisch eine bilaterale Implantation in Frage gekommen wäre. Hierzu wurde untersucht, ob hinsichtlich der Ergebnisse in der Tonaudiometrie, der Sprachaudiometrie (Einsilbertests und Oldenburger Kinder-Satztests), sowie der subjektiven Verbesserung der Hörfähigkeit und dem Ergebnis des APHAB Fragebogens altersabhängige Unterschiede bestehen. Diese audiologischen Tests wurden im Rahmen der Versorgung von Patienten mit Cochlea-Implantaten routinemäßig vor und nach der Operation durchgeführt. Unter den 60 Patienten befanden sich 18 Patienten, die zum Zeitpunkt der Operation über 70 Jahre und 25 Patienten, die über 65 Jahre alt waren. Die Altersabhängigkeit des Versorgungserfolges wurde mittels linearer Regression geprüft. Hierzu wurden als unabhängige Variable das Alter bei der Operation und als abhängige Variable die postoperativen audiologischen Ergebnisse gewählt. Die Güte der linearen Regression wird durch das Bestimmtheitsmaß  $r^2$  ermittelt. Zusätzlich wurden mit einem unabhängigen  $t$ -Test Unterschiede im Erfolg zwischen Männern und Frauen untersucht.

**Ergebnisse:** Die statistische Analyse in der Tonaudiometrie erfolgte prüffrequenzabhängig. Bei keiner der untersuchten Prüffrequenzen konnte eine Abhängigkeit der Schwellenwerte vom Alter nachgewiesen werden (Bestimmtheitsmaß von 0,00 bis 0,06, das heißt nur maximal 6 % des Versorgungserfolges in der Tonaudiometrie beziehungsweise der „Aufblähkurve“ ließen sich durch das Alter bei der Operation erklären). Bei den Ergebnissen der Sprachaudiometrie ergab sich ein Bestimmtheitsmaß  $r^2$  von 0,014, was bedeutet, dass kein signifikanter Zusammenhang zwischen Ergebnissen beim Sprachverstehen und dem Alter bei der Operation nachgewiesen werden konnte. Beim Oldenburger Kinder-Satztest ergab sich ein Bestimmtheitsmaß  $r^2$  von 0,028, was bedeutet, dass ebenfalls kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Sprachverständlichkeitsschwelle und dem Alter bei Operation nachgewiesen werden konnte. Die subjektive Einschätzung des Hörvermögens vor und nach der Behandlung wurde mittels des APHAB-Fragebogens ermittelt. Das Bestimmtheitsmaß war 0,001, was erneut keinen signifikanten Zusammenhang mit dem Operationsalter bedeutet.

**Diskussion:** Die Ergebnisse zeigen, dass der audiometrische und sprachaudiometrische Erfolg einer Cochlea-Implantation und deren Basistherapie nicht vom Alter bei der Operation abhängt, da das Bestimmtheitsmaß stets unter 0,1 lag. Ältere Menschen profitieren daher genauso wie Jüngere von der Versorgung mit Cochlea-Implantaten und Basistherapie. Ein hohes Alter sollte daher keine Kontraindikation für die Versorgung darstellen. Diese Ergebnisse korrespondieren mit denen anderer Arbeiten. Haensel et al. (2005) zeigten zum Beispiel fehlende Unterschiede in Bezug auf das Sprachverstehen zwischen einer jüngeren und älteren Patientengruppe. Lenarz et al. (2012a) zeigten für jüngere und ältere Patienten gleiche „Lernkurven“ mit einem gleichen Sprachverstehen in Ruhe, jedoch schlechteren Ergebnissen im Störschall. Eine andere Arbeit von Steffens & Müller-Deile (2013) wies nach, dass das postoperative Sprachverstehen bei Behandlung mit einem Cochlea-Implantat deutlich weniger vom Alter abhängt, als das Sprachverstehen nach Anpassung konventioneller Hörgeräte.

