

Aus der Klinik für Hals-Nasen-Ohrenkunde der Universität Heidelberg  
(Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. med. Dr. h.c. Peter K. Plinkert)

in Zusammenarbeit mit dem  
Deutschen Zentrum für Musiktherapieforschung (DZM e.V.) Heidelberg  
(Leiterin: Dr. Heike Argstatter)

## **Entwicklung und Evaluierung eines musiktherapeutischen Konzepts**

zur Förderung des Musikerlebens  
und des emotionalen Sprachausdrucks  
bei erwachsenen Cochlea-Implantat-Trägern

Inauguraldissertation  
zur Erlangung des Doctor scientiarum humanarum (Dr.sc.hum.)  
an der  
Medizinischen Fakultät Heidelberg  
der  
Ruprecht-Karls-Universität

vorgelegt von  
Elisabeth Hutter

aus  
Passau

2019

Dekan: Herr Prof. Dr. Andreas Draguhn

Doktorvater: Herr Prof. Dr. Dr. h.c. Peter K. Plinkert

---

## Inhaltsverzeichnis

1. Theoretischer Hintergrund .....	6
1.1 Hörstörungen und die Cochlea-Implantat-Versorgung .....	6
1.1.1 Prävalenz von Hörstörungen und das Cochlea-Implantat .....	6
1.1.2 Die Versorgung, Rehabilitation und Hörentwicklung mit einem CI .....	6
1.2 Die Musikwahrnehmung bei erwachsenen CI-Trägern .....	8
1.2.1 Die Diskriminationsfähigkeit bei Musik mit einem CI .....	8
1.2.2 Der Genuss und das Erleben von Musik mit einem CI .....	11
1.2.3 Einflüsse auf die Musikwahrnehmung .....	12
1.2.4 Zusammenhang zwischen subjektiven Musikratings und Tests zur Diskriminationsfähigkeit im Musikbereich .....	14
1.2.5 Erhebungsverfahren zur Überprüfung der Musikwahrnehmung bei erwachsenen CI-Trägern .....	14
1.3 Die Wahrnehmung von Sprachmelodie, Stimmlage und Geräuschen mit einem CI ...	15
1.3.1 Die Wahrnehmung und Produktion von Sprachmelodie .....	15
1.3.2 Die Erkennung der Stimmlage .....	16
1.3.3 Die Wahrnehmung von Geräuschen .....	16
1.4 Musiktherapie im CI-Bereich .....	17
1.4.1 Definition und Zielsetzungen von Musiktherapie .....	17
1.4.2 Einsatz von Musiktherapie bei CI-Trägern .....	17
1.5 Fragestellungen .....	19
1.5.1 Ziele der Studie .....	19
1.5.2 Untersuchungshypothesen .....	20
2. Methoden .....	21
2.1 Probandenkollektiv .....	21
2.2 Entwicklung des musiktherapeutischen Konzepts .....	21
2.2.1 Theoretischer Hintergrund des Behandlungskonzepts .....	21
2.2.2 Aufbau .....	22
2.3 Verwendete Verfahren in der Diagnostik .....	24

---

2.3.1 Überblick über die Erhebungsmethoden.....	24
2.3.2 Fragebogendiagnostik .....	25
2.3.3 Testdiagnostik zur Musik-, Sprachmelodie- und Geräuschwahrnehmung .....	28
2.3.4 Durchführung der Diagnostik .....	31
2.4 Versuchsablauf .....	31
2.4.1 Studiendesign.....	31
2.4.2 Durchführung der Studie .....	32
2.5 Statistische Auswertung .....	33
3. Ergebnisse .....	35
3.1 Personencharakteristika .....	35
3.1.1 CI-Träger der Pilotstudie .....	35
3.1.2 CI-Träger der Hauptstudie .....	35
3.1.3 Vergleich von Therapie- und Wartegruppe bei den CI-Trägern.....	35
3.1.4 Normalhörende Kontrollgruppe .....	36
3.2 Ergebnisse der Pilotstudie .....	36
3.2.1 Psychologische Fragebögen.....	36
3.2.2 Musikalische Tests .....	37
3.3 Ergebnisse der Hauptstudie zum ersten Testzeitpunkt .....	38
3.3.1 Musik- und Prosodiewahrnehmung der CI-Träger und der normalhörenden Kontrollgruppe.....	38
3.3.2 Subjektive Klangqualität mit dem CI, hörbezogene Lebensqualität und Selbstwerteinschätzung der CI-Träger.....	41
3.3.3 Musikhörgewohnheiten und –einschätzungen der CI-Träger.....	42
3.3.4 Einflüsse auf die musikalische Testdiagnostik bei den CI-Trägern .....	43
3.3.5 Zusammenhang der musikalischen Tests mit den Fragebögen .....	46
3.4 Überprüfung der Parallelversionen der Tests durch die Kontrollgruppe .....	48
3.5 Ergebnisse zur Evaluation der Musiktherapie.....	48
3.5.1 Auswertung der subjektiven Fragebogenerhebung .....	48
3.5.2 Veränderungen in der Testdiagnostik .....	51
3.5.3 Abhängigkeit der Therapieeffekte vom Ausgangswert.....	53

4. Diskussion .....	54
4.1 Wahrnehmung von Musik und Prosodie bei erwachsenen CI-Trägern zeitnah nach der Erstanpassung .....	54
4.1.1 Einordnung der Ergebnisse in bisherige Forschung .....	54
4.1.2 Zusammenhang zwischen den Testleistungen der CI-Träger und personenbezogenen Variablen .....	57
4.1.3 Zusammenhang der Diskriminationsfähigkeiten mit den subjektiven Einschätzungen der CI-Träger .....	60
4.1.4 Kritische Zusammenfassung der Fähigkeiten der CI-Träger zum ersten Testzeitpunkt .....	62
4.1.5 Kritische Diskussion der entwickelten Testverfahren und deren Durchführung und Auswertung .....	63
4.2 Einsatz von Musiktherapie bei erwachsenen, postlingual ertaubten CI-Trägern .....	64
4.2.1 Ergebnisse der Pilotstudie .....	64
4.2.2 Wirksamkeit der Musiktherapie .....	65
4.3 Bedeutung der Musiktherapie in der Rehabilitation erwachsener CI-Träger .....	70
4.4 Ausblick .....	71
5. Zusammenfassung .....	73
6. Literatur .....	75
7. Eigene Veröffentlichungen .....	84
Anhang .....	85
Lebenslauf .....	88
Danksagung .....	89
Eidesstattliche Versicherung .....	90

## **1. Theoretischer Hintergrund**

### **1.1 Hörstörungen und die Cochlea-Implantat-Versorgung**

#### **1.1.1 Prävalenz von Hörstörungen und das Cochlea-Implantat**

Hörstörungen sind in Deutschland eine sehr häufige Erkrankung, die die Lebensqualität stark einschränkt und die Teilhabe am gesellschaftlichen Leben erschwert. Etwa 20 % der Bevölkerung scheint in einem Ausmaß betroffen zu sein, welche eine Behandlung indiziert (Zahnert 2011). Darunter befinden sich etwa zwei Millionen Personen, die an einer hochgradigen Schwerhörigkeit leiden (Jacob u. Stelzig 2013). Die WHO (2012) schätzt, dass weltweit etwa 5,3 % der Bevölkerung von einem beeinträchtigenden Hörverlust, also im Mittel über 40dB Hörverlust am besseren Ohr, betroffen ist. 91 % davon sind Erwachsene. Unter älteren Erwachsenen ist die Verbreitung behandlungsbedürftiger Hörstörungen besonders groß. Schätzungen gehen in dieser Personengruppe von ein bis zwei Drittel Prävalenz stark beeinträchtigender Hörprobleme aus (Homans et al. 2017, Lin et al. 2011). Die Weiterentwicklung von Hörhilfen sowie von evaluierten Rehabilitationsmaßnahmen nach der medizinischen Versorgung ist daher von großer Bedeutung.

Das Cochlea-Implantat (CI) ist eine Prothese, die die Funktion des Innenohres ersetzt und somit vielen Personen, die ertaubt oder hochgradig schwerhörig sind und deren Hörnerv funktionstüchtig ist, zum Hören verhelfen kann. Das Implantat besteht u.a. aus einer Empfängerspule und einem Elektrodenträger, der in die Hörschnecke eingeführt wird und über den je nach Implantat-Typ 12 bis 22 Elektroden elektrisch stimuliert werden können. Die nicht implantierbaren Teile – ein Mikrofon, ein Sprachprozessor und eine Sendespule – befinden sich außen am Kopf.

Obwohl nur bei einem geringen Prozentsatz der Personen, die von einer CI-Versorgung profitieren könnten, eine Versorgung abgeklärt wird, steigt die Zahl der CI-Träger weltweit an und dürfte deutlich über 300000 Personen betragen (Jacob u. Stelzig 2013, Macherey u. Carlyon 2014, Raine 2013).

#### **1.1.2 Die Versorgung, Rehabilitation und Hörentwicklung mit einem CI**

Neben Kindern, deren Innenohr von Geburt an taub oder hochgradig schwerhörig ist, werden Personen mit erworbener Innenohrschwerhörigkeit bzw. Taubheit mit einem CI versorgt. Bei Erwachsenen kann man zwischen Personen mit prä- und postlingualer Ertaubung unterscheiden. Während postlingual ertaubte Personen die Lautsprache in der Kindheit aufgrund eines damals ausreichenden Hörvermögens erworben haben, litten Personen mit prälingualer Ertaubung bereits in der Zeit des Spracherwerbs in der frühen Kindheit an einer gravierenden Hörstörung mit daraus folgenden

Schwierigkeiten für den Lautspracherwerb. Die Hörrehabilitation und die Erlangung eines Sprachverstehens durch ein im Erwachsenenalter implantiertes CI verläuft bei diesen beiden Personengruppen sehr unterschiedlich mit deutlich höheren Erfolgen im Sprachverstehen bei postlingual Ertaubten (Cusumano et al. 2017). In dieser Studie wurden Personen mit postlingual erworbener Schwerhörigkeit und Taubheit untersucht, weshalb sich die Ausführungen auf diese Personengruppe beziehen.

Das Sprachverstehen, das bei postlingual Ertaubten mithilfe des CI meist erreicht werden kann, ist insgesamt als sehr positiv einzuschätzen und verbessert sich seit den Anfängen der CI-Versorgung (Gifford et al. 2008). Die Erfolge im Sprachverstehen hängen von Faktoren wie der Ertaubungsdauer, der seit der Implantation verstrichenen Zeit, des Tragens eines Hörgeräts vor der Implantation, und dem Alter ab (Blamey et al. 2013, Holden et al. 2013). Eine längere Ertaubungszeit und keine Hörgeräte-Versorgung vor der Implantation wirken sich ungünstig auf den Erfolg aus. Der negative Einfluss eines höheren Alters auf das Sprachverstehen mit dem CI wird in Studien als zunehmend geringer beschrieben. Cusumano et al. (2017) zeigten kürzlich, dass nicht nur in den ersten Monaten nach der Erstanpassung des Sprachprozessors deutliche Verbesserungen im Sprachverstehen vorhanden sind, sondern Anstiege bis drei Jahre nach der Operation messbar sind und teilweise auch nach dieser Zeit noch Fortschritte im Sprachverstehen erzielt werden.

Das Hören mit einem Implantat muss nach und nach neu erlernt werden, da sich die elektrischen Höreindrücke von den akustischen deutlich unterscheiden können. Die Rehabilitation nach der CI-Versorgung beinhaltet in der Regel ärztliche Betreuung, die audiologischen Einstellungen des Sprachprozessors und Erfolgskontrollen, Hörtraining und Audio- sowie Gruppentherapien. Welche Elemente der Rehabilitation für einen größtmöglichen Erfolg einer CI-Versorgung besonders ausschlaggebend sind, ist bisher weitgehend unklar. Ein aktives Hörtraining ohne den Druck im Alltag, unbedingt verstehen zu müssen, scheint eine bessere Adaptation an das Hören mit dem CI zu ermöglichen und auch die Akzeptanz und die subjektive Selbstkompetenz zu fördern (Boothroyd 2010, Fu u. Galvin 2008). Die Erfolge einer CI-Versorgung lassen sich nicht nur in audiometrischen Tests u.a. zum Sprachverstehen nachweisen, sondern auch in der subjektiven und hörbezogenen Lebensqualität der CI-Träger (Krabbe et al. 2000, Sladen et al. 2017). Es erscheint wichtig, neben den audiometrischen Tests den Benefit einer CI-Versorgung auch durch die subjektiven Erfahrungen des Patienten mit den Folgen der Hörerkrankung im alltäglichen Umfeld zu evaluieren, was Fragebögen zur hörbezogenen Lebensqualität erfassen (Capretta u. Moberly 2016).

## **1.2 Die Musikwahrnehmung bei erwachsenen CI-Trägern**

### **1.2.1 Die Diskriminationsfähigkeit bei Musik mit einem CI**

#### *1.2.1.1 Überblick*

Musik entsteht durch die Wahrnehmung ihrer psychologischen Eigenschaften der Tonhöhe, der Klangfarbe, der zeitlichen Struktur und der Lautstärke, wobei deren Kombination den Eindruck von Musik ergibt (vgl. Überblicksarbeiten: Drennan u. Rubinstein 2008, Limb u. Roy 2014, Looi et al. 2012). Ein CI weist technische Grenzen auf, was die Wahrnehmung der musikalischen Eigenschaften erschwert. So geht zum einen die feine zeitliche Struktur des akustischen Reizes verloren, die über das CI nur bis etwa 300 Hertz, im gesunden Hörsystem jedoch bis 2000 Hertz oder noch feiner verarbeitet wird. Zum anderen wird die spektrale Auflösung eines akustischen Reizes räumlich degradiert in die Cochlea übertragen. Dies ist insbesondere durch eine begrenzte Anzahl von Filtern in der Signalverarbeitung des Sprachprozessors und durch die Interaktion der Kanäle und Ausbreitung der elektrischen Felder innerhalb der Cochlea vor allem bei komplexen auditiven Reizen bedingt. Aufgrund der anatomischen Anordnung der Frequenzen und der Verteilung der Elektroden in der Cochlea ist die beeinträchtigte räumliche Auflösung der Frequenzen in tieffrequenten Tonlagen besonders ausgeprägt.

Die feine zeitliche Struktur und eine genaue örtliche Codierung der Frequenzen sind jedoch für die Wahrnehmung der musikalischen Elemente der Tonhöhe und der Klangfarbe essenziell. Auf der Wahrnehmung der Tonhöhe basiert nicht nur die Fähigkeit, Melodien zu erkennen, sondern auch harmonische Vorgänge in der Musik wahrnehmen zu können. Für die beim Musikhören entstehende emotionale Berührung, gemessen durch einen Anstieg des Arousal, scheinen u.a. die spektralen Eigenschaften von Musik bedeutend zu sein (Gingras et al. 2014). Durch die Einschränkungen in der feinen zeitlichen und örtlichen Codierung beim CI werden nicht nur einzelne Eigenschaften von Musik beeinträchtigt, sondern auch die Fähigkeit, zwischen verschiedenen Geräuschquellen zu unterscheiden. Diese Fähigkeit ist in der Musikwahrnehmung wichtig, um verschiedene Melodiestränge und Instrumentengruppen trennen zu können.

Zeitliche Eigenschaften von Musik wie Rhythmus, Tempo und Metrum spielen sich in deutlich größeren zeitlichen Bereichen als die zeitliche Feinstruktur von etwa 0,2 bis 20 Hertz ab, so dass sie über das CI weitgehend erhalten bleiben.

Die beschriebenen Einschränkungen entstehen durch die technischen Begrenzungen des CI und einer degradierten Übertragung der akustischen Reize an den Hörnerv. Die durch einen Hörverlust entstehenden Veränderungen und die



Degeneration in der peripheren und zentralen Hörbahn tragen ebenfalls zu Schwierigkeiten in der Musikwahrnehmung bei. In einer Studie, die die Verarbeitung von Melodien und von Sprache im Gehirn bei CI-Trägern und bei Normalhörenden verglich, ergaben sich Hinweise auf zentrale Korrelate in den neuronalen Aktivitäten für die beeinträchtigte Melodiewahrnehmung im Gegensatz zur Sprachwahrnehmung der CI-Träger (Limb et al. 2010).

#### *1.2.1.2 Die Wahrnehmung von Tonhöhen*

Um zwei unterschiedlich hohe Töne voneinander unterscheiden zu können, ist die Wahrnehmung der Grundfrequenz des Tones wichtig. Diese kann in der Cochlea örtlich oder durch die feine zeitliche Struktur des akustischen Reizes codiert werden. Nach den oben beschriebenen Begrenzungen beim CI ist es daher nicht erstaunlich, dass in Studien eine schlechtere Tonhöhendiskrimination bei CI-Trägern im Vergleich zu Normalhörenden berichtet wird (z.B. Brockmeier et al. 2011, Bruns et al. 2016, Goldsworthy 2015, Haumann et al. 2007, Sucher u. McDermott 2007). Zum Teil liegt die Leistung der CI-Träger in den Tests nicht über dem Rateniveau (Cooper et al. 2008, Looi et al. 2008). In einer Studie mit 145 CI-Trägern fanden Drennan et al. (2015) eine durchschnittliche Diskriminationsfähigkeit eines Intervalls von etwa drei Halbtönen. Wang et al. (2011) berichten von knapp sechs Halbtönen, die durchschnittlich noch unterschieden werden können. Zu beachten ist eine große interindividuelle Variabilität in der Fähigkeit, mit einem CI Tonhöhen zu unterscheiden. Nimmons et al. (2008) geben eine hohe Variabilität in einem Range von einem bis 11,5 Halbtönen an, ähnlich Ping et al. (2012) mit 2,1 bis 13,6 Halbtönen. Lu et al. (2014) beschreiben einen CI-Träger, der die Saiten einer Gitarre ohne Hilfsmittel genau stimmen kann, wofür eine Tonhöhendiskrimination von weit unter einem Halbton erforderlich ist. Die Fähigkeit zur Tonhöhenunterscheidung hängt wohl auch von Faktoren wie der Tonlage und der Klangfarbe der verwendeten Töne ab. Eine hohe Tonlage geht meist mit einer besseren Leistung der CI-Träger einher (Kim et al. 2012, van Besouw u. Grasmeyer 2011), wobei die Ergebnisse sich widersprechen (Jung et al. 2010). Instrumente mit einem klar zeitlich definierten Anschlag wie z.B. das Klavier und mit einer klaren Struktur des ersten Formanten scheinen eher vorteilhaft für CI-Träger zu sein (Haumann et al. 2007, Looi et al. 2008, Ping et al. 2012).

#### *1.2.1.3 Die Wahrnehmung von Melodien*

Die Fähigkeit, Melodien – also musikalische Phrasen aus einer Folge von Tonhöhen - wahrnehmen zu können, basiert unter anderem darauf, Tonhöhen und Intervalle unterscheiden zu können. Studien zeigen bei CI-Trägern im Vergleich zu

Normalhörenden deutliche Beeinträchtigungen, bekannte Melodie zu erkennen oder Konturen von Tonfolgen zu identifizieren (Brockmeier et al. 2011, Bruns et al. 2016, Gfeller et al. 2002, Spitzer et al. 2008). Das Erkennen bekannter Lieder und Musikstücke gestaltete sich in einer Studie von Drennan et al. (2015) mit 145 CI-Trägern als schwierig, so dass nur etwa ein Viertel der Lieder erkannt wurden. Bei Kim et al. (2012) wurden sogar lediglich 14% der Lieder erkannt, bei Gfeller et al. (2012) knapp 15% bzw. knapp 30% je nach Aufgabenstellung und bei Galvin et al. (2007) etwa 60% bzw. etwa 28% der Lieder je nach Präsentation der Stücke. Vereinzelt werden aber auch deutlich bessere Leistungen der CI-Träger im Melodieerkennen von etwa 70-80% berichtet (Bruns et al. 2016, Looi et al. 2008). Einfluss auf die Ergebnisse können der verwendete Musikstil in den Musikbeispielen (Gfeller et al. 2005), das Vorhandensein oder Fehlen von Liedtexten (Gfeller et al. 2012), und das Vorhandensein oder Fehlen der rhythmischen Elemente der Lieder sein. Wenn der Rhythmus aus den Liedern herausgenommen wird, verschlechtert sich die Anzahl erkannter Lieder erheblich (Digeser et al. 2012, Galvin et al. 2007, Nimmons et al. 2008).

#### *1.2.1.4 Die Wahrnehmung der Klangfarbe*

Dass sich der Klang bei identischer Tonhöhe und Lautstärke zwischen Instrumenten unterscheidet, hängt vor allem von der zeitlichen Hüllkurve des akustischen Reizes, also z.B. ob ein klarer zeitlich definierter Ansatz des Tones vorhanden ist, und von der spektralen Zusammensetzung und Feinstruktur des Reizes ab, was über das CI nur begrenzt wiedergegeben wird (Drennan u. Rubinstein, 2008). Studien berichten, dass das Erkennen und Identifizieren von Musikinstrumenten bei CI-Trägern im Vergleich zu Normalhörenden deutlich reduziert ist (Brockmeier et al. 2011, Bruns et al. 2016, Kim et al. 2012). Viele Studien zeigten recht übereinstimmend, dass CI-Träger meist bei etwa knapp der Hälfte der Musikbeispiele das gespielte Instrument richtig zuordnen können (Brockmeier et al. 2011, Drennan et al. 2015, Gfeller et al. 2002, Nimmons et al. 2008). Einige Untersuchungen berichten auch von besseren Werten, zumindest in einigen Untertests (Bruns et al. 2016, Kim et al. 2012, Looi et al. 2008). Im Gegensatz zu Normalhörenden verwechseln CI-Träger Instrumente oft nicht innerhalb einer Instrumentengruppe (z.B. Holzbläser, Blechbläser, Streicher, Tasteninstrumente; Zupfinstrumente), sondern zwischen den Instrumentengruppen (Cheng et al. 2013, Gfeller et al. 2002, Kim et al. 2012). Auch scheint die Leistung stark vom Instrument abzuhängen, so dass sich eine höhere Erkennungsleistung bei Instrumenten mit klarem Anschlag wie z.B. Schlaginstrumente oder Tasteninstrumente, und eine besondere Beeinträchtigung bei Holzbläsern zeigt (Cheng et al. 2013, Gfeller et al.

2002, Kang et al. 2009, Nimmons et al. 2008). Wenn ein Instrument alleine spielt, scheint dies vorteilhaft im Vergleich zu Musikstücken mit musikalischer Begleitung oder Ensemblestücken zu sein (Looi et al. 2012). Bei bekannten Kinderliedern scheint das Instrumentenerkennen einfacher zu sein als bei für das jeweilige Instrument typischen Stücken (Brockmeier et al. 2011).

#### *1.2.1.5 Die Wahrnehmung zeitlicher Eigenschaften von Musik*

Zu den zeitlichen Eigenschaften von Musik gehören der Rhythmus, d.h. eine Reihenfolge von Schlägen und Pausen, die ein Muster über die Zeit bilden, das Tempo eines Musikstücks sowie das Metrum, d.h. ein Muster an Betonungen, welches den zugrundeliegenden Pulszyklus ergibt (Limb u. Roy 2014). Die notwendige zeitliche Auflösung von akustischen Reizen, um zeitliche Parameter von Musik wahrnehmen zu können, ist relativ grob. CI-Träger erreichen in Studien meist gute Leistungen im Rhythmuserkennen und im Vergleich zu Normalhörenden eine ähnliche Genauigkeit (Brockmeier et al. 2011, Cooper et al. 2008, Kim et al. 2012, Looi et al. 2008). Wenn eine signifikante Beeinträchtigung gefunden wurde, so unterschied sich die Leistung verglichen zu den Defiziten in anderen musikalischen Parametern nur geringfügig von Normalhörenden. Bruns et al. (2016) fanden bei CI-Trägern eine verschlechterte Leistung mit etwa 83% richtig erkannter Beispiele, Normalhörende erkannten 88% der Beispiele richtig. Auch das Erkennen des Tempos eines Musikstücks scheint für CI-Träger gut möglich zu sein (Kong et al. 2004). Den Takt bei einem Musikstück selbst zu erzeugen und ein Zweier- von einem Dreier-Metrum (d.h. Marsch vs. Walzer) zu unterscheiden, gelang CI-Trägern in einer Studie ebenfalls sehr gut (Cooper et al. 2008, Kim et al. 2010).

#### **1.2.2 Der Genuss und das Erleben von Musik mit einem CI**

Um einen Anhaltspunkt dafür zu bekommen, welche Rolle Musik im Leben von CI-Trägern spielt und ob Musik gerne gehört wird, wurden die Musikhörgewohnheiten von CI-Trägern in Fragebögen erfasst. Im Vergleich zu Normalhörenden hören CI-Träger im Alltag seltener Musik (Adams et al. 2014, Veekmans et al. 2009). In retrospektiven Analysen nimmt die Häufigkeit des Musikhörens von vor Beginn der Hörminderung zu nach der CI-Versorgung deutlich ab (Drennan et al. 2015, Lassaletta et al. 2007, Migirov et al. 2009). Die Angaben, wie viele CI-Träger überhaupt noch Musik bewusst hören, schwankt zwischen knapp 50 % (Cheng et al. 2013, Mirza et al. 2003) und immerhin über 70 % der CI-Träger (Migirov et al. 2009). Nur sehr wenige CI-Träger nehmen die eigene musikalische Aktivität, die vor einer Hörminderung ausgeübt worden war, nach einer CI-Versorgung wieder auf (Migirov et al. 2009). Fragt man CI-

Träger, ob sie Musik genießen können, ist der Genuss im Vergleich zu Normalhörenden reduziert (Adams et al. 2014, Bruns et al. 2016, Veekmans et al. 2009). In retrospektiv erhobenen Daten wird der Musikgenuss von vor der Hörminderung zu nach der CI-Versorgung als abnehmend beschrieben. Knapp 70% der CI-Träger zeigten sich vom Musikhören mit dem CI enttäuscht und bewerteten den Musikgenuss auf einer Ratingskala nur noch mit durchschnittlich 2,6 von 10 Punkten, was retrospektiv für den Zeitraum von vor der Hörminderung mit 8,7 Punkten eingeschätzt wurde (Mirza et al. 2003).

Ein wichtiger Faktor, der den Musikgenuss bei CI-Trägern zu beeinflussen scheint, ist die Komplexität des Musikstücks. So fallen Ratings bzgl. Genuss und Natürlichkeit bei geringer Anzahl von Instrumenten in einem Musikstücks positiver aus (Kohlberg et al. 2016, Looi et al. 2007). Innes-Brown et al. (2011) betonen die subjektiv empfundenen Schwierigkeiten von CI-Trägern, Melodien aus Hintergrundklängen herauszuhören, als möglichen Grund für den reduzierten Musikgenuss. Auch die beeinträchtigte Wahrnehmung der tiefen Frequenzen und damit des Basses in der Musik könnte einen Faktor für das verminderte Musikerleben darstellen (Roy et al. 2012).