In der vorliegenden Studie wurde erstmals eine Auswertung durch lineare Regression durchgeführt und die Ergebnisse der Patienten gleichmäßiger bewertet als im Vergleich zur Auswertung mit Altersklassen.

**Fazit:** Die audiologischen Ergebnisse nach Cochlea-Implantat Versorgung sind bei „älteren“ und „alten“ Menschen nicht schlechter als bei jüngeren. Die Entscheidung zur Versorgung mit Cochlea-Implantat darf daher nicht mit pessimistischen audiologischen Argumenten verhindert werden, sofern die Patienten ansonsten bei guter körperlicher und geistiger Gesundheit sind. Eine solche „implantatfreundliche“ Strategie kann deshalb mithelfen, die Selbständigkeit im Alter möglichst lange zu erhalten.



## 6 Literaturverzeichnis

- Ackermann, A., Süß, B. & Oswald, W. (2007). Hörbeeinträchtigungen bei Bewohnern von Einrichtungen der stationären Altenhilfe. In H. von Sprech, *Hören im Alter. Materialsammlung vom 13. Multidisziplinären Kolloquium der Geers-Stiftung am 20. und 21. Februar 2006 im Wissenschaftszentrum Bonn* (Vol. 16, pp. 117-140). Essen: Geers Stiftung.
- Bortz, J. & Schuster, C. (2010). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler* (7. ed.). Berlin: Springer-Verlag.
- Buchmann, C., Fucci, M. & Luxford, W. (1997). Cochlear implants in the geriatric population: benefits outweigh risks. *Ear, Nose and Throat Journal*, 78 (7), 489-494.
- Clark, J., Yeagle, J., Arbaje, A., Lin, F., Niparko, J. & Francis, H. (2012). Cochlear Implant Rehabilitation in Older Adults: Literature Review and Proposal of a Conceptual Framework. *Journal of the American Geriatrics Society*, 60, 1936-1945.
- Feldmann, H. (2001). *Das Gutachten des Hals-Nasen-Ohren-Arztes* (5. ed.). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Gates, G. & Mills, J. (2005). Presbycusis. *Lancet*, 366, 1111-1120.
- Gates, G. & Rees, T. (1997). Hear Ye? Hear Ye! Successful Auditory Aging. *The Western Journal of Medicine*, 167, 247-252.
- Gemeinsamer Bundesausschuss (2012). *Richtlinie des gemeinsamen Bundesausschlusses über die Verordnung von Hilfsmitteln in der vertragsärztlichen Versorgung (Heilmittel-Richtlinien)*. BAnz AT 10.04.2012 B2. Abgerufen am 15.03.2015 von Gemeinsamer Bundesausschuss: [https://www.g-ba.de/downloads/62-492-599/HilfsM-RL\\_Neufassung\\_2011-12-21\\_2012-03-15.pdf](https://www.g-ba.de/downloads/62-492-599/HilfsM-RL_Neufassung_2011-12-21_2012-03-15.pdf).
- Gemeinsamer Bundesausschuss (2014). *Richtlinie des gemeinsamen Bundesausschlusses über die Verordnung von Hilfsmitteln in der vertragsärztlichen Versorgung (Heilmittel-Richtlinien)*. BAnz AT 28.10.2014 B3. Abgerufen am 15.03.2015 von Kassenärztliche

Vereinigung Westfalen-Lippe:

[http://www.kvwl.de/arzt/recht/kbv/richtlinien/richtl\\_hilfsmittel.pdf](http://www.kvwl.de/arzt/recht/kbv/richtlinien/richtl_hilfsmittel.pdf).

Genther, D., Frick, K., Chen, D., Betz, F. & Lin, F. (2013). Association of Hearing Loss with Hospitalization and Burden of Disease in Older Adults. *JAMA Internal Medicine*, 309 (22).

Gispén, F., Chen, D., Genther, D. & Lin, F. (2014). Association of Hearing Impairment with Lower Levels of Physical Activity in Older Adults. *The Journal of the American Geriatric Society*, 82 (8), 1427-1433.

Gleich, O. & Strutz, J. (2002). A quantitative comparison of the Medical Nucleus of the Trapezoid Body in young and old gerbils. *Hear*, 164, 166-178.

Gleich, O., Dalles, C. & Strutz, J. (2005). Altersbedingte Veränderungen des LNTB bei der Wüstenrennmaus. *HNO-Information*, 84, 96.

HörTech gGmbH (2011). *Oldenburger Kinder-Satztest: Bedienungsanleitung für den manuellen Test auf Audio-CD*. Oldenburg.

HörTech gGmbH (2013). *Bedienungsanleitung „Oldenburger Satztest“*. Oldenburg.

Haensel, J., Ilgner, J., Chen, Y.-S., Thuermer, C. & Westhofen, M. (2005). Speech perception in elderly patients following cochlear implantation. *Acta Oto-Laryngologica*, 125, 1272-1276.

Henkin, Y., Swead, R., Roth, D., Kishon-Rabin, L., Shapira, Y., Migirov, L., et al. (2014). Evidence for right cochlear Implant advantage in simultaneous bilateral cochlear implantation. *Laryngoscope*, 124 (8), 1937-1941.

Hermann-Röttgen, M. (2010). *Cochlea- und Mittelohrimplantate*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

Hesse, G. (2003). Altersschwerhörigkeit - Audiometrische Befunde zur Differenzierung peripherer und zentraler Anteile der Hörfähigkeit im Alter. *Habilitationsschrift an der Universität Witten-Herdecke*.

Hesse, G. (2004). Hörgeräte im Alter: Warum ist die Versorgung so schwierig? *HNO*, 52, 318-328.

Janzarik, W. (1973). Über das Kontaktparanoid des höheren Alters. *Nervenarzt*, 44, 515-526.

Kassenärztliche Bundesvereinigung (2012). Einführung einer Qualitätssicherungsvereinbarung Hörgeräteversorgung nach § 135 Abs. 2 SGB V / Neufassung einer Vereinbarung von Qualitätssicherungsmaßnahmen nach § 135 Abs. 2 SGB V zur Hörgeräteversorgung (Qualitätssicherungsvereinbarung Hörgeräteversorgung). *Deutsches Ärzteblatt*, 109 (13), A-668/B-580/C-576.

Kelsall, D., Shallop, J. & Burnelli, T. (1995). Cochlear Implantation in the Elderly. *The American Journal of Otology*, 16 (5), 609-615.

Löhler, J. (2012). Der APHAB-Fragebogen: Qualitätssicherung bei der Hörgeräteversorgung. *HNO*, 62, 19-24.

Lachowska, M., Pastuszka, A., Glinka, P. & Niemczyk, K. (2013). Is cochlear implantation a good treatment method for profound deafened elderly? *Clinical Interventions in Aging*, 8, 1339-1346.

Lehnhardt, E. (1987). *Praxis in der Audiometrie* (6. ed.). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

Lenarz, T. & Laszig R. (2012). *Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie e.V.: Cochlea Implantat Versorgung und zentral auditorische Implantate*. S2k-Leitlinie. Registernummer 017-071. Abgerufen am 15.03.2015 von AWMF online: [http://www.awmf.org/uploads/tx\\_szleitlinien/017-0711\\_S2k\\_Cochlea\\_Implant\\_Versorgung\\_2012-05\\_01.pdf](http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/017-0711_S2k_Cochlea_Implant_Versorgung_2012-05_01.pdf)

Lenarz, M., Sönmez, H., Joseph, G., Büchner, A. & Lenarz, T. (2012a). Cochlear implant performance in geriatric patients. *Laryngoscope*, 122 (6), 1361-1365.

Lenarz, M., Sönmez, H., Joseph, G., Büchner, A. & Lenarz, T. (2012b). Effect of gender on the hearing performance of adult cochlear implant patients. *Laryngoscope*, 122 (5), 1126-1129.