### **1.2.3 Einflüsse auf die Musikwahrnehmung**

Der Frage, ob demographische Faktoren, Unterschiede in der Hörbiographie, in den Hörgewohnheiten und in den Erfahrungen mit Musik Einfluss auf die Diskriminationsfähigkeit von musikalischen Eigenschaften und auf den Musikgenuss mit dem CI haben, wurde in zwei Studien mit 209 bzw. 145 CI-Trägern nachgegangen (Drennan et al. 2015, Gfeller et al. 2008). Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass – wenn überhaupt – eher geringe Zusammenhänge der genannten Faktoren mit der Musikwahrnehmung und dem Musikgenuss bestehen.

Ein höheres Alter scheint in einigen Aufgaben zur Musikwahrnehmung mit einer schlechteren Leistung einherzugehen. Drennan et al. (2015) beschreiben dies für den Untertest der Klangfarbenerkennung, Gfeller et al. (2008, 2012) für das Erkennen von Musikstücken mit und ohne Text. Andere Autoren berichten von keinen oder äußerst geringen Korrelationen zwischen dem Alter der CI-Träger und den Ergebnissen in musikalischen Aufgaben (Brockmeier et al. 2011). Das Geschlecht der CI-Träger wurde in den Studien meist nicht in die Analyse möglicher Prädiktoren für die Musikwahrnehmung mit einem CI einbezogen (Drennan et al. 2015, Gfeller et al. 2008). Mirza et al. (2003) berichten von keinem Einfluss des Geschlechts auf den Musikgenuss mit CI.

In den meisten Studien, die einen Einfluss der Ertaubungsdauer vor der CI-Versorgung auf die Diskriminationsfähigkeit von musikalischen Eigenschaften und auf den Musikgenuss untersuchten, zeigten sich keine Zusammenhänge (Drennan et al. 2015, Gfeller et al. 2008, Migirov et al. 2009). In einer Studie kamen die Autoren anhand von Fragebogen-Erhebungen zu dem Schluss, dass bei längerer Ertaubungsdauer CI-Träger sogar deutlichere Verbesserungen bei der Musikwahrnehmung angeben (Chen et al. 2016).

Wie viel Zeit seit der CI-Implantation vergangen ist, zeigte sich in vielen Studien als unbedeutender Faktor für den mit dem CI erreichten Musikgenuss und die Diskriminationsfähigkeit von musikalischen Parametern (Brockmeier et al. 2011, Gfeller et al. 2012, Kang et al. 2009, Migirov et al. 2009). Lediglich das Erkennen von Melodien, insbesondere wenn dabei Texte gesungen werden und somit für das Melodieerkennen auch das Sprachverstehen von Bedeutung sein dürfte, zeigte sich teilweise bei längerer Zeitspanne seit der CI-Versorgung verbessert (Drennan et al. 2015, Gfeller et al. 2008). Auch die musikbezogenen Items bei einem Fragebogen zur Klangqualität bleiben über die Zeit hinweg unverändert (Calvino et al. 2016). Eine bloße Nutzung des CI im Alltag scheint für das Musikhören demnach keine Fortschritte zu bringen.

Bei einseitig versorgten Personen mit Hörresten auf dem kontralateralen Ohr ist speziell bei der Musikwahrnehmung ein Benefit von einem kontralateral getragenen Hörgerät vorhanden. Dies betrifft vor allem tonhöhenbasierte Tests wie das Melodiehören (Crew et al. 2016, Golub et al. 2012, Peterson u. Bergeson 2015, Prentiss et al. 2015). Auch die subjektiven Einschätzungen des Klangs und des Musikgenusses fallen bei bimodal versorgten im Vergleich zu unilateral CI-versorgten Personen positiver aus (Philips et al. 2012, Sucher u. McDermott 2009).

Dass die Häufigkeit des Musikhörens und aktives Musizieren oder Musiktrainings in der Kindheit oder im Erwachsenenalter vor der Zeit der Hörminderung einen großen Einfluss auf die Musikwahrnehmung und das Musikerleben mit dem CI haben, scheint in retrospektiven Erhebungen eher unwahrscheinlich (Caldwell et al. 2015, Drennan et al. 2015, Gfeller et al. 2008). Deutlich häufiger werden Zusammenhänge – wenn auch oft nur mit geringer Effektstärke – zwischen der Zeit, die Personen nach einer CI-Versorgung mit Musikhören verbringen und dem subjektiven Musikgenuss sowie mit der Musikwahrnehmung in Tests beschrieben (Brockmeier et al. 2011, Drennan et al. 2015, Gfeller et al. 2008, Gfeller et al. 2012). Ein intensiveres Auseinandersetzen mit Musik nach einer CI-Versorgung geht also mit einem subjektiv höheren Genuss beim Musikhören und einer besseren Diskriminationsfähigkeit in musikalischen Aufgaben einher.

#### **1.2.4 Zusammenhang zwischen subjektiven Muskratings und Tests zur Diskriminationsfähigkeit im Musikbereich**

Die eigene Bewertung von Musik mit Eigenschaften wie „angenehm“, „natürlich“ oder „klangvoll“ sowie der subjektive Musikgenuss im Alltag scheinen mit den Fähigkeiten, verschiedene Elemente der Musik mit dem CI genau wahrnehmen, erkennen und unterscheiden zu können, bei CI-Trägern nicht miteinander verbunden zu sein. Studien, die beide Bereiche untersuchten, fanden entweder keinen Zusammenhang zwischen Musikgenuss und Musikwahrnehmung in den Tests oder nur teilweise und als gering einzuschätzende Korrelationen (Bruns et al. 2016, Drennan et al. 2015, Wright u. Uchanski 2012). In einer Studie fand sich bspw. eine Korrelation zwischen den Ratings zur subjektiven Qualität von Musikstücken mit der Fähigkeit, Instrumente zu erkennen (Looi et al. 2007), in einer anderen Studie ging die Fähigkeit, bekannte Lieder und Musikstücke zu erkennen, mit dem allgemeinen subjektiven Musikgenuss einher (Gfeller et al. 2012). Doch auch diese Autoren kamen zu dem Schluss, dass die Genauigkeit der Musikwahrnehmung über das CI kein bedeutender Faktor für den subjektiven Genuss von Musik im Alltag darstellt.

#### **1.2.5 Erhebungsverfahren zur Überprüfung der Musikwahrnehmung bei erwachsenen CI-Trägern**

Um die Genauigkeit von Wahrnehmungen im Musikbereich bei CI-Trägern zu untersuchen, wurden spezielle Tests entwickelt oder aus anderen Bereichen übernommen und angepasst. Die Inhalte und die Durchführung der Tests sind je nach Verfahren unterschiedlich. Die meisten Verfahren beinhalten Untertests zur Diskrimination der Tonhöhe, zur Erkennung von Melodien und von Instrumenten. Spitzer et al. (2008) untersuchen in ihrem „Appreciation of Music in CI“ Test (AMICI) auch die Fähigkeit, Musik von Geräuschen zu unterscheiden und Musikstile zu erkennen. Im „MuSIC perception“ Test (Brockmeier et al. 2011) finden sich zusätzlich Untertests zur Wahrnehmung des Rhythmus, von Akkorden und zur Einschätzung von Dissonanzen. Der „Clinical Assessment of Music Perception“ Test (CAMP; Nimmons et al. 2008) erfasst die drei musikalischen Parameter der Tonhöhe, der Melodieerkennung und der Klangfarbe unterschiedlicher Instrumente. Häufig wird ein Test zur „Melodic Contour Identification“ eingesetzt, der nicht das Erkennen bekannter Melodien erfasst, sondern die Fähigkeit, auf- und absteigende Melodiebögen wahrzunehmen (z.B. Cooper et al. 2008). Neben den genannten Testverfahren werden im CI-Bereich aber auch spezielle, von den Autoren entwickelte Tests eingesetzt, um die Musikwahrnehmung zu untersuchen (z.B. Looi et al. 2008).

Die Tests werden fast ausschließlich am Computer durchgeführt. Zur Erfassung der Tonhöhendiskrimination und zum Melodieerkennen werden meist synthetisch generierte Töne verwendet. Auch reine Sinustöne werden eingesetzt. Für Tests zur Erkennung der Klangfarbe werden meist Aufnahmen von Instrumenten verwendet. Die genaue Ausführung der Tests ist sehr unterschiedlich, z.B. ob zuvor die Titel möglicher Lieder genannt wurden oder nicht, ob Lieder mit oder ohne Text und mit rhythmischen oder ohne rhythmische Elementen (d.h. alle Töne gleich lang) gespielt werden. Die Musikbeispiele zur Klangfarbenerkennung sind sehr variabel gestaltet (z.B. Tonleiter oder ein für das Instrument typisches Lied; Instrument alleine oder mit Begleitung anderer Instrumente). Eine Vergleichbarkeit der Tests ist dadurch schwierig.

### **1.3 Die Wahrnehmung von Sprachmelodie, Stimmlage und Geräuschen mit einem CI**

#### ***1.3.1 Die Wahrnehmung und Produktion von Sprachmelodie***

Mit Prosodie sind lautliche Eigenschaften der Sprache gemeint, die neben dem linguistischen Inhalt des Gesagten einen wichtigen Beitrag zur Kommunikation leisten. Bereiche der Prosodie sind unter anderem die Wort- und Satzakkentuierung, die Intonation, die Satzmelodie und das Tempo beim Sprechen. Durch Veränderungen in der Tonhöhe und des Rhythmus werden so bspw. Emotionen und Haltungen in einer Aussage vermittelt (Cullington u. Zeng 2011).

Die Fähigkeit, eine Aussage von einer Frage allein aufgrund einer veränderten Intonation des Gesagten zu unterscheiden, scheint bei CI-Trägern im Vergleich zu Normalhörenden beeinträchtigt zu sein (Peng et al. 2012, 2009, Van Zyl u. Hanekom 2013). Auch den Stressgehalt und emotionale Färbungen von Aussagen zu erkennen, fällt CI-Trägern schwer und zeigte sich als interindividuell sehr variabel (Kalathothukaren et al. 2015, Luo et al. 2007, Meister et al. 2011). Während die Länge von Silben von CI-Trägern korrekt eingeschätzt wurde, scheinen die Beeinträchtigungen vor allem durch die begrenzte Erkennung der Grundfrequenz und der Intensität des Gesagten und deren Kombination begründet zu sein. Gilbers et al. (2015) ließen Aufnahmen von professionellen Schauspielern anfertigen, die in Aussagen allein durch Veränderungen in der Prosodie die Emotionen Wut, Freude, Trauer und Erleichterung ausdrücken sollten. Normalhörenden fiel es leichter, diese Emotionen zu erkennen. Hintergrundrauschen scheint das Erkennen prosodischer Elemente in der Sprache für CI-Träger im Vergleich zu Normalhörenden besonders zu erschweren (Morris et al. 2013, Van Zyl u. Hanekom 2013). Als günstig für die Prosodieerkennung zeigte sich bei bimodal versorgten CI-Trägern das Tragen des Hörgeräts zusätzlich zum CI (Shpak et al. 2014).

Die Fähigkeit, die eigene Stimme entsprechend einer intendierten nonverbalen Botschaft für andere erkennbar zu verändern, wurde bisher vor allem bei Kindern mit CI untersucht. Im Vergleich zu gleichaltrigen Kindern ohne Hörminderung konnten Kinder mit CI Aussagen nicht so eindeutig intonieren (Chin et al. 2012, Nakata et al. 2012, Peng et al. 2008). Vor allem eine ansteigende Intonation, wie sie in der Regel bei Fragen verwendet wird, scheint Probleme zu bereiten. Inwieweit bei postlingual ertaubten erwachsenen CI-Trägern Beeinträchtigungen in der aktiven Prosodieproduktion vorliegen, ist unklar.

### **1.3.2 Die Erkennung der Stimmlage**

Um zu erkennen, ob ein Mann, eine Frau oder ein Kind spricht, sind die Grundfrequenz und die Formanten im akustischen Spektrum des Reizes, die durch die unterschiedliche Länge des Vokaltrakts entstehen, entscheidend (Smith u. Patterson 2005). Bei CI-Trägern ist laut bisherigen Studien das Erkennen der Tonlage im Vergleich zu Normalhörenden beeinträchtigt, wobei große interindividuelle Unterschiede zwischen den CI-Trägern bestehen (Fu et al. 2004, Massida et al. 2013, Mühler et al. 2009, 2017). CI-Träger verlassen sich bei der Einteilung in Männer- und Frauenstimmen eher auf die Grundfrequenz als auf die Formanten in der spektralen Verteilung (Meister et al. 2016). Einige Studien berichten besondere Probleme für den überlappenden Bereich der Grundfrequenz von Männern und Frauen (Fu et al. 2004, Massida et al. 2013). Die Zeitspanne seit der CI-Versorgung wurde von Massida et al. (2013) als unbedeutend für die Leistung in der Stimmlagenerkennung von CI-Trägern beschrieben.

### **1.3.3 Die Wahrnehmung von Geräuschen**

Zur Geräuschwahrnehmung mit einem CI liegen vergleichsweise wenige Studien vor. Die Fähigkeit, Geräusche über das CI identifizieren zu können, zeigte sich als beeinträchtigt, insbesondere wenn keine sich wiederholende zeitliche Struktur oder eine klare zeitliche Einteilung als Hilfestellung vorhanden ist (Inverso u. Limb 2010, Shafiro et al. 2011). Von den Autoren wird daher empfohlen, in der CI-Rehabilitation der Geräuschwahrnehmung mehr Raum zu geben. Shafiro et al. (2015) untersuchten bei CI-Trägern mit über fünf Jahren CI-Erfahrung die Geräuschwahrnehmung, welche verglichen zu den sprachgebundenen Tests als defizitär berichtet wurde und durch ein einwöchiges Trainingsprogramm am Computer verbessert werden konnte.



## **1.4 Musiktherapie im CI-Bereich**

### **1.4.1 Definition und Zielsetzungen von Musiktherapie**

Musiktherapie versucht, mithilfe von Musik einen heilenden Prozess bei Erkrankungen zu bewirken. Musik wird also mit therapeutischer Zielsetzung eingesetzt. Praxisfelder umfassen die Bereiche Neonatologie, Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychiatrie und Psychotherapie, neurologische Rehabilitation, Geriatrie, Onkologie und Menschen mit Behinderungen (Timmermann u. Oberegelsbacher 2012). Die Frage einer Indikation zur Musiktherapie stellt sich insbesondere bei Menschen, deren sprachliche Kommunikation sich als schwierig gestaltet (z.B. Autismus) oder deren Verlangen nach Ausdruck und Mitteilung verstärkt ist.

### **1.4.2 Einsatz von Musiktherapie bei CI-Trägern**

Im Bereich der CI-Rehabilitation ist Musiktherapie im Vergleich zu den klassischen Einsatzgebieten in musiktherapeutischen Zeitschriften oder auf Kongressen noch sehr wenig vertreten. Hier wäre Musik als Medium zur Verbesserung der Hörfunktionen und -verarbeitung, aber auch zur Erreichung von psychosozialen Effekten anzusehen.

#### **1.4.2.1 Kinder mit CI**

Bei CI-versorgten Kindern wurden verschiedene musiktherapeutische Verfahren entwickelt, um die Entwicklung mit dem CI bestmöglich zu fördern. Zunehmend wird betont, dass Musiktherapie in der Rehabilitation bei Kindern mit CI wichtig sei (Koşaner et al. 2012, Torppa et al. 2014). Die Therapien unterscheiden sich in Vorgehensweise und Zielsetzung stark voneinander. Neben psychosozialen und kommunikativen Zielsetzungen gibt es crossmodale Herangehensweisen durch Integration von Tanz zur Förderung des Lernens (Vongpaisal u. Monagha 2014) und strukturierte Musiktrainings für eine Anwendung zuhause am Computer (Di Nardo et al. 2015, Fu et al. 2015). Die Förderung kann auf eigene musikalische Aktivitäten der Kinder mit CI (Koşaner et al. 2012) oder auf eine Anregung der Sprachentwicklung (Dastgheib et al. 2013) abzielen.

#### **1.4.2.2 Erwachsene CI-Träger**

Auch bei erwachsenen CI-Trägern verfolgen musiktherapeutische Konzepte in der Rehabilitation sehr unterschiedliche Zielsetzungen und Vorgehensweisen.

Eine Forschergruppe um Van Besouw et al. (2014, 2015) führte mehrere Musik-Workshops speziell für CI-Träger durch. In den Workshops fanden sowohl Gruppeninterventionen als auch Übungen am Computer statt. In Fragebögen ergab sich eine Steigerung des Interesses für Musik und eine positive Veränderung der Musikhörgewohnheiten infolge des Workshop-Besuchs. Einige in der Literatur

beschriebene Studien beschäftigen sich mit Musiktrainings, die von den CI-Trägern zuhause am Computer selbstständig durchgeführt werden. Driscoll (2012) untersuchte ein Training zur Instrumentenerkennung an CI-Trägern. Über eine Zeitspanne von fünf Wochen sollte das Training drei Mal in der Woche absolviert werden, welches sich als effektiv zeigte. Zu beachten ist, dass in der Studie keine Wartegruppe vorhanden war, da in vorangegangenen Daten keine Verbesserung der Instrumentenerkennung bei CI-Trägern über die Zeit gefunden worden waren. Vandali et al. (2015) entwickelten ein Trainingsprogramm, das über vier Monate hinweg Übungen zur Tonhöhenunterscheidung und zur Klangfarbenerkennung enthielt. Die Wirksamkeit des Trainings konnte insbesondere in der ersten Trainingsphase für den Bereich der Tonhöhendiskrimination nachgewiesen werden, wobei sich der Effekt als nicht allzu robust zeigte und in hohen Tonlagen weniger ausgeprägt sowie von der verwendeten Klangfarbe der Töne abhängig war. Ein weiteres PC-gestütztes Programm zu Parametern der Musik mit ansteigender Komplexität, das 21 CI-Träger über vier Wochen mindestens 3,5 Stunden pro Woche anwendeten, zeigte Erfolge bei der Musikwahrnehmung und in einer Untergruppe auch in einem Sprachtest (Smith et al. 2017). Auch hier war jedoch keine Wartegruppe in der Studie eingeschlossen.

Zu den selten beschriebenen musiktherapeutischen Konzepten im Bereich erwachsener CI-Träger, in denen die Therapie in Einzelsitzungen mit einem Therapeuten stattfindet, zählt das „Musical Ear Training“ von Petersen et al. (2012). Dieses auf den Einsatz der menschlichen Stimme fokussierte Verfahren fand über sechs Monate statt und zeigte Wirksamkeit im Vergleich zu einer Wartegruppe ohne Therapie in der Melodie-Kontur-Erkennung, der Klangfarben- und der Rhythmusdiskrimination. CI-Träger, die die Therapie erhielten, steigerten sich schneller bei der Erkennung von emotionaler Prosodie in der Stimme, am Ende der Therapie- bzw. Wartezeit zeigten jedoch beide Gruppen eine vergleichbare Leistung.

Ob ein Musiktraining Auswirkungen auf die Prosodieerkennung haben kann, wurde von Lo et al. (2015) mit einem Programm zur Melodie-Kontur-Erkennung über sechs Wochen untersucht. Die Autoren stellten Verbesserungen nach dem Training im Erkennen von Fragen vs. Aussagen und in der Konsonantenerkennung fest, jedoch gab es in dieser Studie keine Wartegruppe ohne Training. Auch Goldsworthy (2015) kommt in einer Studie mit neun CI-Trägern und neun Normalhörenden zu dem Schluss, dass eine Verbesserung in der Tonhöhenunterscheidung zu einer besseren Konsonantenerkennung führen müsste.

Dass Musiktherapie positive Auswirkungen auf Bereiche der Sprachwahrnehmung mit dem CI haben könnte, wird von Patel (2014) intensiv diskutiert und theoretisch in der OPERA-Hypothese begründet. Hintergrund für diese These bilden gemeinsame

neuronale Verarbeitungsmechanismen und Überlappungen aufgrund der Parallelitäten von Musik und Sprache (Koelsch 2011). Patel (2014) vermutet, dass trotz relativ kurzer Trainingszeit langanhaltende neuronale Veränderungen erreicht werden können, weil Musik hohe Anforderungen an Wahrnehmungsprozesse stellt, die Motivation anregt und Aufmerksamkeitsfunktionen aktiviert, mit Emotionen verknüpft ist und die Möglichkeit zu häufigen Wiederholungen in den Übungen gibt.

In Übersichtsarbeiten zur Musikwahrnehmung bei CI-Trägern wird die Musiktherapie als wichtiger und sinnvoller Bestandteil der Rehabilitation angesehen (Limb u. Roy 2014, Looi et al. 2012). Bisherige Konzepte unterscheiden sich stark in ihren Inhalten, so dass gemeinsame Prinzipien für Musiktherapien im CI-Bereich derzeit sehr wichtig wären (Papadelis 2016). Gfeller et al. (2015) empfehlen die Verwendung sowohl analytischer Elemente, d.h. einfache Reize, die nach und nach komplexer gestaltet werden, um basale Wahrnehmungsprozesse zu üben, als auch synthetischer Elemente mit komplexerem Übungsmaterial, um Filterungs- und Aufmerksamkeitsfunktionen zu fördern. Vielfältiges Übungsmaterial soll zudem Generalisierungseffekte ermöglichen und ausreichend Zeit für Wiederholungen und für ein intensives Training Lernprozesse anregen. Betont wird auch die Wichtigkeit, dass CI-Träger aktiv eingebunden werden und Rückmeldungen erhalten (Vandali et al. 2015). Die Musiktherapie sollte in der Schwierigkeit dem Niveau des CI-Trägers anpassbar sein und möglichst früh in der Rehabilitation stattfinden (Philips et al. 2012). Ein großes Potenzial der Musiktherapie ist die Tatsache, dass Musik positive Emotionen auslösen und unmittelbar motivierend wirken kann (Gfeller et al. 2015; Herholz u. Zatorre 2012).

## **1.5 Fragestellungen**

### **1.5.1 Ziele der Studie**

Die Wahrnehmung von Musik wurde bei CI-Trägern als beeinträchtigt berichtet. Erstes Ziel dieser Studie war es, Tests zur Erfassung der Wahrnehmungsgenauigkeit in musikalischen Bereichen, aber auch in der Sprachmelodie und Stimmlage sowie im Bereich von Alltagsgeräuschen zu entwickeln und die Leistung von CI-Trägern zu einem frühen Zeitpunkt nach der Erstanpassung des Sprachprozessors im Vergleich zu Normalhörenden zu erheben. Untersucht werden sollte, inwieweit personenbezogene und hörbiographische Variablen der CI-Träger sowie frühere Musikerfahrungen Einflüsse auf die erhobenen Fähigkeiten haben könnten. Die Tests sollten dahingehend überprüft werden, ob die in den Tests erfassten Leistungen der CI-Träger eine Aussagekraft bzgl. der subjektiven Einschätzungen von Musik, der Klangqualität, der Lebensqualität sowie des Selbstwerts haben.

Die zweite Zielsetzung der Untersuchung stellte die Entwicklung eines musiktherapeutischen Konzepts für erwachsene, postlingual ertaubte CI-Träger dar. Es sollte überprüft werden, ob ein praktischer Einsatz als Ergänzung in der CI-Rehabilitation möglich und sinnvoll ist. Therapieeffekte sollten im Vergleich zu einer Wartegruppe ohne musiktherapeutische Behandlung in den Bereichen der Wahrnehmungsgenauigkeit musikalischer Eigenschaften, der Prosodie und Stimmlage sowie der Geräuscherkennung und in Fragebögen zur Klangqualität mit dem CI, zur hörbezogenen Lebensqualität und zur Selbstwerteinschätzung untersucht werden.

### **1.5.2 Untersuchungshypothesen**

Vor dem Hintergrund bisheriger Forschungsergebnisse zur Musikwahrnehmung mit einem CI wurden für den ersten Teil der Arbeit folgende Hypothesen festgelegt:

- CI-Träger unterscheiden sich von Normalhörenden in den untersuchten Tests zur Musikwahrnehmung, zur Erkennung von Prosodie und der Stimmlage sowie zur Geräuscherkennung.
- Die untersuchten Fähigkeiten unterscheiden sich bei CI-Trägern zwischen bilateraler (CI-Ohr und kontralaterales Ohr) und unilateraler (nur CI-Ohr) Aufgabendarbietung.
- Die Ergebnisse in den erhobenen Tests hängen mit den hörbiographischen Variablen, jedoch nicht mit demographischen Personenvariablen zusammen.
- Bei CI-Trägern bestehen Zusammenhänge zwischen den Ergebnissen in den erhobenen Tests und den bisherigen Erfahrungen und Aktivitäten im Musikbereich.
- Bei CI-Trägern bestehen Zusammenhänge zwischen den Leistungen in den erhobenen Tests und der subjektiv eingeschätzten Klangqualität des CI, der hörbezogenen Lebensqualität und der Selbstwerteinschätzung.
- Es bestehen keine Zusammenhänge der Testergebnisse mit dem subjektiven Musikgenuss.

Bezüglich des entwickelten Musiktherapie-Konzepts für CI-Träger wurden folgende Untersuchungshypothesen formuliert:

- Die Fähigkeiten zur Diskrimination von musikalischen Eigenschaften und zur Erkennung von Prosodie, von der Stimmlage und von Geräuschen verändern sich bei CI-Trägern nach im Vergleich zu vor der Musiktherapie deutlicher als bei CI-Trägern in einem vergleichbaren Zeitraum ohne Musiktherapie.
- Subjektive Erhebungen bzgl. der Klangqualität des CI, der Lebensqualität und des Selbstwerts verändern sich bei CI-Trägern nach im Vergleich zu vor der Musiktherapie deutlicher als bei CI-Trägern ohne Musiktherapie.

## 2. Methoden

### 2.1 Probandenkollektiv

Für die Studie wurden 30 CI-Träger und 55 Probanden ohne CI im Alter ab 18 Jahren rekrutiert. An der Pilotstudie nahmen 12 CI-Träger teil. Alle Personen nahmen freiwillig an der Studie teil, nachdem sie sowohl mündlich als auch schriftlich über Ziel, Zweck und Ablauf der Studie informiert worden waren und eine Einverständniserklärung unterschrieben hatten. In Tabelle 1 sind die Ein- und Ausschlusskriterien der Studie aufgeführt.