- Lesinski-Schiedat, A. (2007). Stand der Versorgung mit Hörhilfen bei älteren Hörbehinderten Jenseits des 60. Lebensjahres. In H. von Specht, *Hören im Alter. Materialsammlung vom 13. Multidisziplinären Kolloquium der Geers-Stiftung am 20. und 21. Februar 2006 im Wissenschaftszentrum Bonn* (Vol. 16, pp. 151-170). Essen: Geers Stiftung.
- Lienert, G. A. & Raatz, U. (1998). *Testaufbau und Testanalyse* (6. ed.). Weinheim: Psychologie Verlag Union.
- Lin, F., Yaffe, K., Xia, L., Xue, Q.-L., Harris, T., Purchase-Helzner, E. et al. (2013). Hearing Loss and Cognitive Decline Among Older Adults. *JAMA Internal Medicine*, 173 (4).
- Linden, M., Schippau, B., Baumann, K. & Spielberg, R. (2004). Die posttraumatische Verbitterungsstörung. *Nervenarzt*, 75, 51-57.
- Marzoli, D., & Tommasi, L. (2009). Side biases in humans: three ecological studies on hemispheric asymmetries. *Naturwissenschaften*, 96 (9), 1099-1106.
- Meiter, H. & von Wedel, H. (2007). Faktoren und Mechanismen bei der Hörgeräteversorgung im Alter. In H. von Specht, *Hören im Alter. Materialsammlung vom 13. Multidisziplinären Kolloquium der Geers-Stiftung am 20. und 21. Februar 2006 im Wissenschaftszentrum Bonn* (Vol. 16, pp. 101-116). Essen: Geers Stiftung.
- Mrowinski, D. & Scholz, G. (2006). *Audiometrie* (3. ed.). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Naumann, H. H. (1990). *Differentialdiagnostik in der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- O'Leary, S. & Chang, A. (2008). Hearing Impairment - technological advances and insights. *Australian family physician*, 37 (5), 322-327.
- Pasanisi, E., Bacciu, A., Vincenti, V., Guida, M., Barbot, A., Berghenti, M. et al. (2003). Speech recognition in elderly cochlear implant recipients. *Clinical Otolaryngology and Allied Sciences*, 28 (2), 154-157.
- Petermann, F. & Reinecke, H. (2005). *Handbuch der klinischen Psychologie und Psychotherapie*. Göttingen: Hogrefe Verlag.

Poissant, S., Beaudoin, F., Huang, J., Brodsky, J. & Lee, D. (2008). Impact of cochlear implantation on speech understanding, depression and loneliness in the elderly. *Journal of Otolaryngology - Head and Neck Surgery*, 37 (4), 488-494.

Probst, R., Grevers, G. & Iro, H. (2004). *Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde* (2 ed.). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

Raman, G., Jounghee, L., Chung, M., Gaylor, J., Sen, S., Rao, M., Lau, J. (2011). *Effectiveness of Cochlear Implants in Adults with Sensorineural Hearing Loss*. Rockville, Maryland: Tufts Evidence-based Practice Center. Abgerufen am 15.03.2015 von Centers for Medicare & Medicaid Services:

<http://www.cms.gov/Medicare/Coverage/DeterminationProcess/downloads/id80TA.pdf>.

Richtberg, W. (2007). Schwerhörigkeit im Alter - Anmerkungen aus psychiatrischer und psychologischer Sicht. In H. v. Specht, *Hören im Alter, Materialsammlung vom 13. Multidisziplinären Kolloquium der Geers Stiftung am 20. und 21. Februar 2006 im Wissenschaftszentrum Bonn* (pp. 187-196). Essen: Geers Stiftung.

Riedwyl, H. & Ambühl, M. (2000). *Statistische Auswertung mit Regressionsprogrammen* (1. ed.). München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.

Rupp, R. & Jackson, P. (1986). Primary care for the hearing impaired: a changing picture. *Geriatrics*, 41 (3), 75-80, 82-84.