**Tabelle 1: Ein- und Ausschlusskriterien der CI-Patienten und der Kontrollpersonen**

	<b>Einschlusskriterien</b>	<b>Ausschlusskriterien</b>
CI-Träger	<ul style="list-style-type: none"> <li>• unilaterale Implantation eines CI</li> <li>• abgeschlossene Erstanpassung</li> <li>• max. 6 Monate seit Erstanpassung</li> <li>• postlinguale Ertaubung</li> <li>• Muttersprache Deutsch in der Kindheit erworben</li> <li>• Alter &gt; 18 Jahre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• prälingual erworbene oder angeborene Taubheit</li> <li>• bilaterale CI-Versorgung</li> </ul>
Kontrollpersonen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• altersgemäßes Hörvermögen (Hörverlust bei 0,5, 1, 2, 4 kHz nicht größer als 40dB)</li> <li>• Muttersprache Deutsch</li> <li>• Alter &gt; 18 Jahre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein- oder beidseitige Ertaubung oder an Taubheit grenzende Schwerhörigkeit</li> </ul>

### 2.2 Entwicklung des musiktherapeutischen Konzepts

Für die Studie wurde ein musiktherapeutisches Behandlungskonzept speziell für erwachsene CI-Träger, die postlingual ertaubt sind, entwickelt. In der Pilotstudie sollte das Konzept erstmals eingesetzt und auf Durchführbarkeit und Akzeptanz bei den CI-Trägern überprüft werden. In der Hauptstudie stand dann eine erste Evaluation der Musiktherapie im Vordergrund.

#### 2.2.1 Theoretischer Hintergrund des Behandlungskonzepts

Grundlage des Heidelberger Musiktherapiekonzepts bildet die Parallelität von Parametern der Musik und der Sprache. Das gezielte Training mithilfe musikalischer Parameter wie Rhythmus, Tonhöhe und Klangfarbe kann aufgrund dieser Parallelität Auswirkungen auf die Fähigkeit, Sprache wahrzunehmen, haben (Patel 2014, Koelsch 2011). Insbesondere Situationen wie das Hören von Musik, das Erkennen der Sprachprosodie sowie Sprache bei Hintergrundgeräuschen, die sich für CI-Implantierte häufig als unangenehm oder stark problembehaftet erweisen, werden auf spielerische Art in der Musiktherapie trainiert. Therapeutischen Ausgangspunkt hierzu bildet der in der Musiktherapie eingesetzte frühe, vorsprachliche Dialog. Dieses Prinzip wird auf das

Hörenlernen im Erwachsenenalter übertragen, so dass die Sprachwahrnehmung auch indirekt und auf spielerischem Weg über musikalische Komponenten und Sprachlaute angebahnt wird. Ziel ist es, die Kompensationsarbeit zu fördern, die primäre und vor allem sekundäre Hör- und Assoziationsareale im Gehirn leisten müssen, um die neuen Höreindrücke zu dekodieren und neuronale Verknüpfungen aufzubauen. Auch die Auseinandersetzung mit emotionalen Inhalten in der Stimme und die Verbindung von aktuellen mit früheren Hörerfahrungen, gerade was musikalische Eindrücke betrifft, sollen das Lernen unterstützen. Neben dem Ziel, Fortschritte in der Hörentwicklung zu erreichen, wird durch ein vom Therapeuten unterstütztes und individuell angepasstes Herangehen an einen problembehafteten Bereich der Hörwahrnehmung versucht, möglichen Frustrationen früh entgegenzuwirken und die Motivation am Hörenlernen, die Akzeptanz der neuen Höreindrücke und das Vertrauen in die eigene Hörwahrnehmungen zu fördern. Positive Erfahrungen im Bereich der Musik und ein intensives Auseinandersetzen mit musikalischen Höreindrücken sollen es den CI-Trägern ermöglichen, mehr Selbstvertrauen zu gewinnen und eine Teilhabe an gesellschaftlichen Ereignissen ermöglichen. Um diesen Bereich der Therapie zu verstärken, wurde die Rolle von aktiven im Vergleich zu rezeptiven Übungen nach der Pilotstudie gestärkt.

### **2.2.2 Aufbau**

Das Heidelberger Musiktherapiekonzept für CI-Träger umfasst in der Regel 10 Einzelsitzungen von je 50 Minuten in wöchentlichem Abstand. Das Musiktherapiekonzept ist in fünf Module unterteilt, die jeweils ein bestimmtes therapeutisches Ziel verfolgen. Jedes Modul beinhaltet verschiedene Übungen. In der nachfolgenden Tabelle 2 sind die einzelnen Module aufgeführt, die Ziele genannt und Beispiele für Übungen angegeben.

Die Module kommen nicht strikt nacheinander zum Einsatz. Grundsätzlich dient die Reihenfolge der Module gemäß der Tabelle als Orientierung. Der Beginn der Therapie und die einzelnen Inhalte werden auf die in der Diagnostik festgestellten Bedürfnisse und Problembereiche des CI-Trägers abgestimmt. Die zu den Modulen gehörenden Übungen können vom Therapeuten individuell für den Patienten ausgewählt werden. Der Zeitdauer eines Moduls wird auf die Patientenbedürfnisse individuell abgestimmt. Die Übungen werden meist in unilateraler Präsentation (d.h. nur CI) durchgeführt, jedoch auch zu Vergleichszwecken in bilateraler Präsentation (CI und kontralaterale Seite) dargeboten.

**Tabelle 2: Heidelberger Musiktherapie – Module, Therapieziele und Übungen**

Module	Therapieziele	Übungen
Variabilität der Stimme	Vertrauen in die eigene Stimme gewinnen und diese als vollwertiges Instrument persönlicher und emotionaler Ausdrucksmöglichkeit etablieren Emotionen und Tonlagen in der Stimme lernen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachsprechen einfacher Wörter: „nein“, „ja“, „wie geht's?“, „nein danke“ „mir geht es gut“ in unterschiedlicher emotionaler Färbung und mit / ohne Blickkontakt und aus der Nähe / aus Entfernung ausgesprochen</li> <li>• Stimmimprovisation auf einfache Wörter („Saxophon“)</li> <li>• Märchen mit verschiedenen Stimmen sprechen</li> <li>• Kazoo I: Imitieren einfacher Laute / Schleifen / Stimmvariationen</li> </ul>
Spielen mit der Sprache	Reduzierung des Lippensehens; spontaner Umgang mit dem Gehörten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachsprechen einfacher Sätze</li> <li>• Sinnlose Silben nachsprechen / Nonsensewörter / Wörter verändern (Konsonanten und Vokale)</li> <li>• Gedichte / Zungenbrecher</li> <li>• Wörter aus Kategorien nachsprechen</li> </ul>
Sprache in verschiedenen Kontexten	Aufmerksamkeitslenkung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gedichte über Klangteppich verstehen und nachsprechen</li> <li>• (Fernseh-)Nachrichten hören (mit / ohne Bild)</li> <li>• Sätze erkennen mit unterlegten Klavierakkorden</li> <li>• Litanei-Singen mit Klavierakkorden (Sätze / Silben / 2 oder mehr Tonhöhen)</li> </ul>
Die verschiedenen Parameter der Musik	Tonhöhen unterscheiden Klangfarben von Instrumenten erkennen Melodien erkennen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kazoo II: langen Ton vom Kazoo imitieren und Töne vom Klavier abnehmen</li> <li>• Kazoo III: mehrere Töne vom Klavier imitieren</li> <li>• Unterschied zwischen zwei Akkorden am Klavier erkennen</li> <li>• Tonhöhe am Klavier erkennen und nachsingen</li> <li>• Tonfolgen nachsingen</li> <li>• Tonunterschiede am Klavier erkennen</li> <li>• Musikinstrumente einzeln erkennen</li> </ul>
Komplexes Hören	Kombinieren verschiedener Eindrücke; Verknüpfung mit früheren Erfahrungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geräusche erkennen (aus IADS)</li> <li>• Dissonante / konsonante Klänge am Klavier erkennen</li> <li>• Musikinstrumente in Kombination erkennen</li> <li>• Hören von ehemaliger „Lieblingsmusik“</li> <li>• Erarbeiten von Musik, die nicht mehr gerne gehört wird</li> </ul>
Begleitend bei „Bedarf“	Umgang mit dem CI (Konzentration, Anstrengung, Kombinieren, Problemsituationen) Psychologische Interventionen für Akzeptanz des CI	

- **„Variabilität der Stimme“**

Die Therapie beginnt mit dem Modul „Variabilität der Stimme“, das als Ziel hat, Vertrauen in die eigene Stimme zu gewinnen und die vielfältigen Ausdrucksmöglichkeiten der eigenen Stimme zu erfahren. Die emotionale Färbung von einfachen Wörtern soll erkannt und imitiert werden. Verschiedene Tonlagen werden spielerisch geübt (analoge Kommunikation). Wert wird auf die Sprachmelodie, weniger auf den eigentlichen Inhalt der Wörter gelegt. Durch die Verwendung des Kazoo, um die Variationsmöglichkeiten der Stimme voll auszuschöpfen, wird die Parallelität zwischen Musik und Sprache deutlich. Ein Kazoo ist ein Membranophon, bei dem durch

Hineinsprechen oder -singen eine mitschwingende Membran den Ton der eigenen Stimme verändert.

- **„Spielen mit der Sprache“**

Im Modul „Spielen mit der Sprache“ wird die Betonung auf den Inhalt des Gesprochenen gelegt. Durch Übungen unterschiedlicher Schwierigkeit soll der Patient lernen, spontan und ungezwungen mit dem Gehörten umzugehen und das Lippenlesen zu reduzieren. Die Konzentration und Anstrengung bzw. Überanstrengung können Auswirkungen auf die Hörleistungen haben.

- **„Sprache im Kontext“**

In einer nächsten Stufe wird mit der Sprache in verschiedenen Kontexten gearbeitet – mit Musikakkorden als „Hintergrundgeräusch“, Erkennen von Sprache in der Singstimme und das Verstehen von Reportagen und Nachrichten über Lautsprecher.

- **„Parameter der Musik“**

Ein Herantasten an die Musik erfolgt über die Auseinandersetzung – häufig wieder spielerisch, wie zum Beispiel mit dem Kazoo – mit den einzelnen Parametern der Musik Tonhöhe, Melodie und Klangfarbe von Instrumenten.

- **„Komplexes Hören“**

Beim Modul „Komplexes Hören“ werden verschiedene Höreindrücke kombiniert und mit früheren Hörerfahrungen verknüpft. Die CI-Träger werden mit Geräuschen konfrontiert, mit konsonanten und dissonanten Klängen am Klavier, und verschiedene Instrumente werden in unbekanntem, aber auch bekanntem, komplexen Musikstücken erarbeitet. Auch Musik, die CI-Träger als unangenehm empfinden, und ehemals gern gehörte Stücke werden verwendet.

## **2.3 Verwendete Verfahren in der Diagnostik**

Im Folgenden werden die verschiedenen Fragebögen und Testverfahren vorgestellt, die bei der Untersuchung verwendet wurden.

### **2.3.1 Überblick über die Erhebungsmethoden**

Tabelle 3 zeigt eine Übersicht über die Erhebungsmethoden, die in der Studie verwendet wurden. Grau hinterlegt sind Verfahren, die auch in der Pilotstudie eingesetzt wurden.



**Tabelle 3: Überblick über die Erhebungsmethoden**

Fragebogen		Charakteristika
<b>HISQUI</b> ( <i>Hearing Implant Sound Quality Index</i> ): Fragebogen zur Erfassung der subjektiven Klangqualität mit dem Cochlea-Implantat		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 29 Fragen (Skala 1-7)</li> <li>• Wertebereich: 29 – 203 Punkte (hoher Punktwert = bessere Hörleistung)</li> <li>• Einteilung in 5 Kategorien (sehr schlecht bis sehr gut)</li> </ul>
<b>NCIQ</b> ( <i>Nijmegen Cochlear Implantation Questionnaire</i> ): Fragebogen zur hörbezogenen Lebensqualität bei CI-Trägern		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 60 Fragen (Skala 1-5)</li> <li>• Gesamtwert und 6 Unterskalen in Prozentzahlen (höhere Prozentzahl = höhere Lebensqualität)</li> </ul>
<b>MSWS</b> ( <i>Multidimensionale Selbstwertkala</i> ): Fragebogen zur Einschätzung des Selbstwerts		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 32 Fragen (Umrechnung in T-Werte, Normbereich 40-60)</li> <li>• Gesamtwert und 8 Unterskalen</li> </ul>
Fragebogen zur Musikwahrnehmung ( <i>Orientierung an Münchner Musik Fragebogen</i> )		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8 Fragen (Likert-Skalen, Multiple-Choice)</li> <li>• Musikvorlieben, musikalische Vorerfahrung und subjektive Klangqualität beim Musikhören</li> </ul>
Musikbezogene Tests		Charakteristika
<b>Tonhöhen-unterscheidung</b>	<b>Tonhöhen-diskrimination</b>	24 Aufgaben in verschiedenen Tonlagen (in Pilotstudie Kurzversion mit 12 Aufgaben)
	<b>Tonhöhe adaptiv</b>	Adaptiver Test in tiefer, mittlerer und hoher Tonlage
<b>Melodieerkennung</b>		6 Aufgaben
<b>Klangfarbenerkennung</b>		8 Aufgaben
<b>Stimmlagenerkennung</b>		6 Aufgaben
<b>Prosodieerkennung und -produktion</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 Aufgaben Erkennung</li> <li>• 6 Aufgaben aktive Produktion</li> </ul>
<b>Geräuscherkennung</b>		6 Aufgaben

### 2.3.2 Fragebogendiagnostik

#### 2.3.2.1 Hearing Implant Sound Quality Index (HISQUI) - Fragebogen zur Erfassung der subjektiven Klangqualität

Der HISQUI (Amann u. Anderson 2014) erfasst verschiedene Bereiche zur Klang- und Geräuschwahrnehmung mit dem CI in alltäglichen Situationen. CI-Träger werden aufgefordert, die Häufigkeit einzuschätzen, in der sie bestimmte Geräusche, Stimmen oder Elemente von Musik gut wahrnehmen können. In dieser Studie wurde die Langform des HISQUI gewählt, die 29, 7-stufig Likert-skalierte Fragen enthält (7 = Immer, 6 = Fast immer, 5 = Häufig, 4 = Meistens, 3 = Gelegentlich, 2 = Selten, 1 = Nie). Die Zusatzkategorie N/A soll angekreuzt werden, wenn eine bestimmte Situation / Aussage nicht zutrifft, beispielsweise weil die erfragte Situation noch nie mit dem CI erlebt wurde.

Der Gesamtwert aus den ersten 29 Items liegt zwischen 29 und 203 Punkten, wobei eine größere Punktzahl einer besseren subjektiven Klangqualität entspricht. Die Punktwerte des HISQUI können in 5 Kategorien unterteilt werden (siehe Tabelle 4).

**Tabelle 4: HISQUI-Werte und zugehörige Klangqualitäts-Kategorie**

Klangqualität	sehr gut	gut	mittelmäßig	schlecht	sehr schlecht
Gesamtwert	150-203	120-150	90-120	60-90	<60

### 2.3.2.2 Nijmegen Cochlear Implantation Questionnaire (NCIQ)

Bei diesem Fragebogen handelt es sich um eine speziell für CI-Träger entwickelte Einschätzung der hörbezogenen Lebensqualität (Hinderink et al. 2000). Er erfasst in insgesamt 60 Fragen verschiedene Bereiche, die für eine zufriedenstellende Lebensführung bei CI-Trägern wichtig sind, und zielt neben der Erhebung des Hörens und der Sprachwahrnehmung auch auf psychologische und soziale Bereiche ab. Die Probanden bewerten die Aussagen auf einer 5-stufigen Skala („nie“ – „selten“ – „manchmal“ – „oft“ – „immer“ bzw. „nie“ - „schwer“ – „einigermaßen“ - „gut“ – „sehr gut“) oder können die Aussage nicht beurteilen („keine Antwort“).

Der Fragebogen kann in sechs Unterskalen unterteilt werden (siehe Tabelle 5) sowie einen Gesamtwert aus dem Durchschnitt der Unterskalen errechnen. Der Wertebereich der Unterskalen sowie des Gesamtwerts beträgt 0-100 Punkte, wobei ein hoher Punktwert einer höheren Lebensqualität entspricht. Im Gegensatz zum HISQUI wird hier nicht nach den Hörwahrnehmungen mit dem CI gefragt, sondern auf Alltagserfahrungen mit beiden Ohren (in unserer Patientengruppe CI und kontralaterales Ohr). Der Fragebogen weist gute Reliabilitäts- und Validitätswerte auf und ist veränderungssensitiv (Hinderink et al. 2000).

**Tabelle 5: Subskalen des NCIQ**

Bezeichnung	Beispiele für den erfassten Bereich
Elementare Schallwahrnehmung	Hintergrundgeräusche oder Telefonklingeln
Sprach- und Musikwahrnehmung	Sprachverstehen in Unterhaltungen mit anderen Personen, Melodieerkennen und Musikgenuss
Kontrolle der eigenen Stimme	Emotionale Färbungen in der Stimme, Variabilität
Psychosoziale Folgen	Wohlbefinden in Gesprächen mit fremden Personen, Selbstbewusstsein und Akzeptanz
Aktivitätsverhalten	Beeinträchtigung durch Hörminderung in Freizeit, Beruf oder bei formellen Erledigungen
Soziale Kontakte	Qualität der Kommunikation mit Freunden oder in Gruppen

### 2.3.2.3 Multidimensionale Selbstwertkala (MSWS)

Die multidimensionale Selbstwertkala (Schütz u. Sellin 2006) besteht aus 32 Items zur Erfassung des Selbstwerts, also der subjektiven Einstellung zur eigenen Person, dem eigenen Körper und zu den eigenen Fähigkeiten. Auf 7-stufigen Likert-Skalen (von 1 = „gar nicht“ bis 7 = „sehr“) werden verschiedene Bereiche des Selbstwertes erfasst. Die MSWS stellt ein unspezifisches veränderungssensitives Messinstrument für klinische und gesunde Stichproben dar. Neben der übergeordneten Skala „Gesamtselfwert“ (GSW) können sechs Subskalen ermittelt werden (siehe Tabelle 6). Der Gesamtwert schwankt zwischen der Punktzahl 32 und 224. Höhere Werte auf den einzelnen Skalen bedeuten höhere Selbstwertschätzungen. Zur Interpretation der Werte können die Rohwerte mithilfe von Normtabellen in T-Werte umgerechnet werden. Die Ausprägung einer Eigenschaft befindet sich im Normbereich, wenn der T-Wert einen Wert zwischen 40 und 60 annimmt.

**Tabelle 6: Subskalen des MSWS**

Bezeichnung	Beschreibung des erfassten Bereichs
Emotionale Selbstwertschätzung (ESWS)	Allgemeine Selbstakzeptanz und positive Einstellung gegenüber der eigenen Person
Soziale Selbstwertschätzung – Sicherheit im Kontakt (SWKO)	Sicherheit im Kontakt und Hemmungen im Umgang mit anderen Personen
Soziale Selbstwertschätzung – Umgang mit Kritik (SWKR)	Sorgen und Gedanken, welche Meinung andere über die eigene Person haben
Leistungsbezogene Selbstwertschätzung (LSWS)	Überzeugung, in Beruf und Alltag leistungsfähig zu sein
Selbstwertschätzung physische Attraktivität (SWPA)	Einstellung einer Person zu ihrer Attraktivität, Aussehen und dem eigenen Körper
Selbstwertschätzung Sportlichkeit (SWSP)	Einstellungen bezüglich sportlicher Fähigkeiten und der Körperkoordination

### 2.3.2.4 Fragebogen zur Musikwahrnehmung

Um Musikhörgewohnheiten, -aktivitäten und Vorlieben im Musikbereich zu erfassen, wurde in Anlehnung an den Münchner Musikfragebogen (Brockmeier et al. 2002) ein Fragebogen zur Musikwahrnehmung erhoben. Auf einer Skala von 1 bis 10 wurden die Häufigkeit des Musikhörens und der Stellenwert von Musik im Leben jeweils für den Zeitraum vor der Hörminderung, während der Hörminderung ohne CI-Versorgung und nach der der CI-Versorgung eingeschätzt. Die aktuelle Klangqualität von Musik mit dem CI wurde auf einer Skala von 1 bis 10 für die Kategorien „natürlich - unnatürlich“, „angenehm – nicht angenehm“, „deutlich – undeutlich“, „sehr blechern – nicht blechern“ und „sehr hallig – nicht hallig“ beurteilt.

### **2.3.3 Testdiagnostik zur Musik-, Sprachmelodie und Geräuschwahrnehmung**

Um die Diskriminationsfähigkeit bzgl. musikalischer Parameter und damit verbundener Bereiche zu untersuchen, wurden den Probanden verschiedene Höraufgaben gestellt. Beim Erstellen des Tests galten als Orientierung allgemeine Testverfahren zur Musikwahrnehmung und speziell für CI-Träger entwickelte Tests wie der AMICI (Spitzer et al. 2008), der MBEA (Cooper et al, 2008), der CAMP (Nimmons et al. 2008) oder der MuSIC (Brockmeier et al. 2011). Alle Untertests wurden speziell für die Studie und für CI-Träger entwickelt und werden im Folgenden einzeln beschrieben.

#### **2.3.3.1 Unterscheidung von Tonhöhen am Klavier**

##### **Tonhöhendiskrimination**

Im Untertest „Tonhöhendiskrimination“ wurden zwei Töne am Klavier unterschiedlicher Tonhöhe aufeinander folgend vorgespielt. Es sollte eingeschätzt werden, ob der zweite Ton höher oder tiefer war als der erste. Wenn die Probanden keinen Unterschied wahrnahmen, konnten sie angeben, dass die Töne für sie gleich klingen. Präsentiert wurden Intervalle von über einer Oktave bis zur kleinen Sekunde in 24 festen Aufgaben (in der Pilotstudie 12 feste Aufgaben). Die Aufgaben befanden sich zu gleichen Teilen in einer mittleren Tonlage (c1 bis f2), einer hohen Tonlage (g2 bis h3) und einer tiefen Tonlage (C bis h). In jeder Tonlage wurden je eine Aufgabe mit einem Intervall größer als eine Oktave, einer Sexte oder Septime, einer Quinte, einer Quarte, einer großen und kleinen Terz und einer großen und kleinen Sekunde gestellt. Es wurden jeweils gleich viele Aufgaben mit absteigenden und ansteigenden Intervallen gestellt. Die Punktezahl ergab sich aus der Anzahl der richtig gelösten Aufgaben.

##### **Tonhöhe adaptiv**

Um eine Einschätzung zu erlangen, welche Intervallgrößen von den Probanden unterschieden werden konnten, wurde der Untertest „Tonhöhe adaptiv“ entwickelt. Zu folgenden Intervallen wurden in jeder der im Untertest „Tonhöhendiskrimination“ verwendeten Tonlagen (tief: C bis h; mittel: c1 bis f2; hoch: g2 bis h3) „adaptive“ Aufgaben gestellt: große None (14 Halbtöne), große Septime (11 Halbtöne), große Sexte (9 Halbtöne), Quinte (7 Halbtöne), Quarte (5 Halbtöne), große (4 Halbtöne) und kleine (3 Halbtöne) Terz, große (2 Halbtöne) und kleine (1 Halbton) Sekunde. Begonnen wurde mit dem größten Intervall. Bei zwei richtigen Antworten wurden Aufgaben des nächst kleineren Intervalls gestellt. Wenn bei insgesamt sechs Aufgaben eines Intervalls nur die Ratewahrscheinlichkeit oder weniger erreicht wurde, wurde dieses Intervall als nicht gelöst betrachtet und die Aufgaben in kleineren Intervallen

nicht weiter fortgeführt. Es wurden jeweils gleich viele Aufgaben mit absteigenden und ansteigenden Intervallen gestellt. Als Ergebnis galt das kleinste Intervall angegeben in Halbtönen, bei dem der Proband mehr als die Hälfte der gestellten Aufgaben richtig beantwortet hatte.

### *2.3.3.2 Melodieerkennung*

Beim Untertest „Melodieerkennung“ sollten bekannte Melodien von Volks- und Kinderliedern, die ohne Text einstimmig auf dem Klavier live gespielt wurden, von den Probanden richtig benannt werden. Die Tonlage umfasste den Bereich von g bis d<sup>2</sup>. Sechs Lieder wurden zunächst als reine Tonfolge ohne rhythmische Elemente (d.h. alle Töne gleich lang gespielt) präsentiert und erst in einem zweiten Durchgang im liedeigenen Rhythmus wiedergegeben. Als erkannt wurde gewertet, wenn die Person den Namen des Liedes benannte oder die Melodie frei nachsummen konnte. Vor Beginn der Aufgaben wurde den Probanden eine Liste mit Titeln von Liedern gezeigt, die möglicherweise gespielt würden. Wenn Lieder nicht bekannt waren, konnten die Probanden dies im Vorhinein angeben, so dass ggf. die Auswahl der Lieder angepasst wurde. Es zeigte sich jedoch, dass bis auf wenige Ausnahmen alle Lieder zumindest grob bekannt waren und eine feste Liederpräsentation gewährleistet werden konnte. Abhängige Variablen waren die Anzahl richtig erkannter Lieder ohne rhythmische Elemente und die Anzahl richtig erkannter Lieder insgesamt, d.h. nach beiden Durchgängen.

### *2.3.3.3 Klangfarbenerkennung*

Im Untertest „Klangfarbenerkennung“ wurden acht Musikstücke über Lautsprecher präsentiert. Die Musikstücke wurden entweder von einem einzelnen, von mehreren Instrumenten einer Kategorie oder einem Soloinstrument mit Begleitung anderer Instrumente dargeboten. Aufgabe war es zu erkennen, um welches Instrument bzw. um welche Instrumentengruppe es sich beim Hauptinstrument handelte (Kategorien: Streichinstrument, Holzblasinstrument, Blechblasinstrument, Tasteninstrument, Schlaginstrument, Zupfinstrument). Verwechslungen innerhalb einer Instrumentalgruppe wie zum Beispiel Posaune anstatt Trompete wurden nicht als Fehler gewertet. Ausgewertet wurde die Anzahl richtig erkannter Musikinstrumente.

### *2.3.3.4 Stimmlagenerkennung*

Jeweils sechs kurze Ausschnitte einer Sprechstimme wurden im Untertest „Stimmlagenerkennung“ über PC und Lautsprecher dargeboten. Die Beispiele waren je zwei Frauen-, Männer- und Kinderstimmen mit nicht deutschsprachigen Inhalten, die

etwa fünf Sekunden dauerten. Aufgabe war es zu erkennen, ob es sich bei den Stimmen um einen Mann, eine Frau oder ein Kind handelte. Die Probanden wurden aufgefordert, möglichst rasch und ohne zu überlegen zu antworten. Als abhängige Variable wurde die Anzahl der richtig erkannten Aufgaben erfasst.

#### 2.3.3.5 Tests zur Sprachmelodie

Die Aufgaben zur Sprachmelodie wurden interaktiv zwischen Versuchsleiter und Proband durchgeführt.

##### Prosodieerkennung

Bei der Prosodieerkennung formulierte der Versuchsleiter einfache kurze Aussagesätze (Subjekt – Verb – Objekt/Adverb z.B. „Die Wiese ist grün.“) je drei Mal als Aussage oder als Frage durch Variation der Intonation der letzten Silbe. Die Probanden sollten möglichst rasch und ohne zu überlegen antworten, ob die Aussage eher als Frage oder als Aussage gemeint war. Ausgewertet wurde die Anzahl richtig erkannter Aufgaben.

##### Prosodieproduktion

Bei der Prosodieproduktion sollten die Probanden einen der zuvor dargebotenen Sätze übernehmen und selbst aktiv in verschiedenen emotionalen Zuständen durch Variation der Intonation ausdrücken. Von einem Kartenstapel mit gemischten 24 Karten wurde jeweils die oben aufliegende Karte vom Proband gezogen. Der Kartenstapel bestand aus je sechs auf der Rückseite mit den Emotionen „traurig“, „fröhlich“, „wütend“ oder „ängstlich“ beschriebenen Karten. Der Proband sollte den Satz in der angegebenen Emotion wiedergeben. Die Aufgabe des Versuchsleiters bestand darin, die auf der Karte notierte Emotion zu erkennen. Dieses Vorgehen wurde insgesamt sechs Mal wiederholt. Ausgewertet wurde die Anzahl erkennbar intonierter Aussagen.

#### 2.3.3.6 Geräuscherkennung

Im Untertest zur Geräuscherkennung sollte die Fähigkeit, Alltagsgeräusche wahrzunehmen und einordnen zu können, erfasst werden. Es wurden sechs Geräusche aus einer internationalen Datenbank (Bradley u. Lang 2007) über Lautsprecher für jeweils etwa fünf Sekunden dargeboten. Diese sollten von den Probanden möglichst genau den bekannten Alltagsgeräuschen zugeordnet werden. Als abhängige Variable wurde die Anzahl richtig erkannter Geräusche verwendet.

### **2.3.4 Durchführung der Diagnostik**

Die Fragebögen wurden den Probanden vom Versuchsleiter übergeben, der für Rückfragen während des Ausfüllens der Fragen für die Probanden zur Verfügung stand.

Die Hörwahrnehmung in den Tests wurde bei den CI-Trägern in bilateraler und unilateraler Aufgabenpräsentation erfasst. In bilateraler Bedingung wurden die Aufgaben beiden Ohren präsentiert, unabhängig vom Restgehör des kontralateralen Ohres. Wenn im Alltag ein Hörgerät getragen wurde, sollte dies in der bilateralen Bedingung getragen werden. Die Leistung entspricht demnach der Hörleistung der CI-Träger im Alltag. In unilateraler Bedingung wurde das kontralaterale, nicht implantierte Ohr vertäuscht durch Ausschalten des Hörgeräts (falls vorhanden), Tragen von Ohrstöpseln und Implementierung eines einseitigen Rauschens durch Kopfhörer, um das Resthören zu minimieren. Ausnahme bildete der Untertest Prosodieproduktion, der nur in einseitiger Bedingung durchgeführt wurde.

Für jeden Untertest existierten zwei Versionen A und B, die sich in der Auswahl der einzelnen Items unterschieden. Eine Version bearbeitete der CI-Träger in unilateraler, die andere Version in bilateraler Bedingung. In der Tonhöhendiskrimination und in der Tonhöhe adaptiv wurden die gleichen Intervalle je Tonlage, jedoch andere Töne verwendet. Die Prosodieerkennung wurde je nach Testversion mit einem anderen Satz durchgeführt. Bei der Auswahl der Items wurde versucht, je Item ein ähnliches Item in der Parallelversion zu finden. Die beiden Versionen A und B wurden auf die uni- und bilaterale Bedingung bei den CI-Trägern abwechselnd aufgeteilt, um Effekte unterschiedlicher Aufgabenschwierigkeiten zu eliminieren. Es wurde darauf geachtet, dass in der Therapie- und der Wartegruppe jeweils Version A und B auf die bi- und unilaterale Bedingung gleichverteilt war. Die Probanden der Kontrollgruppe wurden abwechselnd mit Version A oder B getestet.

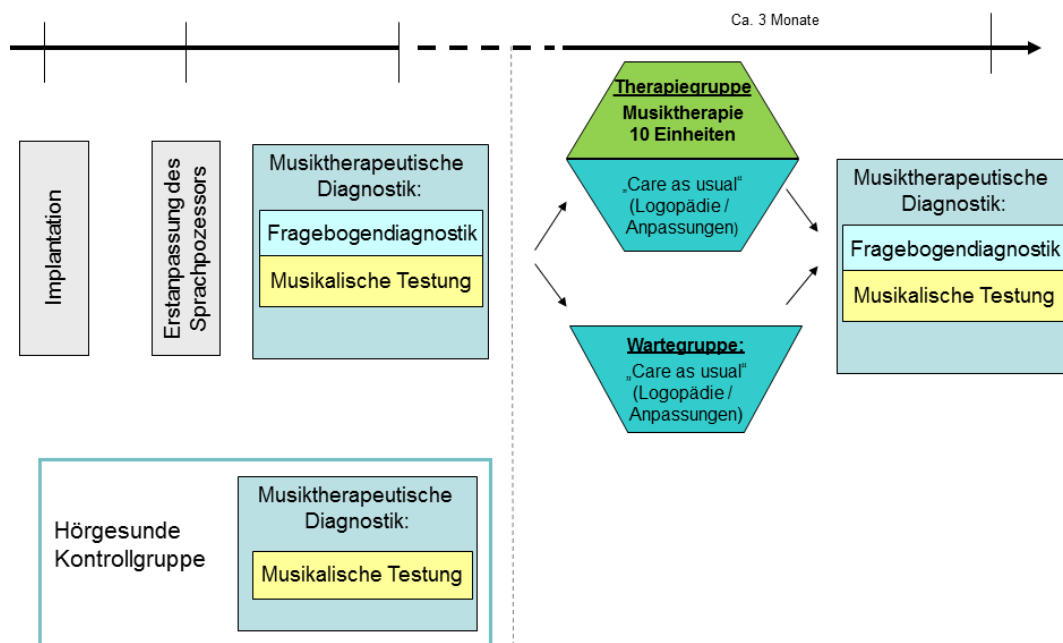
## **2.4 Versuchsablauf**

### **2.4.1 Studiendesign**

Die Hauptstudie war als quasi-experimentelle Studie mit zwei 2-fach gestuften unabhängigen Variablen konzipiert: Gruppenzugehörigkeit (Therapie- bzw. Wartegruppe) und Verlauf über zwei Testzeitpunkte innerhalb der Gruppe der CI-Träger. Um eine Vergleichsleistung zu erfassen, wurden die entwickelten Tests mit einer hörgesunden Kontrollgruppe einmalig durchgeführt. Nach dem ersten Diagnostiktermin wurde innerhalb der CI-Träger eine nicht-randomisierte Zuteilung in Therapie- und Wartegruppe vorgenommen. Die Therapiegruppe erhielt neben der Regelversorgung (technische Versorgung, Hörtraining und Audiotherapie) die

musiktherapeutischen Einheiten, während die Wartegruppe lediglich die Regelversorgung absolvierte und die Musiktherapien erst nach Beendigung der Datenerhebung stattfanden. In der untenstehenden Graphik 1 ist der grundlegende Ablaufplan der Studie aufgezeichnet.

In der Pilotstudie wurden keine hörgesunde Kontrollgruppe und keine Wartegruppe untersucht.



**Abbildung 1: Studiendesign der Hauptstudie**

## 2.4.2 Durchführung der Studie

### 2.4.2.1 Rahmenbedingungen

Bei den CI-Trägern wurden beim persönlichen oder telefonischen Erstkontakt die Ein- und Ausschlusskriterien (siehe Tabelle 1) erhoben und ausführlich über Inhalte und Ablauf der Studie informiert. Nach dem Einverständnis zur Teilnahme an der Studie beim ersten Diagnostiktermin folgte ein weiteres Aufnahmegespräch, um Unsicherheiten und fehlende Angaben insbesondere zur Hörbiographie zu klären. Auch war es erforderlich, ein aktuelles Tonaudiogramm und das Tonaudiogramm von vor der CI-Operation vorzulegen.



#### 2.4.2.2 Pilotstudie

Die Datenerhebung der Pilotstudie fand im Zeitraum von Februar 2012 bis Mai 2013 statt. Die Patientenakquise erfolgte durch die CI-Ambulanz des Deutschen Zentrums für Musiktherapieforschung (DZM e.V.) in Zusammenarbeit mit der HNO-Universitätsklinik Heidelberg. Die beiden Diagnostiktermine sowie die Musiktherapien wurden am Deutschen Zentrum für Musiktherapieforschung (DZM e.V.) durchgeführt.

#### 2.4.2.2 Hauptstudie

Die Datenerhebung für die Hauptstudie fand im Zeitraum von Januar 2014 bis Juli 2016 statt. Die teilnehmenden CI-Träger wurden durch die CI-Ambulanz des Deutschen Zentrums für Musiktherapieforschung (DZM e.V.) über die HNO-Universitätsklinik Heidelberg sowie über Pressemitteilungen, Kontaktaufnahme mit CI-Zentren und Kliniken (u.a. CCIC Tübingen, IFC Freiburg), Veröffentlichungen und Studienaufrufe in der Zeitschrift „Schnecke“ sowie im Internetportal „Schnecke-Online“ rekrutiert. Insgesamt wurde mit 68 CI-Trägern Kontakt aufgenommen, wovon 10 die Einschlusskriterien nicht erfüllten und 24 sich gegen eine Teilnahme an der Studie nach ausführlicher Information entschieden. Vier weitere Teilnehmer vollendeten die Studie aufgrund von Aufnahme in stationäre Rehabilitation, längerer Krankheits- oder Fehlzeiten nicht, weshalb die Daten nicht in die Analyse miteingeschlossen wurden. Die beiden Diagnostiktermine sowie die Musiktherapien wurden am Deutschen Zentrum für Musiktherapieforschung (DZM e.V.) durchgeführt.

### 2.5 Statistische Auswertung

Die statistischen Analysen wurden mithilfe des Programms IBM SPSS Statistics Version 23 durchgeführt. Einzelne Berechnungen erfolgten über das Programm Microsoft Excel 2010. Für die inferenzstatistischen Auswertungen wurde ein Signifikanzniveau von  $p < .05$  gewählt. Ergebnisse mit  $p < .10$  wurden als tendenziell betrachtet. Das Studiendesign erforderte sowohl Vergleiche zwischen Gruppen als auch innerhalb einer Gruppe bei Messwiederholung.

Nominal skalierte Parameter wurden mithilfe des Chi-Quadrat-Tests hinsichtlich der Merkmalsausprägungen in verschiedenen Gruppen verglichen.

Für Vergleiche der zentralen Tendenz wurden t-Tests für unabhängige und abhängige Stichproben sowie eine Varianzanalyse mit Messwiederholung durchgeführt. Für die Parameter der verwendeten Testverfahren wurde vorausgesetzt, dass die Skalen die jeweiligen Merkmale annähernd metrisch messen. Der t-Test reagiert auf mögliche Voraussetzungen der Varianzhomogenität und der Normalverteilung in der Grundgesamtheit (für t-Tests bei unabhängigen Stichproben)

sowie auf die Forderung von normalverteilten Differenzen in der Grundgesamtheit (für t-Tests für abhängige Stichproben) robust, insbesondere bei ausreichend und gleich großen Stichproben. Der F-Test bei Varianzanalysen gilt gegenüber den Voraussetzungen von normalverteilten Fehlerkomponenten und homogenen Fehlervarianzen in der Grundgesamtheit bei gleich großen Stichproben mit  $n > 10$  als sehr robust. Die Voraussetzung der Varianzanalyse mit Messwiederholung von homogenen Korrelationen zwischen den Faktorstufen, deren Verletzung progressive Entscheidungen nach sich ziehen kann, entfällt bei nur zwei Messzeitpunkten (Bortz 1999). Aus den genannten Gründen wurde sich für die gängigen Verfahren zur Überprüfung der zentralen Tendenz entschieden. Zusätzlich zu den Tests der zentralen Tendenz auf statistische Signifikanz wurden Effektgrößen bei abhängigen Stichproben bestimmt, um ein von der Stichprobengröße unabhängiges Maß zu berechnen (Cohen 1988). Sie wurden nach den Formeln für abhängige Stichproben bestimmt (Bortz u. Döring 2006). Die Effektgrößen dienten der besseren Einschätzung der Größe von Veränderungen in den Parametern über die Zeit, wobei sich die Bewertung der Stärke nach den Vorgaben von Cohen (1988) richtete.

Als Zusammenhangsmaß wurden Spearman-Rangkorrelationen verwendet. Die inferenzstatistische Absicherung von Zusammenhangsmaßen erfordert eine bivariate Normalverteilung der Merkmale in der Grundgesamtheit. Die Analyse wurde trotz einer möglichen Verletzung der Voraussetzung berechnet, da laut Havlicek und Peterson (1977, zitiert nach Bortz 1999) der Signifikanztest äußerst robust gegenüber möglichen Verletzungen der Verteilungsvoraussetzungen und des Skalenniveaus reagiert.

Aufgrund der a priori formulierten Hypothesen, des explorativen Ansatzes der Studie und der verhältnismäßig geringen Anzahl statistischer Tests wurde auf Adjustierungen des Signifikanzniveaus verzichtet.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Personencharakteristika

##### 3.1.1 CI-Träger der Pilotstudie

An der Pilotstudie nahmen 12 einseitig implantierte, postlingual ertaubte CI-Träger teil (sechs Frauen und sechs Männer). Das durchschnittliche Alter betrug 54 Jahre (SD = 15; Spannweite 20 bis 72 Jahre). Zum Zeitpunkt der Studie waren die CI-Träger seit durchschnittlich 21 Jahren ertaubt (SD = 14; Spannweite 2,5 bis 45 Jahre). Acht CI-Träger waren mit einem MED-EL Concerto (Sprachprozessor Opus2) und vier CI-Träger mit einem Cochlear CI422 (Sprachprozessor CP810) versorgt. Der erste Diagnostiktermin fand durchschnittlich 41 Tage (SD = 15) nach der Erstanpassung statt und zwischen der Diagnostik vor und nach der Musiktherapie lagen im Durchschnitt 134 Tage (SD = 51). Eine genaue Übersicht über die Patienten findet sich im Anhang.

##### 3.1.2 CI-Träger der Hauptstudie

Es nahmen 17 weibliche und 13 männliche CI-Träger im Alter zwischen 34 und 71 Jahren an der Studie teil. Die diagnostische Erhebung fand durchschnittlich 112 Tage (SD = 117) nach der Erstanpassung des Sprachprozessors statt. In Tabelle 7 wird die Gruppe der CI-Träger genauer beschrieben. Im Anhang findet sich ein Überblick der einzelnen CI-Träger mit Angaben zur Ertaubung und CI-bezogenen Charakteristika.

**Tabelle 7: Überblick über die Charakteristika der CI-Träger**

Geschlecht Anzahl Männer/Frauen	13/17
Alter (in Jahren) (MW [SD])	54.6 (8.6)
Ertaubungsdauer (in Jahren) (MW [SD])	8.2 (11.7)
Hörverlust (HV) des kontralateralen Ohres	30% der CI-Träger: Normakusis (HV < 20%) 36.7% der CI-Träger: HV von 20% bis 80% 33.3 % der CI-Träger: HV größer als 80%
Hörgeräteversorgung kontralateral	Bei 63.3% der CI-Träger

##### 3.1.3 Vergleich von Therapie- und Wartegruppe bei den CI-Trägern

Therapie- und Wartegruppe unterschieden sich signifikant hinsichtlich der Ertaubungsdauer und tendenziell hinsichtlich des kontralateralen Hörvermögens. Tabelle 8 gibt einen Überblick über wesentliche Kennzeichen der CI-Träger, aufgeteilt in die Therapie- und Wartegruppe.

**Tabelle 8: Demographische und hörbiographische Charakteristika der Therapie- und Wartegruppe und Statistik zur Überprüfung von Unterschieden**

	Therapiegruppe	Wartegruppe	Statistik	p-Wert
Geschlecht (männlich/weiblich)	10/5	7/8	$\chi^2 = 1.22$	$p = .27$
Alter in Jahren (MW [SD])	55.9 (10.2)	53.3 (6.7)	$t = 0.85$	$p = .41$
CI-Seite (rechts/links)	5/10	9/6	$\chi^2 = 2.14$	$p = .14$
Ertaubungsdauer in Jahren (MW [SD])	12.4 ( 14.9)	3.9 (4.7)	$t = 2.12$	$p = .04$
Hörverlust kontralateral in Prozent (MW [SD])	35.5% (32.5%)	61.9% (41.9%)	$t = -1.93$	$p = .06$
Zeit Erstanpassung – Diagnostik 1 in Tagen (MW [SD])	88.9 (129)	135 (101)	$t = -1.10$	$p = .28$
Zeit Diagnostik 1 – Diagnostik 2 in Tagen (MW [SD])	118 (24.5)	111 (27.3)	$t = 0.72$	$p = .48$
Anteil der Personen, die ein Instrument erlernt haben	40%	40%		
Häufigkeit Musikhören vor Eintritt der Hörminderung (Skala 1-10) (MW [SD])	8.2 (2.2)	8.6 (1.6)	$t = -0.55$	$p = .57$
Rolle von Musik vor Eintritt der Hörminderung (Skala 1-10) (MW [SD])	8.2 (2.1)	8.6 (1.6)	$t = -0.55$	$p = .57$
Häufigkeit Musikhören nach der Therapie/Wartezeit (Skala 1-10) (MW [SD])	7.5 (2.7)	6.6 (2.8)	$t = 1.20$	$p = .24$
Rolle von Musik nach der Therapie/Wartezeit (Skala 1-10) (MW [SD])	7.1 (2.8)	7.1 (2.7)	$t = 0.06$	$p = .95$

### 3.1.4 Normalhörende Kontrollgruppe

An der Studie nahmen 55 normalhörende Probanden, darunter 29 Männer und 26 Frauen im Alter von 19 bis 76 Jahren, teil. Das durchschnittliche Alter betrug 51 Jahre (SD = 11.5). Die normalhörende Gruppe unterschied sich von den CI-Trägern in Alter ( $t = -1.49$ ;  $p = .14$ ) und Geschlechtsverteilung ( $\chi^2 = 0.69$ ;  $p = .41$ ) nicht signifikant.

## 3.2 Ergebnisse der Pilotstudie

### 3.2.1 Psychologische Fragebögen

Zu Beginn der Therapie schätzten die CI-Träger die Klangqualität beim Hören mit dem CI durchschnittlich als „schlecht“ ein. Zum Ende der Musiktherapie erreichten die CI-Träger mit dem CI eine signifikante Steigerung im Fragebogenwert auf eine „gute Klangqualität“. Der Gesamtwert des MSWS stieg über die Therapiezeit signifikant an, was einem Zuwachs in der Einschätzung des Selbstwertes entspricht (siehe Tabelle 9).

**Tabelle 9: Durchschnittliche Punktezahlin den erhobenen Fragebögen vor (prä) und nach (post) der Therapie; T-Tests für abhängige Stichproben**

	MW (SD) prä	MW (SD) post	T-Wert	p-Wert
HISQUI	77.3 (35.2)	123.1 (40.4)	$t = -6.24$	$p < .001$
MSWS	158 (23.4)	166 (23.6)	$t = -2.31$	$p < .04$

### 3.2.2 Musikalische Tests

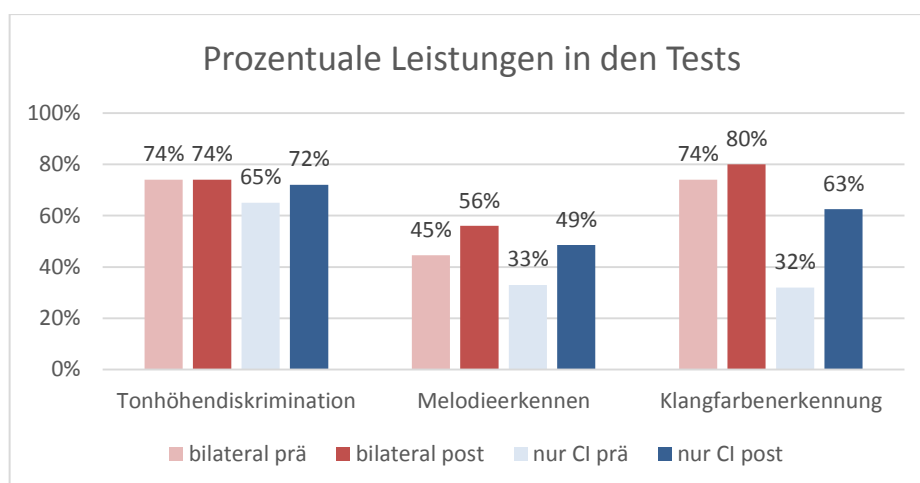
In unilateraler Präsentation zeigte sich in der Tonhöhendiskrimination nach der Therapie eine nicht signifikante Verbesserung der Leistung.

Im Melodieerkennen steigerte sich in beiden Bedingungen die Leistung im Hören von vor zu nach der Therapie, jeweils statistisch nicht signifikant.

In der Klangfarbenerkennung lag die Leistung in der unilateralen Darbietung, also nur mit CI, zu beiden Testzeitpunkten signifikant unter der Leistung im bilateralen Hören. Es war eine deutliche, statistisch signifikante Verbesserung der Differenzierfähigkeit in unilateraler Darbietung von vor zu nach der Therapie zu erkennen, die Verbesserung in bilateraler Bedingung war nicht signifikant (siehe Tabelle 10). Abbildung 2 veranschaulicht die Testergebnisse der CI-Träger.

**Tabelle 10: Durchschnittliche Anzahl richtig gelöster Aufgaben in der musikalischen Testdiagnostik vor (prä) und nach (post) der Therapie; T-Tests für abhängige Stichproben**

		prä	post	T-Wert	p-Wert
Tonhöhen- diskrimination (12 Aufgaben)	Anzahl Richtige zweiseitig (MW [SD])	8.92 (2.31)	8.92 (2.64)	t = 0.00	p = .99
	Anzahl Richtige einseitig (MW [SD])	7.83 (2.76)	8.67 (3.50)	t = -1.31	p = .22
	T-Wert	t = 1.42	t = 0.38		
	p-Wert	p = .18	p = .71		
Melodieerkennung (6 Aufgaben)	Anzahl Richtige zweiseitig (MW [SD])	2.67 (2.15)	3.36 (1.91)	t = -2.17	p = .05
	Anzahl Richtige einseitig (MW [SD])	2.0 (2.09)	2.91 (2.02)	t = -1.56	p = .15
	T-Wert	t = 1.20	t = 1.34		
	p-Wert	p = .26	p = .21		
Klangfarbenerkennung (8 Aufgaben)	Anzahl Richtige zweiseitig (MW [SD])	5.92 (1.73)	6.42 (1.38)	t = -1.59	p = .14
	Anzahl Richtige einseitig (MW [SD])	2.58 (2.15)	5.00 (1.54)	t = -2.88	p = .02
	T-Wert	t = 4.37	t = 4.93		
	p-Wert	p = .001	p < .001		



**Abbildung 2: Durchschnittliche Ergebnisse in den musikalischen Tests der Pilotstudie in bilateraler und unilateraler (nur CI) Aufgabenbearbeitung vor (prä) und nach (post) der Musiktherapie**

### 3.3 Ergebnisse der Hauptstudie zum ersten Testzeitpunkt

#### 3.3.1 Musik- und Prosodiewahrnehmung der CI-Träger und der normalhörenden Kontrollgruppe

##### 3.3.1.1 Tonhöhendiskrimination

Signifikante Unterschiede zwischen den CI-Trägern und der Kontrollgruppe ergaben sich in allen Untertests, wenn die CI-Träger die Aufgaben nur mit dem CI-Ohr bearbeiteten. In bilateraler Präsentation waren die Unterschiede nicht signifikant. Innerhalb der CI-Träger waren die Unterschiede zwischen bilateraler Aufgabenbearbeitung und Bearbeitung nur mit dem CI in allen Untertests signifikant. In Tabelle 11 sind die genauen Ergebnisse in den Aufgaben zur Tonhöhendiskrimination sowie die berechnete Statistik aufgeführt.

**Tabelle 11: Tonhöhendiskrimination bei CI-Trägern und Kontrollgruppe**

	CI-Träger (MW[SD])	Kontrollgruppe (MW[SD])	T-Wert	p-Wert	
<b>Tonhöhendiskrimination (Anzahl Richtige Aufgaben)</b>	zweiseitig	20.2 (3.33)	21.2 (3.09)	t = 1.33	p = .19
	einseitig	15.4 (5.17)		t = 5.54	p < .001
	T-Wert	t = 5.40			
	p-Wert	p < .001			
<b>Tonhöhendiskrimination adaptiv: tiefe Lage (in Halbtönen)</b>	zweiseitig	2.70 (3.10)	1.82 (1.52)	t = -1.47	p = .15
	einseitig	7.33 (5.59)		t = -5.30	p < .001
	T-Wert	t = -4.92			
	p-Wert	p < .001			
<b>Tonhöhendiskrimination adaptiv: mittlere Lage (in Halbtönen)</b>	zweiseitig	2.97 (2.39)	2.16 (2.11)	t = -1.55	p = .13
	einseitig	7.13 (5.11)		t = -5.10	p < .001
	T-Wert	t = -4.29			
	p-Wert	p < .001			
<b>Tonhöhendiskrimination adaptiv: hohe Lage (in Halbtönen)</b>	zweiseitig	3.60 (3.58)	2.82 (3.60)	t = -0.96	p = .34
	einseitig	6.60 (5.10)		t = -3.60	p = .001
	T-Wert	t = -3.33			
	p-Wert	p = .002			

Bei den CI-Trägern ergaben sich keine signifikanten oder tendenziellen Unterschiede zwischen der Größe der noch unterscheidbaren Intervalle in Abhängigkeit von der Tonlage. In der Kontrollgruppe schien die Tonhöhendiskrimination in der hohen Tonlage am schwierigsten zu sein: Es zeigte sich ein signifikanter Unterschied im Vergleich zur tiefen Tonlage ( $t = 2.18$ ;  $p = .03$ ) und ein tendenzieller Unterschied im Vergleich zur mittleren Tonlage ( $t = 1.77$ ;  $p = .08$ ).

### 3.3.1.2 Melodieerkennung

In der Melodieerkennung zeigte sich bei den CI-Trägern ein signifikanter Unterschied zwischen bilateraler und unilateraler Aufgabenbearbeitung. Im Vergleich zu den Normalhörenden war die Leistung in der Präsentation der Aufgaben nur am CI-Ohr signifikant, in bilateraler Präsentation tendenziell beeinträchtigt (siehe Tabelle 12).