Sürmelioglu, O., Cetik, F., Tarkan, O., Ozdemir, S., Tuncer, U., Kiroglu, M. et al. (2014). Choice of cochlear implant side in a paediatric population. *Journal of laryngology and otology*, 128 (6), 504-507.

Smith, J. (2007). Der alte Mensch in unserer Gesellschaft - Ergebnisse der Berliner Altersstudie. In H. von Sprecht, *Hören im Alter. Materialsammlung vom 13. Multidisziplinären Kolloquium der Geers-Stiftung am 20. und 21. Februar 2006 im Wissenschaftszentrum Bonn* (Vol. 16, pp. 35-56). Essen: Geers Stiftung.

Sohn, W. (2000). Aktueller Stand der Schwerhörigkeit in Deutschland. *Hörakustik* (3), 6-7.

Sprinzel, G. M. & Riechelmann, H. (2010). Current Trends in Treating Hearing Loss in Elderly People: A Review of the Technology and Treatment Options - A Mini Review. *Gerontology*, 56, 351-358.

Steffens, T. & Müller-Deile, J. K. (2013). Auch im Alter noch gut verstehen mit Cochlea-Implantaten. *HNO-Nachrichten*, 43 (4), 17-21.

Tesch-Römer, C. (2007). Gesundheit und Wohlbefinden in der 2. Lebenshälfte. In H. von Specht, *Hören im Alter. Materialsammlung vom 13. Multidisziplinären Kolloquium der Geers-Stiftung am 20. und 21. Februar 2006 im Wissenschaftszentrum Bonn* (Vol. 16, pp. 17-34). Essen: Geers Stiftung.

Thurnher, D., Grasl, M., Erovic, B. & Lercher, P. (2011). *HNO-Heilkunde: Ein symptomorientiertes Lehrbuch*. Wien: Springer.

Vaerenberg, B., Smits, C., De Ceulaer, G., Zir, E., Harman, S., Jaspers, N. et al. (2014). Cochlear Implant Programming: A Global Survey on the State of the Art. *The Scientific World Journal*.

Verhaegen, C., Collette, F., & Majerus, S. (2014). The impact of aging and hearing on verbal short-term memory. *Aging, Neuropsychology and Cognition*, 21 (4), 462-482.

Vermeire, K., Brokx, J., Wuyts, F., Cochet, E., Hofkens, A. & van de Heyning, P. (2005). Quality of Life Benefit from Cochlear Implantation in the Elderly. *Otology and Neurotology*, 26, 188-195.

Waltzman, S., Cohen, N. & Shapiro, W. (1993). The benefits of cochlear Implantation in the geriatric population. *Otolaryngology - head and neck surgery*, 108 (4), 329-333.

## **Danksagung**

Hiermit möchte ich mich bei Herrn Professor Dr. med. Rainer Schönweiler, Leiter der Sektion Phoniatrie und Pädaudiologie des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein, Campus Lübeck, herzlich bedanken, der mir das Thema überlassen hat und mich kontinuierlich und jederzeit unterstützt hat.

Ich möchte dem gesamten Team der Sektion für Phoniatrie und Pädaudiologie danken. Alle Mitarbeiter waren immer freundlich, nahmen meine Arbeit ernst und haben mich unterstützt.

Ich danke Herrn Dr. Arne Schillert für die Unterstützung bei der statistischen Auswertung dieser Doktorarbeit und seiner Anregung zur Auswahl des statistischen Auswertungsverfahrens.

## **Lebenslauf**

**Name: Kristof Max**

**Jahrgang: 1990**

**Geburtsort: Stade**

**Schule:** Gymnasium Athenaeum Stade, Mercersburg Academy (PA, USA)

**Wehrdienst:** Fallschirmjägerbatallion 373 in Seedorf

**Studium:** Humanmedizin an der Universität zu Lübeck ab Oktober 2010

**Dissertation:** Sektion für Phoniatrie und Pädaudiologie Lübeck 2012-2015