**Tabelle 12: Melodieerkennung ohne und mit rhythmischen Elementen bei CI-Trägern und Kontrollgruppe**

	CI-Träger (MW[SD])		Kontrollgruppe (MW[SD])	T-Wert	p-Wert
<b>Melodieerkennen ohne Rhythmus (Anzahl Richtige)</b>	zweiseitig	3.70 (1.51)	4.35 (1.32)	t = 1.96	p = .06
	einseitig	2.03 (1.90)		t = 5.92	p < .001
	T-Wert	t = 4.12			
	p-Wert	p < .001			
<b>Melodieerkennung gesamt (Anzahl Richtige)</b>	zweiseitig	5.53 (0.94)	5.87 (0.39)	t = 1.90	p = .07
	einseitig	4.00 (2.10)		t = 4.84	p < .001
	T-Wert	t = 4.63			
	p-Wert	p < .001			

Sowohl bei CI-Trägern in beiden Bedingungen als auch bei der Kontrollgruppe ist die Aufgabenbearbeitung mit Rhythmus leichter als ohne rhythmische Elemente (CI bilateral: t = -9.85; p < .001; unilateral: t = -8.46; p < .001; KG: t = -9.32; p < .001).

### 3.3.1.3 Klangfarbenerkennung

In der Klangfarbenerkennung fand sich bei den CI-Trägern ein signifikanter Unterschied zwischen bilateraler und unilateraler Aufgabenbearbeitung. Im Vergleich zu den Normalhörenden war die Leistung der CI-Träger in beiden Bedingungen signifikant beeinträchtigt (siehe Tabelle 13).

**Tabelle 13: Klangfarbenerkennung bei CI-Trägern und Kontrollgruppe**

	CI-Träger (MW[SD])		Kontrollgruppe (MW[SD])	T-Wert	p-Wert
<b>Klangfarben- erkennung (Anzahl Richtige)</b>	zweiseitig	6.83 (1.23)	7.42 (0.63)	t = 2.43	p = .02
	einseitig	2.93 (1.95)		t = 12.3	p < .001
	T-Wert	t = 9.43			
	p-Wert	p < .001			

### 3.3.1.4 Stimmlagenerkennung

In der Stimmlagenerkennung zeigte sich bei den CI-Trägern ein signifikanter Unterschied zwischen bilateraler und unilateraler Aufgabenbearbeitung. Im Vergleich zu den Normalhörenden war die Leistung der CI-Träger in beiden Bedingungen signifikant beeinträchtigt (siehe Tabelle 14).

**Tabelle 14: Stimmlagenerkennung bei CI-Trägern und Kontrollgruppe**

	CI-Träger (MW[SD])		Kontrollgruppe (MW[SD])	T-Wert	p-Wert
<b>Stimmlagen- erkennung (Anzahl Richtige)</b>	zweiseitig	5.03 (1.07)	5.56 (0.57)	t = 2.53	p = .015
	einseitig	3.50 (1.68)		t = 6.60	p < .001
	T-Wert	t = 4.68			
	p-Wert	p < .001			

### 3.3.1.5 Prosodieerkennung und -produktion

In der Prosodieerkennung war der Unterschied zwischen bilateraler und unilateraler Aufgabenbearbeitung bei den CI-Trägern signifikant. Im Vergleich zu den Normalhörenden war die Leistung der CI-Träger in der Prosodieerkennung in beiden Bedingungen signifikant beeinträchtigt, in der Prosodieproduktion war der Unterschied zu den Normalhörenden nicht signifikant (siehe Tabelle 15).

**Tabelle 15: Prosodieerkennung und -produktion bei CI-Trägern und Kontrollgruppe**

	CI-Träger (MW[SD])		Kontrollgruppe (MW[SD])	T-Wert	p-Wert
<b>Prosodieerkennung (Anzahl Richtige)</b>	zweiseitig	5.30 (0.92)	5.75 (0.48)	t = 2.49	p = .017
	einseitig	4.40 (1.75)		t = 4.12	p < .001
	T-Wert	t = 2.56			
	p-Wert	p = .006			
<b>Prosodieproduktion (Anzahl Richtige)</b>	5.43 (0.50)	5.29 (0.90)	t = -0.94	p = 0.35	

### 3.3.1.6 Geräuscherkennung

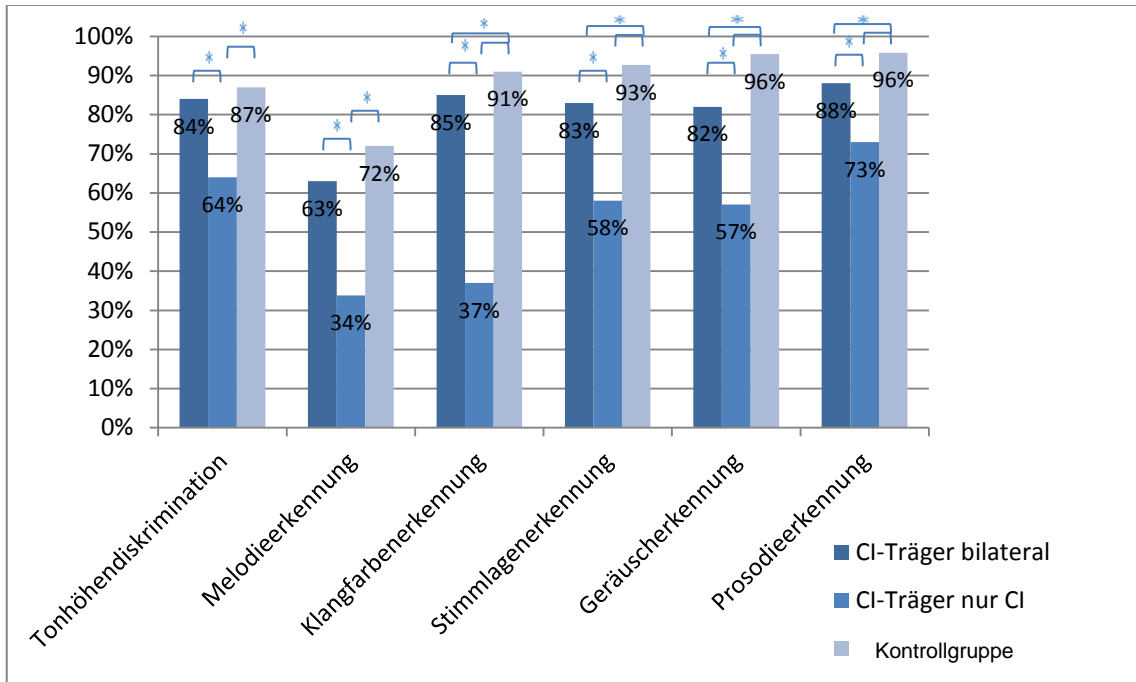
In der Geräuscherkennung zeigte sich bei den CI-Trägern ein signifikanter Unterschied zwischen bilateraler und unilateraler Aufgabenbearbeitung. Im Vergleich zu den Normalhörenden war die Leistung der CI-Träger in beiden Bedingungen signifikant beeinträchtigt (siehe Tabelle 16).

**Tabelle 16: Geräuscherkennung bei CI-Trägern und Kontrollgruppe**

	CI-Träger (MW[SD])		Kontrollgruppe (MW[SD])	T-Wert	p-Wert
<b>Geräuscherkennung Anzahl Richtige</b>	zweiseitig	4.90 (1.58)	5.73 (0.53)	t = 2.78	p = .009
	einseitig	3.43 (1.68)		t = 7.31	p < .001
	T-Wert	t = 3.99			
	p-Wert	p < .001			

Die Abbildung 3 veranschaulicht die Diskriminationsfähigkeit der CI-Träger in den erhobenen Testverfahren bei bilateraler und unilateraler (nur CI) Aufgabenbearbeitung im Vergleich zu Normalhörenden.

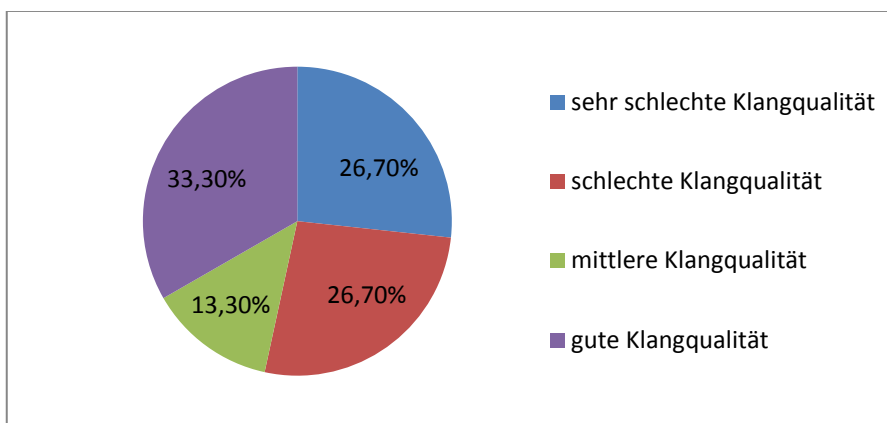




**Abbildung 3: Durchschnittliche Testergebnisse in Prozent richtig beantworteter Aufgaben der CI-Träger und der Normalhörenden**

### 3.3.2 Subjektive Klangqualität mit dem CI, hörbezogene Lebensqualität und Selbstwerteinschätzung der CI-Träger

Um die subjektive Klangqualität zu erfassen, wurde ein Fragebogen zur Erfassung des Klangerlebens im Alltag erhoben (HISQUI). Der durchschnittliche Wert betrug 88,6 (SD = 43,1), was im Bereich einer schlechten Klangqualität liegt. In Abbildung 4 ist die prozentuale Verteilung der CI-Träger in die Kategorien des HISQUI angezeigt.



**Abbildung 4: Prozentuale Verteilung der subjektiven Klangqualitäts-Kategorien im HISQUI bei den CI-Trägern**

Die Werte der hörbezogenen Lebensqualität, die durch den Fragebogen NCIQ erfasst wurde, sind in Tabelle 17 dargestellt. Die drei Skalen zur Einschätzung der eigenen psychosozialen Fähigkeiten und Aktivitäten liegen im Vergleich zu den wahrnehmungsbezogenen Skalen niedriger.

**Tabelle 17: Prozentuale Werte auf den Skalen des NCIQ der CI-Träger**

	Elementare Schallwahrnehmung	Sprach- und Musikwahrnehmung	Kontrolle der eigenen Stimme	Psychosoziale Folgen	Aktivitätsverhalten	Soziale Kontakte	Gesamtwert
<b>MW</b>	74.2%	86.1%	73.5%	61.7%	65.3%	67.5%	71.4%
<b>SD</b>	13.6%	15.4%	15.3%	14.7%	16.8%	17.3%	12.9%

Im Fragebogen zur multidimensionalen Selbstwertschätzung (MSWS) wurden verschiedene Bereiche des Selbstwerts erfasst. In Tabelle 18 sind die in der Normtabelle des Fragebogens angegebenen T-Werte abgetragen. Am geringsten fiel die Einschätzung des leistungsbezogenen Selbstwerts aus.

**Tabelle 18: T-Werte auf den Skalen der multidimensionalen Selbstwertschätzung der CI-Träger**

	Mittelwert (Standardabweichung)
Emotionaler Selbstwert	52.1 (10.80)
Offenheit im Kontakt	51.7 (9.77)
Umgang mit Kritik	52.3 (9.33)
Leistungsbezogener Selbstwert	48.1 (9.85)
Physische Attraktivität	51.7 (9.21)
Sportlichkeit	50.3 (10.8)
Allgemeiner Selbstwert	50.8 (9.43)
Körperbezogener Selbstwert	51.2 (10.6)
Gesamtwert	51.0 (10.3)

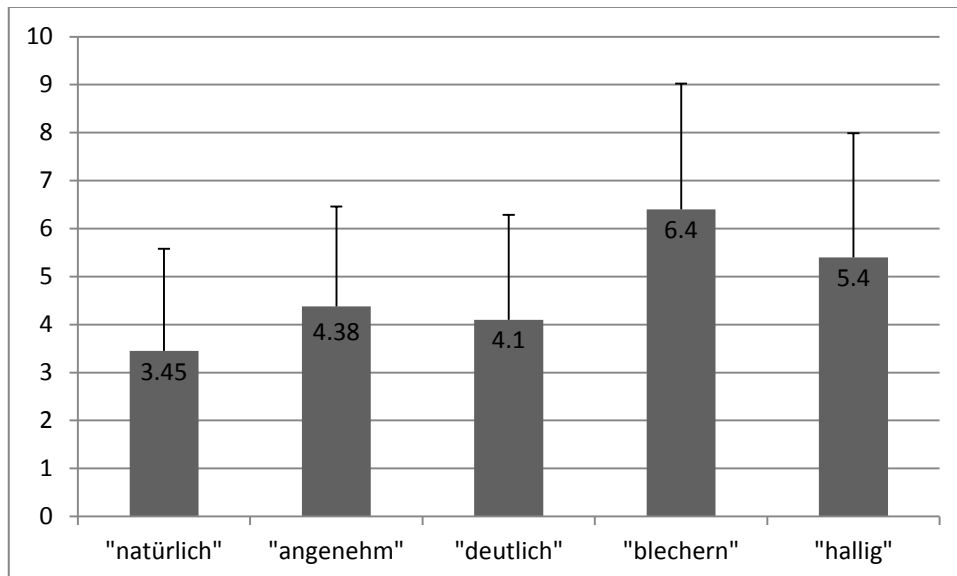
### 3.3.3 Musikhörgewohnheiten und –einschätzungen der CI-Träger

Im Fragebogen zu Musikhörgewohnheiten wurden verschiedene Aspekte bezüglich des Musikhörens von den CI-Trägern eingeschätzt. In Tabelle 19 sind die Häufigkeit des Musikhörens und die Rolle von Musik jeweils vor der subjektiven Hörminderung, in der Zeit der Hörminderung vor der CI-Implantation und in der Zeit nach der CI-Implantation angegeben. Die Häufigkeit des Musikhörens und die Rolle von Musik nahm von vor zu nach der Hörminderung jeweils signifikant ab. Nach der CI-Implantation gewann Musik tendenziell wieder etwas an Bedeutung.

**Tabelle 19: Häufigkeit und Rolle des Musikhörens im Verlauf der Hörstörung bei CI-Trägern auf einer Skala von 1 -10 (1 = sehr gering; 10 = sehr bedeutend/häufig) und Statistik der T-Tests**

	Häufigkeit Musikhören (MW [SD])	Rolle Musikhören (MW [SD])
1) In der Zeit vor der Hörminderung	8.36 (1.83)	8.32 (1.85)
2) In der Zeit der Hörminderung vor der CI-Implantation	6.61 (2.92)	6.61 (2.89)
3) In der Zeit der Hörminderung nach der CI-Versorgung	6.14 (3.12)	7.10 (2.68)
Statistik zwischen Zeitpunkt 1) und 2) T-Wert und p-Wert	t = 3.50; p = .002	t = 3.39; p = .002
Statistik zwischen Zeitpunkt 2) und 3) T-Wert und p-Wert	t = 1.33; p = .20	t = -1.82; p = .08

Auf Skalen von 1 bis 10 wurde von den CI-Trägern das Klangempfinden beim Musikhören mit dem CI eingeschätzt, was in Abbildung 5 dargestellt ist.



**Abbildung 5: Durchschnittliche Einschätzungen zum Musikklang der CI-Träger (MW / SD) auf einer Skala von 1 -10**

In der Gruppe der CI-Träger gaben 48,3 % an, ein Instrument gespielt zu haben. 42,9% von den Personen, die ein Instrument erlernt haben, gaben an, zum Erhebungszeitpunkt noch regelmäßig zu spielen.

### 3.3.4 Einflüsse auf die musikalische Testdiagnostik bei den CI-Trägern

#### 3.3.4.1 Zusammenhang der Testergebnisse mit den demographischen

##### Variablen Alter und Geschlecht

Es ergaben sich keine signifikanten oder tendenziellen Korrelationen zwischen dem Alter der CI-Träger und den Leistungen in den verschiedenen Tests.

Zwischen weiblichen und männlichen CI-Trägern ergab sich ein signifikanter Unterschied in den Untertests der Melodieerkennung ohne rhythmische Hilfe in bilateraler Darbietung und der Prosodieproduktion. Frauen erkannten mehr Lieder und zeigten eine leichter zu erkennende emotionale Prosodieproduktion (vgl. Tabelle 20).

**Tabelle 20: Unterschiede zwischen der durchschnittlichen Leistung von Männern und Frauen im Melodieerkennen und in der Prosodieproduktion**

	Testleistung Frauen MW [SD]	Testleistung Männer MW [SD]	T-Test und p-Wert
<b>Melodieerkennung ohne Rhythmus bilateral</b>	4.35 (1.00)	2.85 (1.68)	t = 2.88; p = .01
<b>Prosodieproduktion</b>	5.65 (0.49)	5.15 (0.38)	t = 3.00; p < .01

#### 3.3.4.2 Zusammenhang der Testergebnisse mit Variablen der Hörbiographie

Bei den Testleistungen in bilateraler Aufgabenpräsentation ergab sich eine signifikante Korrelation zwischen Ertaubungsdauer und Geräuscherkennung ( $r = .40$ ;  $p = .03$ ), so dass eine längere Ertaubungsdauer mit einer besseren Geräuscherkennung

einherging. In unilateraler Aufgabenpräsentation zeigte sich eine tendenzielle Korrelation zwischen Ertaubungsdauer und Klangfarbenerkennung ( $r = -.31$ ;  $p = .01$ ), was bei längerer Ertaubungsdauer eine tendenziell schlechtere Leistung bedeutet.

Wenn die Testaufgaben nur mit dem CI bearbeitet wurden, zeigte sich bei längerer Zeitspanne zwischen Erstanpassung und Diagnostik eine signifikant bessere Leistung mit kleiner Effektstärke in verschiedenen Bereichen der Tonhöhendiskrimination (siehe Tabelle 21).

**Tabelle 21: Zusammenhang (Spearman-Rangkorrelation) zwischen Zeitspanne seit Erstanpassung und Testergebnissen der CI-Träger (\* =  $p < .05$ ; kursiv =  $p < .10$ )**

Aufgabenpräsentation	Bilateral	Nur CI
Tonhöhendiskrimination	$r = .15$	$r = .41^*$
Tonhöhendiskrimination adaptiv tiefe Lage	$r = -.33$	$r = -.46^*$
Tonhöhendiskrimination adaptiv mittlere Lage	$r = .04$	$r = -.41^*$
Tonhöhendiskrimination adaptiv hohe Lage	$r = -.06$	$r = -.14$
Melodieerkennung ohne Rhythmus	$r = -.03$	$r = .24$
Melodieerkennung gesamt	$r = .09$	$r = .16$
Klangfarbenerkennung	$r = .01$	$r = .29$
Stimmlagenerkennung	$r = -.05$	$r = .34$
Prosodieerkennung	$r = -.01$	$r = .36$
Prosodieproduktion	$r = -.01$	-
Geräuscherkennung	$r = .05$	$r = .21$

Bei besserem kontralateralem Hörvermögen erreichten die CI-Träger in bilateraler Aufgabendarbietung ein besseres Testergebnis in der Klangfarbenerkennung, der Stimmlagenerkennung und der Geräuscherkennung mit jeweils mittleren Effektstärken. Bei Aufgabenbearbeitung nur mit dem CI zeigte sich ein Zusammenhang kleiner Effektstärke mit der Melodieerkennung, so dass bei höherem kontralateralen Hörverlust weniger Lieder erkannt wurden (siehe Tabelle 22).

**Tabelle 22: Zusammenhang (Spearman-Rangkorrelation) zwischen kontralateralem Hörverlust und Testergebnissen der CI-Träger (\* =  $p < .05$ )**

Aufgabenpräsentation	Bilateral	Nur CI
Tonhöhendiskrimination	$r = -.28$	$r = .10$
Tonhöhendiskrimination adaptiv tiefe Lage	$r = .12$	$r = -.16$
Tonhöhendiskrimination adaptiv mittlere Lage	$r = .07$	$r = .19$
Tonhöhendiskrimination adaptiv hohe Lage	$r = .30$	$r = -.07$
Melodieerkennung ohne Rhythmus	$r = -.30$	$r = -.43^*$
Melodieerkennung gesamt	$r = -.22$	$r = -.38^*$
Klangfarbenerkennung	$r = -.67^*$	$r = .14$
Stimmlagenerkennung	$r = -.53^*$	$r = .20$
Prosodieerkennung	$r = -.30$	$r = -.05$
Prosodieproduktion	$r = .19$	-
Geräuscherkennung	$r = -.54^*$	$r = .11$

### 3.3.4.3 Zusammenhang der Testergebnisse mit der musikalischen Vorerfahrung

Überprüft wurden mögliche Zusammenhänge der Musikhörgewohnheiten vor der Ertaubung, während der Ertaubungszeit und nach der CI-Implantation sowie der Rolle von Musik im Leben vor der Ertaubung mit den Testergebnissen. Eine signifikante Korrelation ( $r = -.44$ ;  $p = .04$ ) zeigte sich zwischen der Tonhöhendiskrimination mit dem CI in mittlerer Tonlage und der Hörgewohnheiten während der Ertaubungszeit vor der CI-Versorgung. Die Anzahl richtig erkannter Melodien ohne Rhythmus allein mit dem CI korrelierte signifikant mit der Rolle von Musik in der Zeit vor der Ertaubung ( $r = -.41$ ;  $p = .03$ ). Tendenziell korrelierten die Hörgewohnheiten von Musik vor dem Hörverlust mit der Anzahl richtig erkannter Melodien mit dem CI ohne Rhythmus ( $r = -.35$ ;  $p = .07$ ) und im Gesamten ( $r = -.35$ ;  $p = .07$ ). Mit dem CI wurden bei stärkerem Gewicht auf Musik vor der Hörminderung weniger Lieder ohne Rhythmus erkannt.

Untersucht wurde zudem die Testleistung bei Personen, die musikalische Aktivität angaben, und bei Personen, die nie musikalisch aktiv gewesen sind. Signifikante bzw. tendenzielle Unterschiede konnten in der Tonhöhendiskrimination in bilateraler Bedingung und in der Prosodieproduktion gefunden werden (siehe Tabelle 23). Personen mit eigener musikalischer Erfahrung zeigten hier bessere Testleistungen.

**Tabelle 23: Unterschiede zwischen der durchschnittlichen Leistung der CI-Träger mit bzw. ohne eigene Erfahrung mit Musik und Teststatistik**

	Musikalisch aktive CI-Träger (MW [SD])	Musikalisch nicht aktive CI-Träger (MW [SD])	T-Test und p-Wert
<b>Tonhöhendiskrimination bilateral</b>	21.4 (2.75)	19.3 (3.50)	$t = -1.82$ ; $p = .08$
<b>Tonhöhe adaptiv mittlere Lage bilateral</b>	2.00 (1.60)	3.61 (2.64)	$t = 2.08$ ; $p = .047$
<b>Prosodieproduktion</b>	5.67 (0.49)	5.28 (0.46)	$t = -2.17$ ; $p = .04$

### 3.3.4.4 Zusammenhang der demographischen Variablen und der Hörbiographie mit den Musikhörgewohnheiten

Die Musikhörgewohnheiten und der Stellenwert von Musik vor der Ertaubung und während der Schwerhörigkeit waren zwischen Frauen und Männern vergleichbar. Es zeigte sich jedoch, dass Frauen häufiger musikalisch aktiv waren als Männer (Frauen: 59 %, Männer: 15 %;  $\chi^2 = 5.79$ ;  $p = .01$ ). Keine signifikanten Zusammenhänge wurden zwischen dem Alter und den Musikhörgewohnheiten der CI-Träger gefunden.

Es ergaben sich keine signifikanten Zusammenhänge der Musikhörgewohnheiten mit der Ertaubungsdauer, dem kontralateralen Hörvermögen oder der seit der Erstanpassung verstrichenen Zeit.

Ein signifikanter Unterschied ergab sich zwischen CI-Trägern mit und ohne musikalischer Vorerfahrung im kontralateralen Hörvermögen ( $t = -2.18$ ;  $p = .04$ ), so dass musikalisch aktive CI-Träger ein schlechteres kontralaterales Hörvermögen

aufwiesen (Hörverlust MW = 65 %; SD = 34 %) als musikalisch nicht aktive CI-Träger (MW = 36 %; SD = 38 %). CI-Träger, die musikalisch aktiv waren, unterschieden sich von den anderen CI-Trägern nicht in den Musikhörgewohnheiten.

### 3.3.5 Zusammenhang der musikalischen Tests mit den Fragebögen

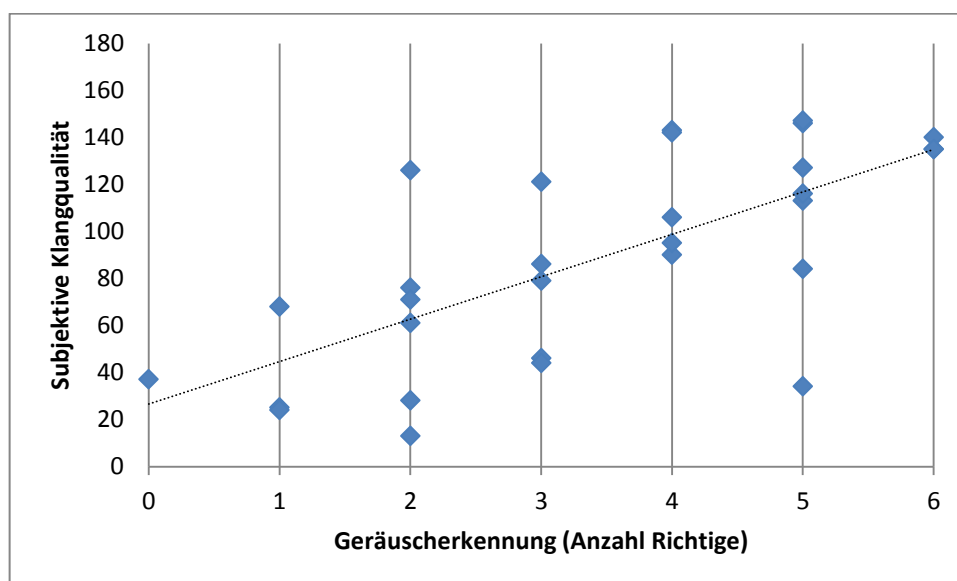
#### 3.3.5.1 Zusammenhang der Testwerte mit der subjektiven Klangqualität

Wie in untenstehender Tabelle 24 aufgeführt ist, ergaben sich signifikante Korrelationen kleiner und mittlerer Effektstärke zwischen dem Gesamtwert des HISQUI und den Testverfahren zur Tonhöhendiskrimination, Klangfarben-, Stimmlagen- und Geräuscherkennung, wenn die Aufgaben nur mit dem CI bearbeitet wurden.

**Tabelle 24: Zusammenhang (Spearman-Rang-Korrelationen) der Testwerte mit dem Gesamtwert des HISQUI (\* =  $p < .05$ ; kursiv =  $p < .10$ )**

	Bilateral	Nur CI
Tonhöhendiskrimination	$r = -.09$	$r = .59^*$
Tonhöhendiskrimination adaptiv tiefe Lage	$r = -.16$	$r = -.44^*$
Tonhöhendiskrimination adaptiv mittlere Lage	$r = -.17$	$r = -.31$
Tonhöhendiskrimination adaptiv hohe Lage	$r = -.04$	$r = -.42^*$
Melodieerkennung ohne Rhythmus	$r = -.35$	$r = .27$
Melodieerkennung gesamt	$r = -.11$	$r = .14$
Klangfarbenerkennung	$r = -.01$	$r = .49^*$
Stimmlagenerkennung	$r = -.07$	$r = .74^*$
Prosodieerkennung	$r = -.29$	$r = .36$
Prosodieproduktion	$r = .32$	-
Geräuscherkennung	$r = .05$	$r = .71^*$

Abbildung 6 veranschaulicht den Zusammenhang zwischen dem Untertest der Geräuscherkennung und dem Ergebnis im Fragebogen zur Klangqualität.



**Abbildung 6: Streudiagramm zur Geräuscherkennung und subjektiven Klangqualität mit dem CI; erwartete Trendlinie ( $r = .71$ )**

### 3.3.5.2 Zusammenhang der Testwerte mit der hörbezogenen Lebensqualität

Zwischen der hörbezogenen Lebensqualität und den Testergebnissen der CI-Träger zeigten sich signifikante Korrelationen kleiner und mittlerer Effektstärke bei Tests zur Tonhöhendiskrimination, Klangfarben-, Prosodie- und Geräuscherkennung, wenn die Aufgaben in bilateraler Version bearbeitet wurden (Tabelle 25).

**Tabelle 25: Zusammenhang (Spearman-Rang-Korrelationen) der Testwerte mit dem Gesamtwert des NCIQ (\* =  $p < .05$ ; kursiv =  $p < .10$ )**

	Bilateral	Nur CI
Tonhöhendiskrimination	$r = .39^*$	$r = .27$
Tonhöhendiskrimination adaptiv tiefe Lage	$r = -.31$	$r = -.19$
Tonhöhendiskrimination adaptiv mittlere Lage	$r = -.59^*$	$r = -.19$
Tonhöhendiskrimination adaptiv hohe Lage	$r = -.35$	$r = -.19$
Melodieerkennung ohne Rhythmus	$r = .32$	$r = .28$
Melodieerkennung gesamt	$r = .17$	$r = .22$
Klangfarbenerkennung	$r = .45^*$	$r = -.08$
Tonlage	$r = .32$	$r = .26$
Prosodieerkennung	$r = .39^*$	$r = .24$
Prosodieproduktion	$r = .03$	-
Geräuscherkennung	$r = .45^*$	$r = .22$

### 3.3.5.3 Zusammenhang der Testwerte mit der Selbstwerteinschätzung

Zwischen den Testergebnissen und dem Gesamtwert des MSWS ergaben sich eine signifikante Korrelation mit der adaptiven Tonhöhendiskrimination in der mittleren Tonlage bei bilateraler Aufgabenpräsentation ( $r = -.42$ ;  $p = .02$ ) und mit der Stimmlagenerkennung in unilateraler Präsentation ( $r = .46$ ;  $p = .01$ ). Tendenzielle Korrelationen zeigten sich mit der Prosodieproduktion ( $r = .35$ ;  $p = .06$ ) und der Tonhöhendiskrimination allgemein nur mit CI ( $r = .33$ ;  $p = .08$ ).

### 3.3.5.4 Zusammenhang zwischen den Testwerten und dem subjektiven

#### Klangerlebnis beim Musikhören

Korrelationen zwischen den subjektiven Einschätzungen des Klanggenusses von Musik auf einer Skala von 1 bis 10 wurden mit den Untertests der musikalischen Diagnostik berechnet. Es ergaben sich keine signifikanten Zusammenhänge der subjektiven Klangeinschätzungen mit den Ergebnissen bei bilateraler Aufgabenbearbeitung. Signifikante Zusammenhänge mittlerer und kleiner Effektstärke ergaben sich mit der Tonhöhendiskrimination, der Stimmlagenerkennung und der Geräuscherkennung nur mit dem CI-Ohr, wie in Tabelle 26 zu erkennen ist.

**Tabelle 26: Zusammenhang (Spearman-Rang-Korrelationen) der Testwerte (nur CI) mit subjektiven Einschätzungen zum Musikklang (Skala 1-10; \* =  $p < .05$ ; kursiv =  $p < .10$ )**

	„natürlich“	„angenehm“	„deutlich“	„blechern“	„hallig“
<b>Tonhöhendiskrimination</b>	$r = .55^*$	$r = .48^*$	$r = .29$	$r = -.64^*$	$r = -.58^*$
<b>Tonhöhendiskrimination adaptiv tiefe Lage</b>	$r = -.26$	$r = -.20$	$r = -.18$	$r = .29$	$r = .45^*$
<b>Tonhöhendiskrimination adaptiv mittlere Lage</b>	$r = -.18$	$r = -.04$	$r = -.17$	$r = .24$	$r = .34$
<b>Tonhöhendiskrimination adaptiv hohe Lage</b>	$r = -.20$	$r = -.21$	$r = -.13$	$r = .06$	$r = .47^*$
<b>Melodieerkennung</b>	$r = .12$	$r = .02$	$r = .10$	$r = -.16$	$r = -.05$
<b>Klangfarbenerkennung</b>	$r = .11$	$r = .27$	$r = .42$	$r = .01$	$r = -.14$
<b>Stimm Lage</b>	$r = .53^*$	$r = .51^*$	$r = .65^*$	$r = -.35$	$r = -.34$
<b>Geräuscherkennung</b>	$r = .31$	$r = .43^*$	$r = .60^*$	$r = -.33$	$r = -.34$
<b>Prosodieerkennung</b>	$r < .01$	$r = -.05$	$r = 0.6$	$r = .06$	$r = .01$
<b>Prosodieproduktion</b>	$r = .36$	$r = .26$	$r = .40$	$r = -.22$	$r = -.09$

### 3.4 Überprüfung der Parallelversionen der Tests durch die Kontrollgruppe

Die normalhörende Kontrollgruppe wurde abwechselnd mit der Aufgabenversion A der musikalischen Tests und der Aufgabenversion B getestet. In Tabelle 27 finden sich die durchschnittlichen Ergebnisse. Bei Normalhörenden scheint die Version B etwas einfacher in der Melodieerkennung und der Geräuscherkennung im Vergleich zur Version A zu sein.

**Tabelle 27: Vergleich der Testversionen A (n=27) und B (n=28) in der Kontrollgruppe**

	Version A (MW [SD])	Version B (MW [SD])	T-Test und p-Wert
<b>Tonhöhendiskrimination</b> Anzahl Richtige (24 Aufgaben)	20.8 (3.67)	21.5 (2.43)	$t = 0.78$ ; $p = .45$
<b>Melodieerkennung</b> Anzahl Richtige (6 Aufgaben)	3.96 (1.45)	4.71 (1.10)	$t = 2.17$ ; $p = .04$
<b>Klangfarbe</b> Anzahl Richtige (8 Aufgaben)	7.33 (0.68)	7.50 (0.58)	$t = 0.98$ ; $p = .33$
<b>Stimm lagenerkennung</b> Anzahl Richtige (6 Aufgaben)	5.67 (0.48)	5.46 (0.64)	$t = 1.10$ ; $p = .28$
<b>Geräuscherkennung</b> Anzahl Richtige (6 Aufgaben)	5.44 (0.64)	6.00 (0.0)	$t = 4.59$ ; $p < .01$

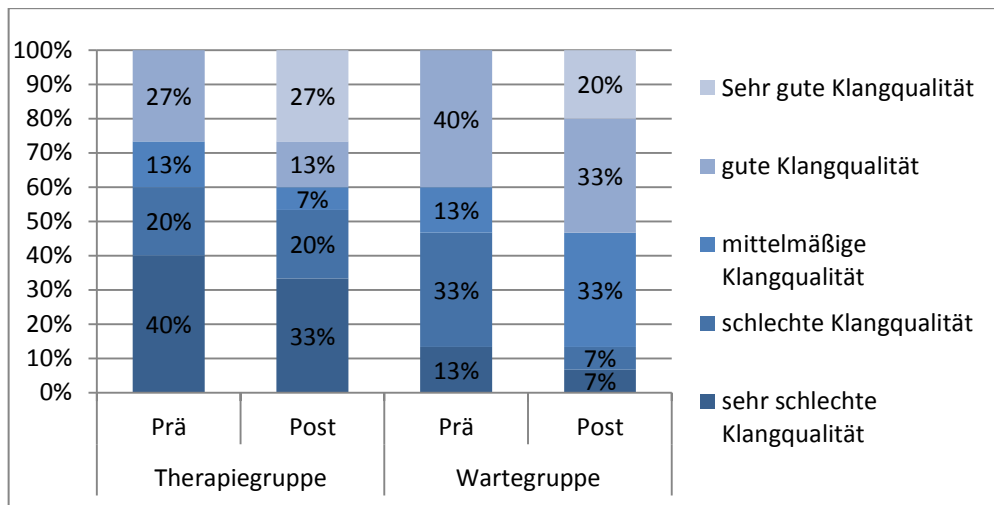
### 3.5 Ergebnisse zur Evaluation der Musiktherapie

#### 3.5.1 Auswertung der subjektiven Fragebogenerhebung

Der Gesamtwert in der subjektiven Klangqualität des HISQUI zeigte sowohl in Therapie- als auch Wartegruppe eine statistisch signifikante Verbesserung vom ersten zum zweiten Diagnostikzeitpunkt (siehe Tabelle 28). Der Durchschnittswert bei beantworteten Fragen ließ einen signifikanten Zuwachs der Klangqualität lediglich in der Therapiegruppe erkennen. Dieser Anstieg in der Klangqualität wies ein geringe Effektstärke von  $d = 0.44$  auf. In Abbildung 7 ist die Einteilung in die fünf Klangkategorien und deren Änderungen in Therapie- und Wartegruppe dargestellt,

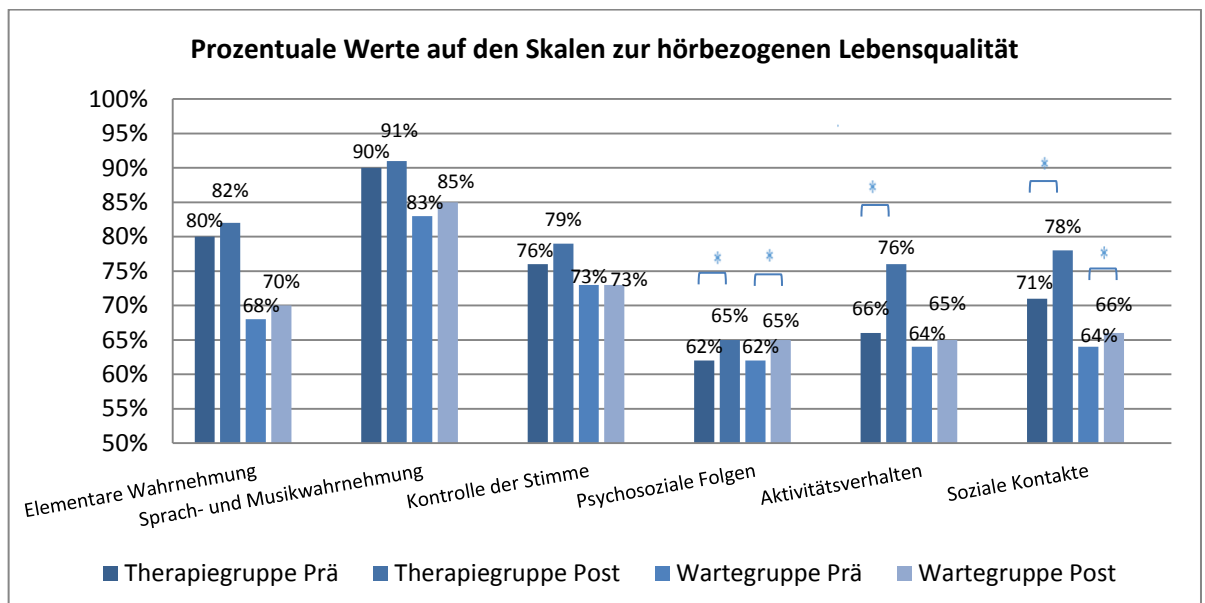


wobei die Probanden der Wartegruppe durchwegs eine höhere Klangqualitätseinstufung erreichten ( $\chi^2 = 38.5, p < .001$ ).



**Abbildung 7: Verteilung der CI-Träger in die Kategorien der subjektiven Klangqualität (HISQUI) vor (prä) und nach (post) der Therapie/Wartezeit**

Im NCIQ, der die hörbezogene Lebensqualität misst, ergaben sich auf der Gesamtskala und auf den Unterskalen des psychischen Wohlbefindens und der Qualität der sozialen Kontakte jeweils signifikante Verbesserungen in beiden Gruppen über die Zeit. In der Unterskala zum Aktivitätsverhalten wurde in der Therapiegruppe ein signifikanter Anstieg mittlerer Effektgröße ( $d = 0.58$ ) erzielt. Die Werte des NCIQ sind in Abbildung 8 veranschaulicht.



**Abbildung 8: Durchschnittliche Prozentwerte auf den Unterskalen des NCIQ vor (prä) und nach (post) der Therapie/Wartezeit mit Kennzeichnung signifikanter Veränderungen (\*  $p < .05$ )**

Es zeigten sich keine signifikanten Veränderungen der Werte bzgl. der subjektiven Selbstwerteinschätzung vom ersten zum zweiten Diagnostikzeitpunkt.

**Tabelle 28: Durchschnittliche Werte in den Fragebögen der Therapie- und Wartegruppe vor (prä) und nach (post) der Therapie/Wartezeit mit Angabe der gerechneten Teststatistik**

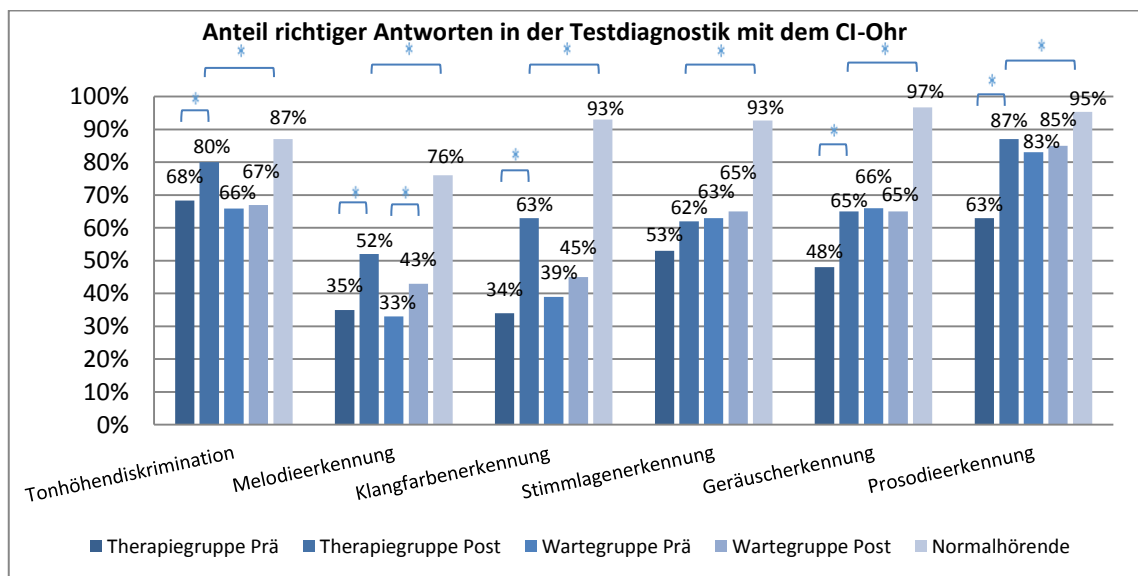
		Therapiegruppe (MW [SD])	Wartegruppe (MW [SD])	Statistik: ANOVA/ t-Test
<b>HISQUI</b>	prä	78.4 (47.7)	98.7 (55.1)	Zeit: F = 18.4; p < .001 Zeit*Gruppe F = 0.397; p > .10
	post	99.7 (55.2)	115 (32.9)	
HISQUI Durchschnitt	prä	3.05 (1.42)	3.91 (1.01)	Zeit: F = 12.1; p < .002 Zeit*Gruppe: F = 6.65; p = .015 Post-hoc t-Test: Therapiegruppe t = -3.51; p = .001 Wartegruppe t = -0.89; p = .39
	post	4.12 (1.55)	4.07 (1.07)	
<b>NCIQ Gesamtwert</b>	prä	74.0 (12.6)	68.8 (13.2)	Zeit: F = 9.33; p = .005 Zeit*Gruppe: F = 1.81; p = .19
	post	78.5 (10.6)	70.5 (14.6)	
Elementare Schallwahrnehmung	prä	79.5 (14.2)	67.5 (14.4)	Zeit: F = 2.50; p = .13 Zeit * Gruppe: F < 0.001; p = .99
	post	82,00 (12.0)	70.0 (16.8)	
Sprach- und Musikwahrnehmung	prä	89.8 (10.6)	82.5 (18.7)	Zeit: F = 1.43; p = .24 Zeit*Gruppe: F = 0.14; p = .72
	post	90.8 (8.20)	84.5 (17.6)	
Kontrolle der eigenen Stimme	prä	75.6 (10.7)	72.7 (16.2)	Zeit: F = 1.82; p = .19 Zeit*Gruppe: F = 1.09; p = .31
	post	78.7 (10.2)	73.1 (19.4)	
Psychoziale Folgen (MW [SD])	prä	62.0 (17.5)	61.5 (11.9)	Zeit: F = 5.60; p = .025 Zeit*Gruppe: F = 0.003; p = .96
	post	65.4 (16.0)	64.7 (12.5)	
Aktivitätsverhalten	prä	66.3 (17.1)	64.4 (17.0)	Zeit: F = 9.72; p = .004 Zeit*Gruppe: F = 7.05; p = .013 Post-hoc t-Test: Therapiegruppe t = -4.11; p = .001 Wartegruppe t = -0.32; p = .75
	post	76.2 (12.6)	65.2 (17.9)	
Soziale Kontakte	prä	70.9 (17.9)	64.1 (16.7)	Zeit: F = 5.96; p = .021 Zeit*Gruppe: F = 2.46; p = .128
	post	77.5 (18.4)	65.6 (18.0)	
<b>MSWS Gesamtwert</b>	prä	158.9 (29.0)	160.9 (24.6)	Zeit: F = 1.15; p = .29 Zeit*Gruppe: F = 1.20; p = .28
	post	165.6 (20.9)	160.8 (28.9)	
ESWS	prä	38.7 (7.72)	37.7 (5.34)	Zeit: F = 0.63; p = .44 Zeit*Gruppe: F = 0.50; p = .49
	post	39.9 (5.63)	37.7 (5.76)	
SWKO	prä	24.9 (5.59)	27.3 (5.28)	Zeit: F = 0.25; p = .62 Zeit*Gruppe: F = 0.04; p = .84
	post	25.3 (4.15)	27.5 (5.25)	
SWKR	prä	25.9 (6.39)	24.0 (7.02)	Zeit: F = 2.84; p = .103 Zeit*Gruppe: F = 1.19; p = .28
	post	27.8 (4.68)	24.4 (6.53)	
LSWS	prä	24.5 (5.00)	24.9 (4.56)	Zeit: F = 1.27; p = .27 Zeit*Gruppe: F = 1.27; p = .27
	post	26.9 (3.94)	24.9 (7.56)	
SWPA	prä	24.5 (5.71)	25.1 (5.37)	Zeit: F = 1.54; p = .70 Zeit*Gruppe: F = 1.54; p = 0.70
	post	24.5 (4.72)	24.6 (5.62)	
SWSP	prä	20.3 (6.96)	21.9 (5.81)	Zeit: F = 0.32; p = .58 Zeit*Gruppe: F = 0.44; p = .51
	post	21.1 (5.62)	21.8 (5.31)	
ASW	prä	114 (19.7)	113 (17.4)	Zeit: F = 1.88; p = .18 Zeit*Gruppe: F = 1.2; p = .28
	post	120 (14.3)	114 (20.8)	
KSW	prä	44.9 (11.4)	47.0 (9.34)	Zeit: F < 0.01; p > .99 Zeit*Gruppe: F = 0.55; p = .47
	post	45.7 (9.54)	46.2 (9.58)	

### 3.5.2 Veränderungen in der Testdiagnostik

Um mögliche Veränderungen der Hörleistungen im musikalischen Bereich bei den CI-Trägern durch musiktherapeutische Behandlung zu untersuchen, wurden die Testergebnisse in der Therapie- und Wartegruppe über die Zeit hinweg vom ersten zum zweiten Diagnostiktermin untersucht (Tabelle 29; Abbildung 9).

Bei bilateraler Aufgabenpräsentation wurden bis auf eine signifikante Verbesserung im Melodieerkennen über die Zeit in beiden Gruppen (CI-Träger mit und ohne Musiktherapie) keine signifikanten Veränderungen gefunden. Tendenziell verbesserte sich in beiden Gruppen die Tonhöhendiskrimination in der mittleren Lage. In unilateraler Aufgabenbearbeitung (nur CI-Ohr) zeigte sich eine Verbesserung vom ersten zum zweiten Testzeitpunkt in beiden Gruppen im Untertest der Tonhöhendiskrimination in mittlerer Lage, was die Unterscheidung von Intervallen betraf, und tendenziell im Melodieerkennen.

Spezifische, signifikante Therapieeffekte jeweils mittlerer Effektstärken auf dem CI-Ohr zeigten sich in der Tonhöhendiskrimination bei festen Aufgaben ( $d = 0.70$ ), in der Tonhöhendiskrimination von Intervallen in hoher Tonlage ( $d = 0.76$ ), in der Tonhöhendiskrimination von Intervallen in der tiefen Tonlage ( $d = 0.59$ ) und in der Prosodieerkennung ( $d = 0.74$ ). Der Therapieeffekt in der Klangfarbenerkennung mit dem CI-Ohr wies eine große Effektstärke auf ( $d = 1.07$ ). Ein tendenzieller Therapieeffekt mittlerer Effektstärke ( $d = 0.61$ ) konnte in der Geräuscherkennung nur mit dem CI gefunden werden.



**Abbildung 9: Durchschnittliche Prozentwerte in den Tests vor (prä) und nach (post) der Therapie/Wartezeit mit Kennzeichnung signifikanter Veränderungen, im Vergleich zur Leistung Normalhörender (\*  $p < .05$ )**

**Tabelle 29: Ergebnisse in den Musiktests bei den CI-Träger in bilateraler und unilateraler (nur CI-Seite) Aufgabenpräsentation und zum ersten (prä) und zweiten (post) Testzeitpunkt**

			Therapiegruppe (MW [SD])	Wartegruppe (MW [SD])	Statistik: ANOVA / t-Test
Tonhöhen- diskrimination Anzahl Richtige (24 Aufgaben)	bilateral	prä	20.1 (3.75)	20.3 (2.99)	Zeit: $F = 0.81$ ; $p = .78$ Gruppe*Zeit: $F = 0.81$ ; $p = .78$
		post	20.3 (2.87)	20.3 (4.62)	
	Nur CI- Seite	prä	14.7 (5.34)	16.1 ( 5.08)	Zeit: $F = 9.08$ ; $p = .005$ Interaktion: $F = 3.80$ ; $p = .06$ t-Test abhängige Stichproben: Therapiegruppe: $t = -3.29$ ; $p = .005$ Wartegruppe: $t = -0.81$ ; $p = .43$
		post	18.5 (3.29)	16.9 (5.01)	
Tonhöhen- diskrimination Adaptiv Tiefe Lage (in Halbtönen)	bilateral	prä	3.00 (2.85)	2.40 (3.40)	Zeit: $F = 0.52$ ; $p = .48$ Gruppe*Zeit: $F = 3.37$ ; $p = .08$ t-Test abhängige Stichproben: Therapiegruppe: $t = 1.66$ ; $p = .12$ Wartegruppe: $t = -0.88$ ; $p = .40$
		post	1.93 (2.09)	2.87 (2.59)	
	Nur CI- Seite	prä	9.13 (5.69)	5.53 ( 5.04)	Zeit: $F = 5.72$ ; $p = .02$ Interaktion: $F = 5.28$ ; $p = .03$ t-Test abhängige Stichproben: Therapiegruppe: $t = 2.78$ ; $p = .02$ Wartegruppe: $t = 0.09$ ; $p = .93$
		post	5.80 (5.17)	5.47 (3.96)	
Tonhöhen- diskrimination Adaptiv Mittlere Lage (in Halbtönen)	bilateral	prä	3.00 (2.20)	2.93 (2.63)	Zeit: $F = 3.42$ ; $p = .08$ Gruppe*Zeit: $F = 0.23$ ; $p = .64$
		post	1.87 (1.69)	2.27 (2.25)	
	Nur CI- Seite	prä	7.87 (5.76)	6.40 ( 4.45)	Zeit: $F = 9.26$ ; $p = .005$ Gruppe*Zeit: $F = 2.48$ ; $p = .13$
		post	3.47 (3.86)	5.00 (4.50)	
Tonhöhen- diskrimination Adaptiv Hohe Lage (in Halbtönen)	bilateral	prä	4.20 (4.62)	3.00 (2.10)	Zeit: $F = 0,475$ ; $p = 0,496$ Gruppe*Zeit: $F = 0,03$ ; $p = 0,864$
		post	4.00 (4.87)	2.67 (2.73)	
	Nur CI- Seite	prä	8.93 (5.78)	4.27 ( 2.96)	ANOVA: Zeit: $F = 7.69$ ; $p = .01$ Interaktion: $F = 7.24$ ; $p = .012$ t-Test abhängige Stichproben: Therapiegruppe: $t = 3.02$ ; $p = .009$ Wartegruppe: $t = 0.1$ ; $p = .94$
		post	4.53 (5.40)	4.20 (4.95)	
Melodieerkennung Anzahl Richtige (6 Aufgaben)	bilateral	prä	4.07 (1.22)	3.33 (1.72)	Zeit: $F = 20.2$ ; $p < .001$ Gruppe*Zeit: $F = 0.14$ ; $p = .71$
		post	4.93 (0.96)	4.07 (1.75)	
	Nur CI- Seite	prä	2.07 (1.91)	2.00 (1.96)	Zeit: $F = 3.95$ ; $p = .06$ Zeit*Gruppe: $F = 1.08$ ; $p = .31$
		post	3.13 (1.92)	2.33 (2.09)	
Klangfarben- erkennung Anzahl Richtige (8 Aufgaben)	bilateral	prä	7.20 (1.01)	6.47 (1.36)	Zeit: $F = 0.29$ ; $p = .59$ Zeit*Gruppe: $F = 0.03$ ; $p = .86$
		post	7.27 (0.80)	6.60 (1.40)	
	Nur CI- Seite	prä	2.73 (2.12)	3.13 (1.81)	Zeit: $F = 12.0$ ; $p = .002$ Interaktion: $F = 5.88$ ; $p = .02$ t-Test abhängige Stichproben: Therapiegruppe: $t = 4.43$ ; $p = .001$ Wartegruppe: $t = -0.07$ ; $p = .495$
		post	5.0 (1.73)	3.53 (2.07)	
Stimmlagen- erkennung Anzahl Richtige (6 Aufgaben)	bilateral	prä	5.20 (0.78)	4.87 (1.30)	Zeit: $F < 0.1$ ; $p > .99$ Zeit*Gruppe: $F = 0.64$ ; $p = .43$
		post	5.07 (0.80)	5.0 (1.07)	
	Nur CI- Seite	prä	3.2 (1.82)	3.80 (1.52)	Zeit: $F = 1.96$ ; $p = .17$ Interaktion: $F = 1.18$ ; $p = .29$
		post	3.73 (1.62)	3.87 (1.64)	
Geräusch- erkennung Anzahl Richtige (6 Aufgaben)	bilateral	prä	5.07 (1.62)	4.73 (1.58)	Zeit: $F = 0.45$ ; $p = .51$ Zeit*Gruppe: $F = 0.45$ ; $p = .51$
		post	5.33 (1.18)	4.73 (1.39)	
	Nur CI- Seite	prä	2.87 (1.64)	4.0 (1.56)	Zeit: $F = 4.04$ ; $p = .054$ Interaktion: $F = 4.04$ ; $p = .054$ t-Test abhängige Stichproben: Therapiegruppe: $t = -2.84$ ; $p = .01$ Wartegruppe: $t < 0.1$ ; $p > .99$
		post	3.87 (1.51)	4.0 (1.46)	
Prosodie- erkennung Anzahl Richtige (6 Aufgaben)	bilateral	prä	5.33 (1.05)	5.27 (0.80)	Zeit: $F = 0.51$ ; $p = .48$ Zeit*Gruppe: $F = 0.51$ ; $p = .48$
		post	5.53 (0.92)	5.27 (0.88)	
	Nur CI- Seite	prä	3.80 (1.90)	5.0 (1.41)	Zeit: $F = 6.91$ ; $p = .014$ Interaktion: $F = 6.91$ ; $p = .014$ t-Test abhängige Stichproben: Therapiegruppe: $t = -2.88$ ; $p = .012$ Wartegruppe: $t < 0.1$ ; $p > .99$
		post	5.20 (1.15)	5.0 (1.51)	
Prosodie- produktion Anzahl Richtige (6 Aufgaben)	bilateral	prä	5.53 (0.52)	5.33 (0.49)	Zeit: $F = 1.51$ ; $p = .23$ Zeit*Gruppe: $F = 0.67$ ; $p = .42$
		post	5.20 (0.78)	5.27 (0.80)	

Beim Vergleich zwischen Therapie- und Wartegruppe zeigte sich, dass sich die Therapiegruppe zum ersten Testzeitpunkt in der Tonhöhendiskrimination von Intervallen in hoher Tonlage auf einem signifikant niedrigerem Leistungsniveau befand (t-Test für unabhängige Stichproben:  $t = 2.78$ ;  $p = .01$ ). Zum zweiten Testzeitpunkt war der Unterschied nicht mehr signifikant. Bzgl. der Klangfarbenwahrnehmung war die Leistung in der Therapiegruppe verglichen mit der Leistung in der Wartegruppe zum ersten Testzeitpunkt nicht signifikant unterschiedlich, zum zweiten Testzeitpunkt jedoch signifikant besser (t-Test für unabhängige Stichproben:  $t = 2.11$ ;  $p = .04$ ).

### 3.5.3 Abhängigkeit der Therapieeffekte vom Ausgangswert

Bei den Tests und Fragebogen, in denen ein Therapieeffekt gefunden worden war, wurden Korrelationen zwischen dem Ausgangswert der ersten Diagnostik und der jeweiligen Veränderung im Test- bzw. Fragebogenwert von vor zu nach der Therapie innerhalb der Therapiegruppe berechnet. In untenstehender Tabelle 30 wird deutlich, dass in einigen Tests und in der Subskala „Aktivitätsverhalten“ des NCIQ, die einen Therapieeffekt aufwies, diejenigen CI-Träger mehr von der Therapie profitierten, die einen niedrigeren Ausgangswert vor der Therapie hatten.

**Tabelle 30: Zusammenhänge zwischen dem Ausgangswert und der Veränderung durch die Therapie bei den Untertests mit signifikantem Therapieeffekt (Therapiegruppe  $n = 15$ )**

Ausgangswert im:	NCIQ Aktivitäts- verhalten	HISQUI	Tonhöhe gesamt	Tonhöhe adaptiv tief	Tonhöhe adaptiv hoch	Klang- farbe	Prosodie- erkennung	Geräusch- erkennung
Veränderung des Werts	$r = -.66^*$	$r = -.17$	$r = -.71^*$	$r = .56^*$	$r = .44$	$r = -.65^*$	$r = -.77^*$	$r = -.43$

## **4. Diskussion**

### **4.1 Wahrnehmung von Musik und Prosodie bei erwachsenen CI-Trägern zeitnah nach der Erstanpassung**

#### **4.1.1 Einordnung der Ergebnisse in bisherige Forschung**

Wie erwartet zeigte sich in den erhobenen Tests zu Musik, Prosodie, Stimmlage und Geräuschen eine beeinträchtigte Diskriminationsfähigkeit über das CI verglichen mit den Fähigkeiten normalhörender Personen und der Leistung der CI-Träger bei bilateraler Aufgabendarbietung, also über CI und kontralateralem Ohr. In den auf der Tonhöhenunterscheidung basierenden Aufgaben war die Leistung der CI-Träger in bilateraler Präsentation im Vergleich zu Normalhörenden nicht mehr signifikant oder nur tendenziell reduziert, so dass ein Ausgleich über das kontralaterale Ohr besonders beim Wahrnehmen der Tonhöhe möglich scheint. Obwohl etwa zwei Drittel der CI-Träger am nicht CI-versorgten Ohr mittel- oder hochgradig schwerhörig waren, geht dieses Ergebnis konform zu bisherigen Studien. Diese zeigten, dass auch ein nur geringes Restgehör die Tonhöhen- und Melodiewahrnehmung deutlich unterstützen kann (El Fata et al. 2009, Petersen u. Bergeson. 2015).

##### *4.1.1.1 Musikalische Tests*

Die Leistung der Normalhörenden in dieser Untersuchung lag insgesamt mit etwa zwei bis drei Halbtönen und knapp 90% richtig erkannter Aufgaben leicht unter den Ergebnissen anderer Erhebungen im CI-Bereich, in denen oft von Normalhörenden ein Halbton zuverlässig unterschieden werden konnte bzw. knapp 100% der Aufgaben richtig beantwortet wurden (Bruns et al. 2016, Kim et al. 2012). Brockmeier et al. (2011) berichten von vergleichbaren Leistungen der Normalhörenden in ihren Tests. Für Normalhörende waren Töne in der hohen Tonlage schwieriger zu unterscheiden als in mittlerer oder tiefer Lage. Bei CI-Trägern war dahingegen eher festzustellen - wenn auch in den Ergebnissen nicht signifikant -, dass für das CI die hohe Lage vorteilhaft ist, was der Funktionsweise des CI und der Anatomie des Innenohres entspräche. Insgesamt zeigten sich in Aufgabenbearbeitung nur mit dem CI deutliche Einbußen in der Tonhöhenunterscheidung mit durchschnittlich etwa 7 Halbtönen, was unter dem in anderen Studien gefundenen Niveau liegt (Drennan et al. 2015, Kim et al. 2012), teilweise aber auch darüber liegt (Bruns et al. 2016). Die Anzahl richtig beantworteter Aufgaben ist in etwa mit den Ergebnissen einer Studie, die drei Monate nach der Erstanpassung des Sprachprozessors stattfand, vergleichbar (Drennan et al. 2015).

Einstimmig am Klavier gespielte Melodien ohne textliche oder rhythmische Hilfen anhand der Kontur der Tonhöhenveränderungen zu erkennen, war für CI-Träger in einseitiger Bedingung erwartungsgemäß schwierig und lag etwa im Bereich der Ergebnisse anderer Studien (Drennan et al. 2015, Gfeller et al. 2012, Kim et al. 2012). Allerdings werden in Studien auch deutlich bessere Leistungen von CI-Trägern beschrieben, die die Ergebnisse auch in bilateraler Darbietung in dieser Studie noch deutlich übertreffen (Bruns et al. 2016, Looi et al. 2008). Werden Melodien im gewohnten Rhythmus gespielt, verbesserte sich das Erkennen deutlich auf ein über anderen Studien liegendes Niveau, was aufgrund der guten Wahrnehmung rhythmischer Elemente in der Musik über das CI zu erwarten ist. Auch Normalhörende profitierten von den rhythmischen Elementen in den Melodien. Im Vergleich zu anderen Tests zur Melodieerkennung erleichterte sicherlich die Verwendung bekannter Kinder- und Volkslieder, die Auflistung der Lieder und das Mitsummen der Melodie als Lösungsmöglichkeit die Aufgabenbearbeitung.

Wie in anderen Studien bestätigte sich, dass die Klangfarbe eines Instruments alleine mit einem CI sehr schwierig zu erkennen ist. Die Leistung lag mit knapp einem Drittel richtig erkannter Musikbeispiele unterhalb der Leistung von CI-Trägern in anderen Erhebungen (Brockmeier et al. 2011, Bruns et al. 2016, Drennan et al. 2015, Kim et al. 2012). Anders als in den rein Tonhöhen-basierten Aufgaben zeigte sich in diesem Untertest die Leistung auch mit Unterstützung des kontralateralen Ohres im Vergleich zu Normalhörenden noch deutlich beeinträchtigt. Dies deckt sich mit Studien, die beim Erkennen der Klangfarbe durch ein kontralaterales Hörgerät keine oder geringe Verbesserungen berichten (Kong et al. 2012, Prentiss et al. 2015). Zu erwähnen ist, dass die hier gewählten Musikbeispiele für die jeweilige Instrumentengattung typisch war und auch mit Begleitung oder im Ensemble gespielt wurde, was für CI-Träger besonders anspruchsvoll ist (Brockmeier et al. 2011, Looi et al. 2008).

#### *4.1.1.2 Nicht-musikalische Tests*

Die Beeinträchtigung der CI-Träger beim Einschätzen der Stimmlage eines Sprechers ist erwartungsgemäß stark und auch mit Unterstützung des kontralateralen Ohres im Vergleich zu Normalhörenden vorhanden. Die Ergebnisse anderer Studien fielen bei CI-Trägern – abhängig ob überlappende oder nicht überlappende Grundfrequenzen von Männern und Frauen verwendet wurden – insgesamt besser aus (Mühler et al. 2009, 2017). Durch die Einbeziehung von Kinderstimmen dürfte sich in diesem Untertest die Schwierigkeit erhöht haben. Normalhörende kamen jedoch auf über 90% richtige Antworten, was ein spezielles Defizit der CI-Träger bei der Erkennung von

Kinderstimmen, die in der Grundfrequenz eine hohe Überlappung mit Frauenstimmen aufweisen können, bedeuten könnte.

Die Fähigkeit, Fragen von Aussagen zu unterscheiden, zeigte sich über das CI beeinträchtigt und lag eher unterhalb des Niveaus bisheriger Studien (Van Zyl u. Haneken 2013). Auch in bilateraler Bedingung war die Leistung nicht mit der von Normalhörenden vergleichbar. Hingegen war die aktive Umsetzung emotionaler Prosodie in der eigenen Stimme bei CI-Trägern im Vergleich zu Normalhörenden nicht beeinträchtigt. Diese Fähigkeit wurde bisher meist nur bei Kindern oder Jugendlichen mit CI untersucht und als reduziert berichtet. Die hier untersuchte Gruppe postlingual ertaubter CI-Träger hatte die Lautsprache normal erworben und wies häufig einen späten Ertaubungszeitpunkt bzw. kontralateral vorhandenes Restgehör auf. Die eigene prosodische Gestaltung der Lautsprache scheint zumindest durchschnittlich knapp vier Monate nach der CI-Versorgung von der Hörminderung unbeeinträchtigt geblieben zu sein.

Alltägliche Geräusche mit dem CI zu erkennen zeigte sich stark beeinträchtigt, was in anderen Studien auch bei bereits langer Erfahrung mit dem CI berichtet worden war (Inverso u. Limb 2010, Shafiro et al. 2011, 2015). Im Vergleich lag die Leistung in dieser Erhebung nur mit dem CI in einem ähnlichen Bereich anderer Studien oder etwas darüber. In bilateraler Bedingung steigerte sich die Erkennungsleistung deutlich, unterschied sich aber dennoch von der Leistung der Normalhörenden.

#### *4.1.1.3 Musikerleben und –hörgeohnheiten*

Die retrospektiv eingeschätzten Musikhörgeohnheiten und die Bedeutung von Musik litten vor und nach der CI-Versorgung deutlich unter der Hörminderung. Auch die eigene musikalische Aktivität sank. Nur wenige CI-Träger hatten sie in der Zeit der Hörminderung aufrechterhalten oder wiederaufgenommen. Dies deckt sich mit den Ergebnissen anderer Studien (Migirov et al. 2009, Mirza et al. 2003) und stellt die Schwierigkeiten klar heraus, die eine Hörstörung bzgl. des Umgangs mit Musik und des Stellenwerts von Musik im Alltag nach sich zieht.

Zum Erhebungszeitpunkt wurden klangliche Aspekte von Musik über das CI auf Ratingskalen eher negativ bewertet, wie dies auch in anderen Studien der Fall war (Lassaletta et al. 07). Durchschnittlich lagen die Werte eher bei einem blechernen und unangenehmen Klangempfinden in Verbindung mit dem Musikhören.

#### *4.1.1.4 Subjektive Fragebogendiagnostik*

Die subjektiven Einschätzungen zur allgemeinen Klangqualität mit dem CI zum durchschnittlichen Zeitpunkt von knapp vier Monaten nach der Erstanpassung stimmen



mit den negativen Einschätzungen in den Muskratings gut überein. Mehr als die Hälfte der CI-Träger erreichte im Fragebogen die Kategorien einer sehr schlechten oder schlechten Klangqualität mit dem CI. Im Vergleich zu anderen Studien, die den Fragebogen verwendeten, fallen die Ergebnisse deutlich schlechter aus (Lassaletta et al. 2015, Calvino et al. 2016). Gründe dafür sind vermutlich der vergleichsweise frühe Erhebungszeitpunkt sowie möglicherweise die einseitige CI-Versorgung, die bei kontralateralem Restgehör einen ständigen Vergleich der Höreindrücke zwischen den Ohren zur Folge haben könnte und somit der veränderte Klang über das CI subjektiv stärker auffällt.

Der Gesamtwert im Fragebogen zur hörbezogenen Lebensqualität in der Anfangsphase nach der CI-Versorgung ist mit einer Erhebung von Klop et al. (2008), die etwa zum gleichen Zeitpunkt stattgefunden hatte, vergleichbar. Auffallend ist, dass die Werte auf den Unterskalen zu grundlegenden Wahrnehmungen und zur Musik- und Sprachwahrnehmung in dieser Erhebung relativ hoch und die Werte in den Bereichen des Selbstvertrauens, der sozialen Kontaktgestaltung und Aktivitäten eher niedriger ausfallen. Eine mögliche Erklärung hierfür wäre, dass aufgrund des kontralateralen Hörvermögens, das bei etwa zwei Dritteln der CI-Träger gut war oder nur mittelgradig beeinträchtigt, die Hörwahrnehmungen im Alltag relativ gut bewertet werden, aber die weitergehenden Effekte auf psychosoziale Bereiche auch bei einseitiger CI-Versorgung schon deutlich spürbar sind.

Die Selbstwerteinschätzung ergab Werte im Bereich des Durchschnitts der im Fragebogen angeführten Normstichprobe. Am geringsten fiel der leistungsbezogene Selbstwert aus, was vielleicht ein Hinweis auf eine höhere allgemeine Höranstrengung im Alltag mit z.B. leichter Ermüdbarkeit ist. Daraus könnte ein geringeres Vertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit verglichen mit Personen ohne Hörminderung resultieren.

#### ***4.1.2 Zusammenhang zwischen den Testleistungen der CI-Träger und personenbezogenen Variablen***

In dieser Erhebung fand sich kein Zusammenhang zwischen der Testleistung und dem Alter der CI-Träger, welcher in einigen Studien für die Klangfarbenerkennung und das Melodieerkennen berichtet worden war (Drennan et al. 2015, Gfeller et al. 2008, 2012). Insgesamt ist der Einfluss des Alters auf die Musikwahrnehmung als – wenn überhaupt vorhanden - sehr gering einzuschätzen. In einer Studie, die Einflussfaktoren auf den Erfolg einer CI-Versorgung anhand einer großen Personengruppe untersuchte, ergab sich im Vergleich zu vorhergehenden Studien auch bzgl. des Sprachverstehens ein geringerer Einfluss des Alters auf den Erfolg (Blamey et al. 2013).

Frauen unterschieden sich in den Testwerten mit dem CI zwar nicht von Männern, zeichneten sich jedoch durch ein besseres Melodieerkennen ohne Rhythmus in bilateraler Darbietung und durch eine bessere aktive Prosodieproduktion aus. Eine Erklärung für diesen unerwarteten Effekt wäre der deutliche Vorsprung der Frauen unserer Stichprobe an eigener musikalischer Aktivität, vor allem wenn man bedenkt, dass musikalische Aktivität oft das Singen im Chor bedeutet und ein größeres Liederrepertoire sowie eine höhere eigene Stimmvariabilität zur Folge haben kann.

Wie lange jemand vor der CI-Versorgung auf dem versorgten Ohr ertaubt ist, hatte keinen bedeutenden Einfluss auf die Wahrnehmung von Elementen der Musik, Prosodie, Stimmlage und von Geräuschen. Ein tendenzieller Zusammenhang kleiner Effektstärke wurde lediglich für das Erkennen von Instrumenten gefunden, so dass bei längerer Ertaubungszeit größere Schwierigkeiten bestanden. Der Zusammenhang geringer Effektgröße zwischen bilateralem Erkennen von Geräuschen und der Ertaubungsdauer könnte eher indirekt über das kontralaterale Hörvermögen entstanden sein, welches bspw. den Zeitpunkt der CI-Implantation beeinflussen kann. Das Ergebnis entspricht insgesamt bisherigen Befunden, dass die Musikwahrnehmung nicht von der Dauer der Ertaubung vor der CI-Versorgung abhängt (Drennan et al. 2015, Gfeller et al. 2008, Migirov et al. 2009) und somit keinen Einflussfaktor vergleichbar zum Einfluss der Ertaubungsdauer auf das Sprachverstehen mit dem CI darstellt (Blamey et al. 2013, Holden et al. 2013). Auch andere Maße zur Bestimmung des Erfolgs einer CI-Versorgung außer dem Sprachverstehen wie z.B. die Lebensqualität scheinen weniger von der Ertaubungsdauer abzuhängen als erwartet (Capretta u. Moberly 2016).

Je mehr Zeit seit der Erstanpassung des Sprachprozessors verstrichen war, desto besser zeigte sich teilweise die Leistung in der Tonhöhendiskrimination und in der Stimmlagen- und Prosodieerkennung. Bisherige Studien widersprechen diesen Ergebnissen (Brockmeier et al. 2011, Drennan et al. 2015, Gfeller et al. 2012), wobei Studien meist zu einem deutlich späteren Zeitpunkt nach der CI-Versorgung durchgeführt wurden. Es ist somit anzunehmen, dass in einer frühen Phase Lerneffekte in der Tonhöhendiskrimination auftreten, die sich auch in der Stimmlagen- und Prosodieerkennung bemerkbar machen. Im Bereich des Sprachverstehens mit dem CI werden gewöhnlich ebenfalls in den ersten Monaten nach der CI-Versorgung die größten Fortschritte beschrieben, wobei die Lernphase bei der Sprachwahrnehmung noch deutlich länger anzudauern scheint als bei der Musikwahrnehmung (Chang et al. 2010, Cusumano et al. 2017).

Wie erwartet zeigte sich in einigen Untertests ein Zusammenhang mittlerer Stärke zwischen bilateraler Testleistung und dem Niveau des kontralateralen Hörvermögens. Ein besser erhaltenes Hörvermögen ging insbesondere mit einer besseren Klangfarben-, Geräusch- und Stimmlagenerkennung einher. Bisherige Studien hatten eher den Einfluss des kontralateralen Hörvermögens auf Tonhöhen-basierte Aufgaben und die Prosodieerkennung betont (Peterson u. Bergeson 2015, Prentiss et al. 2015, Shpak et al. 2014). Insgesamt bestätigen die Ergebnisse die meist vertretene Meinung, dass das akustische Hören bei der Musikwahrnehmung einen wichtigen Beitrag zum CI leisten kann. Für die Sprachwahrnehmung scheint dieser Effekt geringer ausgeprägt zu sein (Crew et al. 2016, Rader 2015).

Überraschenderweise ging ein besser erhaltenes Hörvermögen am kontralateralen Ohr mit einer besseren Erkennungsleistung bekannter Melodien nur über das CI-Ohr einher. Eine mögliche Erklärung hierfür wäre, dass bei auch nur geringer Übereinstimmung des perzeptiven Inputs mit der Melodie leichter und schneller auf Repräsentationen von Melodien im Gedächtnis zurückgegriffen werden kann, wenn das kontralaterale Hörvermögen besser ist. Das kontralaterale Hörvermögen könnte die Gedächtnisrepräsentationen über die Zeit der Ertaubung auf dem CI-Ohr aktiv halten und ein Erkennen der Lieder über einen verzerrten Input am CI erleichtern.

Welche Rolle Musik vor der Ertaubung und während der Zeit des Hörverlusts für die CI-Träger gespielt hatte und wie häufig Musik gehört worden war, hatte übereinstimmend zu bisherigen Erhebungen nur sehr geringen Einfluss auf die Wahrnehmung von Musik und verwandter Bereiche mit dem CI (Drennan et al. 2015, Cullington u. Zeng 2011). Eigene musikalische Aktivität hingegen schien zwar nicht die erhobenen Leistungen mit dem CI-Ohr zu verbessern, jedoch ging sie teilweise mit einer besseren Leistung in der Tonhöhendiskrimination mit Unterstützung des kontralateralen Ohres und einer besseren Steuerung der eigenen Stimme in der aktiven Prosodieproduktion einher. Diese Fähigkeiten können durchaus von einem Training z.B. beim Singen profitieren. Ein unerwarteter Zusammenhang kleiner Effektgröße ergab sich zwischen dem Stellenwert von der Musik bzw. den Musikhörgewohnheiten vor der Ertaubung mit dem Melodieerkennen nur mit dem CI-Ohr, so dass eine schlechtere Leistung bei höherem Stellenwert von Musik und häufigerem Musikhören gefunden wurde. Denkbar wäre, dass bei höherem Stellenwert von Musik Melodien besser im Gedächtnis abgespeichert sind und durch die verzerrten Wahrnehmungen über das CI knapp vier Monate nach Erstanpassung eine Übereinstimmung der Repräsentationen im Gedächtnis erschwert ist, oder die Frustration über den verzerrten Klang die Aufgabenbearbeitung negativ beeinflusst. Die Musikhörgewohnheiten nach der CI-Versorgung hatten keinen Einfluss auf die

Leistung in den verschiedenen Tests. Bisherige Studien, die meist CI-Träger mit deutlich längerer Erfahrungszeit mit dem CI untersucht hatten, berichteten von zumindest geringen Effekten der Zeit, die eine Person mit dem Musikhören verbringt, auf die Musikwahrnehmung (Brockmeier et al. 2011, Drennan et al. 2015, Gfeller et al. 2012).

### **4.1.3 Zusammenhang der Diskriminationsfähigkeiten mit den subjektiven Einschätzungen der CI-Träger**

#### *4.1.3.1 Zusammenhang der Test- mit den Ergebnissen in den Fragebögen*

Eine bessere Leistung in den Tests, wenn diese nur mit dem CI-Ohr bearbeitet worden waren, ging mit einer höheren Einschätzung der Klangqualität des CI im Fragebogen zu verschiedenen Bereichen des alltäglichen Lebens einher. Ausnahme bildete der Untertest zur Melodieerkennung. Die allgemeine Tonhöhendiskrimination, die Stimmlagen- und Geräuscherkennung schienen für den subjektiven Klang über das CI am wichtigsten zu sein. In bilateraler Aufgabenpräsentation ergab sich ein unerwarteter Zusammenhang des Melodieerkennens mit der subjektiven Klangqualität, wobei eine schlechtere Testleistung mit einer besseren Klangqualität einherging. Möglicherweise erscheint CI-Trägern bei besserer bilateraler Liedererkennung der Klang rein über das CI – wie im Fragebogen erhoben – subjektiv schlechter, als wenn auch bilateral das Melodieerkennen stark beeinträchtigt ist.

Ebenfalls ergaben sich Zusammenhänge zwischen den Testleistungen bei bilateraler Aufgabenbearbeitung und der hörbezogenen Lebensqualität. Im Gegensatz zum Fragebogen zur subjektiven Klangqualität mit dem CI betrifft der Lebensqualitäts-Fragebogen die allgemeine Situation im Alltag, also wie mit beiden Ohren gehört wird, und fragt nicht speziell nach Wahrnehmungen über das CI. Die unterschiedlichen Zusammenhänge mit bilateraler bzw. unilateraler Testbearbeitung erklären sich demnach gut. Töne gut unterscheiden, Klangfarben von Instrumenten einschätzen, Prosodie und Geräusche erkennen zu können scheint für die hörbezogene Lebensqualität knapp vier Monate nach der Erstanpassung wichtig zu sein. Studien über mögliche Zusammenhänge der hörbezogenen Lebensqualität mit Tests zur Sprachwahrnehmung kamen zu unterschiedlichen Ergebnissen (Loeffler et al. 2010). Zwei Studien berichten von Zusammenhängen zwischen der Lebensqualität und subjektiven Ratings zum Klang von Musik und zum Musikgenuss (Lassaletta et al. 2007, Zhao et al. 2008).

Der Gesamtwert im Fragebogen zur Selbstwerteinschätzung, welcher nicht spezifisch hörbezogen ist, zeigte einige signifikante bzw. tendenzielle Zusammenhänge mit den Testergebnissen, was die Tonhöhendiskrimination, die

Erkennung der Stimmlage und die Prosodieproduktion betrifft. Denkbar wäre, dass ein frühzeitiges Erkennen von Sprechern bald nach der Erstanpassung im Alltag wichtig ist und von den CI-Trägern auch bei noch geringen Erfahrungen mit dem CI bemerkt wird, was zu einer Steigerung des Selbstwerts führen könnte. Möglich ist auch, dass ein höherer allgemeiner Selbstwert zu einer besseren Testbearbeitung führt, weil sicherere Angaben trotz noch ungenauer Wahrnehmungen gemacht werden und mehr Selbstvertrauen in die eigene Stimmvariabilität beim Untertest zur Prosodieproduktion vorteilhaft sein könnte.

#### *4.1.3.2 Zusammenhang der Testergebnisse mit den subjektiven Ratings*

Im Gegensatz zu bisherigen Studien, die meist keinen oder nur vereinzelte Zusammenhänge zwischen Tests zur Musikwahrnehmung und subjektiven Muskratings berichtet hatten (Bruns et al. 2016, Drennan et al. 2015), ergaben sich in dieser Erhebung einige signifikante Korrelationen zwischen subjektiven Musikeinschätzungen und der Testleistung. Eine bessere Testleistung mit dem CI-Ohr ging mit positiveren Ratings einher. Insbesondere bei der Tonhöhendiskrimination zeigten sich Korrelationen mittlerer Effektgröße. Wie gut Intervalle am Klavier in sehr hoher und sehr tiefer Tonlage mit dem CI unterschieden werden konnten, ging mit der Einschätzung bzgl. der „Halligkeit“ von Musik einher. Je besser Intervalle unterschieden werden konnten, desto weniger wurde Musik als „hallig“ empfunden. Roy et al. (2012, 2015) folgerten aus ihren Ergebnissen, dass für die schlechte Klangqualität beim Musikhören über das CI die beeinträchtigte Wahrnehmung tiefer Frequenzen verantwortlich sein könnte und sich vermehrter Hall in Musik sehr negativ auf die Qualitätsrankings bei Musik auswirke. Hier ergeben sich Hinweise darauf, dass eine beeinträchtigte Tonhöhendiskrimination insbesondere auch in hoher und tiefer Tonlage mit dem negativen Eindruck von Halligkeit beim Musikhören verbunden ist. Neben den Untertests zur Tonhöhe ging eine bessere Stimmlagenerkennung mit einem natürlicheren, angenehmeren und deutlicherem Klang bei Musik über das CI einher. Auch eine höhere Anzahl richtig erkannter Alltagsgeräusche über das CI hatte positivere Bewertungen bei Musik bzgl. deren Angenehmheit und deren Deutlichkeit zur Folge.

Ein möglicher Grund für die hier gefundenen Zusammenhänge zwischen Musiktests und subjektiven Ratings könnte in der relativ kurzen Zeitspanne seit der Erstanpassung liegen. Andere Kriterien als bei schon länger bestehender CI-Versorgung könnten für die subjektiven Ratings wichtig sein. Die Genauigkeit der Wahrnehmung könnte anfangs für die subjektive Bewertung des Klangs eine größere Rolle spielen.

#### **4.1.4 Kritische Zusammenfassung der Fähigkeiten der CI-Träger zum ersten Testzeitpunkt**

Schon zeitnah nach der Erstanpassung scheint eine grundlegende Diskriminationsfähigkeit in nicht-linguistischen Bereichen mit dem CI möglich und bereits mit den Ergebnissen bisherigen Studien, die CI-Träger meist zu einem deutlich späteren Zeitpunkt untersuchten, vergleichbar zu sein. Auch wenn die Leistungen nur mit dem CI insgesamt im Vergleich zu Normalhörenden stark beeinträchtigt sind, kann ein kontralaterales Hörvermögen teilweise die Diskriminationsfähigkeiten erwartungsgemäß verbessern, wie bei der Erkennung der Klangfarbe eines Instruments oder der Stimmlage eines Sprechers. Stark beeinträchtigt scheint vor allem die Wahrnehmung von Klangfarben zu sein. Ob dies rein auf ein Wahrnehmungsdefizit mit dem CI zurückzuführen ist, ist fraglich, da zu einem frühen Zeitpunkt nach der CI-Versorgung noch ein geringer Erfahrungsschatz mit dem CI bestehen dürfte und viele Instrumente wahrscheinlich noch nie bewusst mit dem CI gehört wurden. Somit erscheint es schwierig, einen Klang sicher zuzuordnen. Ebenso ist die schlechte subjektive Klangqualität mit dem CI im Fragebogen mit Vorsicht zu interpretieren, da diese auch durch eine geringe Anzahl an Erfahrungen mit dem CI bedingt sein kann.

Während die Ertaubungsdauer bei der Sprachwahrnehmung mit dem CI einen wichtigen Einflussfaktor darstellt, ist der Einfluss auf Bereiche der Musik- und Prosodiewahrnehmung als sehr gering einzuschätzen. Bildgebende Studien unterstützen die Annahme, dass bei längerer Deprivation durch Ertaubung die im Gehirn vorhandenen Repräsentationen von Hörwahrnehmungen sich verändern und dadurch der Erfolg mit dem CI beeinflusst wird (Lazard et al. 2014). Dies gilt für sprachliche und nicht-sprachliche Repräsentationen wie den Alltagsgeräuschen, wobei sich der Verlauf der neuronalen Reorganisation für sprachliche und nicht-sprachliche Inhalte wohl unterscheidet (Lazard et al. 2011, 2013). Die Ergebnisse dieser Studie legen nahe, dass Deprivationseffekte bei nicht-sprachgebundenen Bereichen weniger zum Tragen kommen. Zu beachten ist, dass die CI-Träger in dieser Erhebung teilweise ein gut erhaltenes kontralaterales Restgehör aufwiesen, was zentrale Deprivationseffekte durch die Ertaubungszeit auf dem CI-Ohr beeinflussen kann.

Bisherige Erfahrungen im Musikbereich zeigten in dieser Erhebung einen sehr begrenzten Einfluss auf die Diskriminationsfähigkeit im Bereich der Musik, der Prosodie, der Stimmlage und der Alltagsgeräusche. Bei der Testkonstruktion wurde versucht, den Einfluss von musikbezogenen Vorerfahrungen möglichst gering zu halten. So wurde bei der Erkennung von Klangfarben gefordert, die in westlichen

Ländern meist bekannte grobe Gattung eines Instruments zu bestimmen und nicht ein bestimmtes Musikinstrument zu benennen. Ebenso wurde bei der Liedauswahl beim Melodieerkennen darauf geachtet, dass nur sehr bekannte Lieder gespielt wurden und vor der Testung eine Liste der Titel mit der Möglichkeit, einzelne Lieder auszusortieren, gegeben wurde.

#### **4.1.5 Kritische Diskussion der entwickelten Testverfahren und deren Durchführung und Auswertung**

Die Testbedingung, in der nur das CI-Ohr untersucht wurde, fand mit kontralateraler Vertäubung statt, wodurch Einbußen auf die Leistung durch das einseitige Hören und durch appliziertes Rauschen am Gegenohr unvermeidbar sind. Diese negativen Effekte können die Wahrnehmungen mit dem CI auf ein generell niedrigeres Niveau drücken. Auch ist denkbar, dass die Vertäubung Höreindrücke von der kontralateralen Seite – wenn auch in geringem Maße – nicht immer vollständig unterdrückt und die Aufgabenbearbeitung mit dem CI beeinflussen. Da das kontralaterale Hörvermögen in den Ergebnissen keinen Einfluss auf die Testbearbeitung mit dem CI hatte, was bei schlechter Vertäubung zu erwarten wäre, dürfte dieser Effekt nicht von Bedeutung sein. Lediglich beim Melodieerkennen ergab sich ein Einfluss des kontralateralen Hörvermögens. Da die Bedingungen bei den Untertests zur Tonhöhendiskrimination am Klavier jedoch mit den Bedingungen beim Melodieerkennen vergleichbar sind, scheint dieser Einfluss eher durch indirekte Effekte wie ein erleichterter Abruf aus dem Gedächtnis entstanden zu sein. Die Sinnhaftigkeit des Tests zur Melodieerkennung ist jedoch grundsätzlich fraglich, da bei diesem Test viele, nicht auf der Wahrnehmung basierende Faktoren die Testbearbeitung beeinflussen können, wie zum Beispiel die Bekanntheit der Lieder, individuelle Musikvorlieben oder der Abruf aus dem Gedächtnis. So deuten auch der unerwartete Einfluss des Geschlechts und die teilweise inversen Zusammenhänge mit der subjektiven Klangqualität über das CI im Fragebogen und mit den Vorerfahrungen im Musikbereich auf Schwächen dieses Untertests hin. Ebenso scheint die Aufgabe zur aktiven Prosodieproduktion bei postlingual ertaubten CI-Trägern wenig Aussagekraft zu haben und eher von Faktoren wie der musikalischen Vorerfahrungen abzuhängen.

Die hier verwendeten Testverfahren wurden auf der Grundlage bisher bei CI-Trägern eingesetzter Tests entwickelt und um Tests zur Prosodie, Stimmlage und Geräuschwahrnehmung erweitert. Die entwickelten Verfahren unterscheiden sich von anderen deutlich. Dies macht eine Vergleichbarkeit der Testergebnisse dieser Studie mit bisherigen Erhebungen insgesamt schwierig. Die Testergebnisse wiesen unerwartet hohe Zusammenhänge mit subjektiven Fragebögen und Musikratings auf,

was eine hohe externe Aussagekraft der erhobenen Fähigkeiten auf die subjektive Klangqualität, die hörbezogene Lebensqualität und das Musikhören im Alltag nahelegt. Besonders die Tonhöhendiskrimination, die Klangfarben- und Stimmlagen- sowie Geräuscherkennung scheinen eine hohe Aussagekraft für subjektive Wahrnehmungen im Alltag zu haben. Die Tests scheinen mehr Alltagsbezug als bisherige, meist am PC und synthetischen Klangbeispielen durchgeführte Tests aufzuweisen. So wurden hier ein live gespieltes Klavier und für ein Instrument typische Musikstücke verwendet. Die gefundenen Zusammenhänge implizieren jedoch keine kausale Verbindung zwischen Testleistung und subjektiven Maßen.

Bei der Interpretation der hier beschriebenen Zusammenhänge der Testergebnisse mit personenbezogenen Variablen wie der Ertaubungsdauer, sowie mit subjektiven Fragebögen und Ratings ist zu berücksichtigen, dass eine explorative Auswertung durchgeführt wurde. Der Einfluss von nicht erhobenen Faktoren und von gegenseitiger Verbindung der hier erfassten Faktoren kann die Zusammenhänge zu deutlich hervortreten lassen. Die hier gefundenen Korrelationen sollten in weiteren Untersuchungen mit gezielter Wahl des Studiendesigns und Statistikverfahren überprüft werden.

## **4.2 Einsatz von Musiktherapie bei erwachsenen, postlingual ertaubten CI-Trägern**

### **4.2.1 Ergebnisse der Pilotstudie**

Die 12 einseitig versorgten CI-Träger, die durchschnittlich etwa 40 Tage nach der Erstanpassung den ersten Diagnostiktermin mit anschließender Musiktherapie wahrnahmen, zeigten Verbesserungen von vor zu nach der Musiktherapie in der subjektiven Einschätzung der Klangqualität über das CI und des Selbstwerts im Fragebogen. Während die Diskriminationsfähigkeit von Tonhöhen und das Erkennen von Klangfarben und Melodien bei Testdurchführung mit beiden Ohren auf einem ähnlichen Niveau blieb, steigerte sich die Klangfarbenerkennung nur mit dem CI signifikant von durchschnittlich etwa 32% auf 63%. Der Anstieg im Selbstwert könnte durch musiktherapeutische Maßnahmen und auditherapeutische Inhalte in der Rehabilitation, ebenso aber durch Effekte der CI-Versorgung auf die Akzeptanz der eigenen Hörstörung und mehr Wohlbefinden und Sicherheit in sozialen Kontakten verursacht sein. Da sich die Musiktherapie stark auf den Klang von Hörwahrnehmungen konzentriert, ist ein Beitrag musiktherapeutischer Inhalte auf die subjektive Klangqualität und die Wahrnehmung von Klangfarben im Test wahrscheinlich. Mögliche Effekte der Musiktherapie lassen sich hier jedoch nicht von allgemeinen Lerneffekten im Alltag, Verbesserungen aufgrund veränderter Anpass-



Strategien des Sprachprozessors und von Effekten durch das Hörtraining trennen. Die Tatsache, dass die CI-Träger die neu entwickelte Musiktherapie durchlaufen konnten und möglicherweise Verbesserungen durch die Musiktherapie erzielt würden, entsprach dem Ziel der Pilotstudie, so dass das Forschungsprojekt fortgeführt wurde.

## **4.2.2 Wirksamkeit der Musiktherapie**

### **4.2.2.1 Effekte auf die Diskriminationsfähigkeit der CI-Träger**

In dieser Untersuchung wurden sowohl spezifische Verbesserungen der Diskriminationsfähigkeit mit dem CI in der Gruppe, die die Musiktherapie absolviert hatte, als auch allgemeine Verbesserungen über die Zeit gefunden. Allgemeine Effekte, die in der Therapie- und Wartegruppe auftraten, bezogen sich auf das Melodieerkennen und die Tonhöhendiskrimination in mittlerer Tonlage. Dies könnte durch feinere Anpass-Strategien, durch Hörtraining und Reha-Maßnahmen sowie durch Lerneffekte bei Benutzung des CI im Alltag verursacht sein. Melodien werden in alltäglich gespielter Musik z.B. im Radio gehört, was das Erkennen gerade zu einem frühen Zeitpunkt nach der Erstanpassung verbessern könnte. Auch die Verbesserung der Tonhöhendiskrimination in einer mittleren Tonlage, in der z.B. auch die menschliche Gesangsstimme liegt, scheint durch eine vermehrte Exposition im Alltag im Gegensatz zu sehr hohen und sehr tiefen Tonlagen wahrscheinlich. Die Leistungssteigerung in bilateraler Aufgabenbearbeitung unabhängig von der Teilnahme an der Musiktherapie könnte auf einen Effekt durch die Testwiederholung hindeuten. Trotz der langen Zwischenzeit ist es den Personen vermutlich möglich, die Melodien beim zweiten Testdurchgang schneller und sicherer aus dem Gedächtnis abzurufen.

Verbesserungen infolge der Musiktherapie zeigten sich auf dem CI-Ohr bzgl. der musikalischen Fähigkeiten bei der Tonhöhendiskrimination in hoher und tiefer Tonlage und bei der Klangfarbenwahrnehmung. Da die Beeinträchtigung tiefer Frequenzen und des Basses vermutlich eine zentrale Rolle für das verschlechterte Musikerleben spielt (Roy et al. 2012), ist die verbesserte Diskrimination in tiefer Tonlage möglicherweise für CI-Träger im Alltag relevant. Vandali et al. (2015), deren Trainingsprogramm sich vor allem auf die Tonhöhen- und Klangfarbenwahrnehmung konzentrierte, beschrieben insbesondere einen Effekt ihres Trainings in der Tonhöhendiskrimination während der ersten Trainingsphase. Driscoll (2012) führte drei verschiedene Trainingsvarianten zum Erkennen von Musikinstrumenten mit je etwa 20 erwachsenen CI-Trägern durch und berichtet von einer Verbesserung in der Klangfarbenwahrnehmung mit großer Effektstärke nach drei Wochen drei Mal pro Woche Training. Dieses Ergebnis ist mit den hier berichteten Steigerungen durchaus vergleichbar, auch wenn die CI-Träger in dieser Studie ein intensiveres therapeutisches Setting zu einem früheren Zeitpunkt im

Verlauf der CI-Nachsorge erhielten und auf einem niedrigeren Niveau starteten. Zu beachten ist außerdem, dass Driscoll (2012) keine Wartegruppe in die Studie einschloss, weil in einer vorherigen Studie keine Verbesserungen im Testverfahren bei CI-Trägern über die Zeit gefunden worden war.

Die Wirkung der Musiktherapie ging über rein musikalische Fähigkeiten hinaus und betraf auch die Einschätzung der Prosodie in der Sprache mit dem CI, was bisher bei erwachsenen CI-Trägern ein noch wenig untersuchter Bereich ist. Eine Untersuchung von Lo et al. (2015) zeigte nach Einsatz eines Programms zum Training der Melodie-Kontur-Erkennung Fortschritte in der Unterscheidung von Fragen und Aussagen wie in dieser Studie. Allerdings schlossen Lo et al. (2015) keine Wartegruppe ein. Petersen et al. (2012), die in ihrem Therapiekonzept den Fokus vor allem auf die Stimme und deren emotionale Ausdrucksmöglichkeiten legten, fanden einen allgemeinen Lerneffekt in der Erkennung emotionaler Prosodie über die Zeit, wobei CI-Träger, die ein musikalisches Training erhielten, schneller lernten.

Auch wenn Studien mit Musikern und kurzzeitigen Musiktrainings vermuten lassen, dass das Erkennen von Stimmlagen verbessert werden könnte (Kraus u. Chandrasekaran 2010, Herholz u. Zatorre 2012), war dies in dieser Studie nicht der Fall. Auch die Fähigkeit, der eigenen Stimme emotionalen Ausdruck zu verleihen, veränderte sich nicht durch die musiktherapeutische Behandlung, obwohl die Stimmvariabilität einen zentralen Teil der Therapie darstellte. Die Leistung in dem Untertest zeigte sich jedoch schon vor der Therapie auf einem zu den Normalhörenden vergleichbaren Niveau, so dass ein Deckeneffekt und eine zu geringe Sensitivität im guten Leistungsbereich mögliche Therapieeffekte verhindern. Tendenziell fand sich eine Steigerung der Geräuschwahrnehmung mit dem CI, was bisher in Verbindung mit der Musiktherapie noch wenig untersucht wurde und für einen gewissen Grad an Generalisierung der Therapieeffekte spricht. Eine Studie, die ein spezifisches Training von Umweltgeräuschen bei schon erfahrenen CI-Trägern untersuchte, stellte Verbesserungen in ihrem Test zur Geräuscherkennung, aber keine weiteren Effekte fest (Shafiro et al. 2015).

Besonders in den Untertests zur Tonhöhendiskrimination, zur Klangfarben- und zur Prosodieerkennung schien die therapiespezifische Verbesserung deutlich davon abzuhängen, wie gut die CI-Träger beim ersten Erhebungstermin abgeschnitten hatten. Eine schlechtere Leistung zu Beginn ermöglichte eine deutlichere Verbesserung, was auf eine größere Wirksamkeit bei eher schwachen CI-Trägern schließen lässt. Es könnte jedoch auch eine höhere Sensitivität der Tests im unteren Leistungsbereich vorliegen, so dass die Therapieeffekte dort deutlicher hervortreten.

#### 4.2.2.2 Effekte auf die subjektive Fragebogendiagnostik

Der Gesamtwert der subjektiven Klangqualität mit dem CI steigerte sich in der Therapie- und Wartegruppe und legt einen von der Musiktherapie unabhängigen Zuwachs der Klangqualität nahe.

Bei Auswertung des durchschnittlichen Ratings der beantworteten Fragen zeigte sich ein therapiespezifischer Effekt auf die Einschätzung des Klangs über das CI. Dass die Musiktherapie die subjektiv eingeschätzte Klangqualität verbesserte, scheint zwar damit möglich, das Ergebnis ist aber nicht eindeutig und aufgrund des deskriptiv niedrigeren Ausgangsniveaus in der Therapiegruppe und des mit Vorsicht zu interpretierenden Mittelwerts unsicher.

Die hörbezogene Lebensqualität steigerte sich insgesamt erwartungsgemäß über die Zeit in der Rehabilitationsphase nach einer CI-Versorgung. Diese Verbesserungen betrafen weniger die Einschätzungen bzgl. eigener Wahrnehmungen im Alltag, sondern eher das psychische Befinden und die Qualität sozialer Kontakte. Ein spezifischer Effekt in der Therapiegruppe zeigte sich in der Unterskala zum Aktivitätsverhalten, was eine Zunahme der Qualität und eine gesteigerte Aufnahme an Aktivitäten in beruflichen und privaten Bereichen infolge der Musiktherapie nahelegt. Insbesondere im psychosozialen Aspekt der Lebensqualität könnte Musiktherapie zusätzlich zur allgemeinen Rehabilitation Effekte nach sich ziehen, vor allem bei niedrigen Ausgangswerten. Eine Verbindung von Musikwahrnehmung und der hörbezogenen Lebensqualität hatte sich bereits durch die Zusammenhänge zwischen der Lebensqualität und der Diskriminationsfähigkeit mit dem CI in Bereichen der Musik, Prosodie und Geräuschwahrnehmung abgezeichnet.

Es ergaben sich keine signifikanten Effekte durch die Musiktherapie bezüglich der Selbstwerteinschätzung, auch wenn der Selbstwert deskriptiv in der Therapiegruppe im Gegensatz zur Wartegruppe anstieg. Falls Auswirkungen der musiktherapeutischen Behandlung auf den Selbstwert oder bestimmte Unterskalen des Selbstwerts vorhanden sind, so scheint dieser nur gering zu sein oder mit dem nicht krankheitsbezogenen Fragebogen nicht nachweisbar.

Bisherige Untersuchungen zu Effekten von Musiktrainings bei CI-Trägern erfassten vorwiegend die Diskriminationsfähigkeit von verschiedenen und meist speziell trainierten musikalischen Bereichen. Psychologische Fragebogen wurden kaum verwendet. Van Besouw et al. (2014, 2015) benutzten Feedback-Bögen und Ratings zu Musikhörgewohnheiten sowie der Rolle von Musik und kamen zu dem Ergebnis, dass es Veränderungen in der Einstellung zu Musik und den Hörgewohnheiten nach den Workshops gebe.

#### 4.2.2.3 Kritische Diskussion der Testverfahren und des Studien-Designs

Die verwendeten Testverfahren wurden speziell für diese Untersuchung vor dem Hintergrund einer Überprüfung des neuen Musiktherapiekonzepts entwickelt. Einerseits sollte eine Ähnlichkeit der Tests zu Therapiemodulen deren Sensitivität erhöhen. Andererseits hatte die Verwendung von zu Therapieinhalten sich abgrenzenden, alltagsnahen Tests und allgemeinen Fragebögen zum Ziel, mögliche Generalisierungen der Therapieeffekte zu finden. Daraus folgte, dass bei der Aufgabenbearbeitung ein direkter Kontakt mit dem Testleiter notwendig war und Aufgaben z.T. live am Klavier gespielt wurden, was zu Lasten einer Standardisierung verglichen mit rein Computer-gestützten Tests ging. Um die Objektivität bei der Testdurchführung weitgehend zu erhalten, waren Instruktion, Aufgaben und deren Protokollierung detailliert geregelt und die Durchführung der Diagnostik und der Therapie personell getrennt. Es war im Setting nicht möglich, für Teilnehmer und Testleiter die Gruppenzugehörigkeit zu verblinden, was insbesondere zum zweiten Testzeitpunkt aufgrund einer möglichen Beeinflussung durch die Erwartungshaltung des Testleiters wünschenswert gewesen wäre.

Weiterhin ist anzuführen, dass bei einigen Untertests zwei Versionen – je eine pro Bedingung bilateral / nur CI - verwendet wurden, um einen Lerneffekt durch Behalten der Testbeispiele (z.B. der speziellen Geräusche oder der Liedtitel) zu verhindern. In der Überprüfung an den Normalhörenden fanden sich in den Tests zur Melodie- und Geräuscherkennung zwischen den Versionen leichte Unterschiede in der Schwierigkeit. Durch die jeweils balancierte Zuteilung der Testversionen in der Therapie- und der Wartegruppe können Einflüsse auf die Ergebnisse jedoch ausgeschlossen werden.

Die Aufgaben fanden in der Bedingung nur mit CI mit Vertäubung des kontralateralen Ohres statt, so dass das applizierte Rauschen einen Störfaktor darstellte und auch eine vollständige Abdichtung nicht mit Sicherheit anzunehmen ist. Eine Beeinflussung der Testergebnisse durch das kontralaterale Ohr ist bis auf den Untertest der Melodieerkennung unwahrscheinlich aufgrund der fehlenden Korrelation der Testleistung mit dem kontralateralen Hörvermögen. Da zudem die Testbedingungen in der ersten und in der zweiten Testdiagnostik identisch waren, ist eine Interpretation der Therapieeffekte trotz des unsicheren Faktors der Vertäubung möglich.

Das musiktherapeutische Konzept wurde mit einseitig CI-versorgten, postlingual ertaubten Personen mit unauffälliger lautsprachlicher Entwicklung in der Kindheit überprüft. Dennoch handelt es sich um eine klinische Gruppe mit hohen

interindividuellen Unterschieden, die vor allem das kontralaterale Hörvermögen und die Ertaubungsursache und -zeit betreffen. Ertaubungsdauer und kontralaterales Hörvermögen scheinen auf die Aufgabenbearbeitung mit CI keinen signifikanten Einfluss zu haben. Dennoch ist nicht auszuschließen, dass der Unterschied in der Ertaubungsdauer und der tendenzielle Unterschied im kontralateralen Hörvermögen zwischen Therapie- und Wartegruppe und die deskriptiv teilweise sichtbaren Unterschiede in den Ausgangswerten zum ersten Testzeitpunkt die Veränderungen vom ersten zum zweiten Testzeitpunkt neben der Musiktherapie mitbeeinflusst haben. Ebenso kann die hohe Variabilität im zeitlichen Ablauf der Studie vor allem hinsichtlich des Zeitpunkts des ersten Diagnostiktermins die Ergebnisse beeinflussen. Nicht alle CI-Träger absolvierten vergleichbare Rehabilitations-Maßnahmen, so dass sich die Kontrolle der Einflüsse aus anderen Therapien und Sprachprozessoranpassungen als schwierig gestaltete. Es lagen zwar keine Anhaltspunkte für stark differierende Maßnahmen zwischen Therapie- und Wartegruppe vor, jedoch können bei einer Gruppengröße von je 15 Personen zufällige Differenzen entstehen und die Ergebnisse beeinflussen.

Die Ergebnisse geben Hinweise, dass die Musiktherapie bestimmte Bereiche der Wahrnehmung mit dem CI und subjektive Einschätzungen zum Klang und zur Lebensqualität beeinflussen kann. Welche Inhalte und Aspekte der Musiktherapie diese Effekte nach sich ziehen, lässt sich bei dem gewählten Design nicht bestimmen. Neben den Übungen und der therapeutischen Beziehung ist denkbar, dass begleitende Einstellungs- und Verhaltensänderungen wie z.B. vermehrtes Befassen mit Musik im Alltag – ein durchaus gewollter Effekt der Musiktherapie – die berichteten Effekte hervorrufen. Inwieweit die Steigerungen über die Beendigung der Musiktherapie hinaus anhalten, lässt sich ohne Follow-up Messung nicht sicher klären. Laut Studien ist zwar nicht mit Rückschritten in der Hörentwicklung zu rechnen (Cusumano et al. 2017, Holden et al. 2013), jedoch wurde der Fokus dieser Studien meist auf das Sprachverstehen gelegt.

Obwohl die eigenen musikalischen Aktivitäten der CI-Träger in der untersuchten Gruppe ebenso wie die Musikhörgewohnheiten nicht auffallend hoch ausgeprägt waren, kann alleine aufgrund der Tatsache, dass die CI-Träger an der Musiktherapiestudie teilnahmen, von einer gewissen Affinität zur Musik ausgegangen werden. Ob die Musiktherapieeffekte auf Personen mit geringem Interesse für Musik generalisierbar sind, ist fraglich. Es wäre denkbar, dass eine geringe Motivation und Mängel in der Konzentration die therapeutischen Effekte deutlich schwächen.

### **4.3 Bedeutung der Musiktherapie in der Rehabilitation erwachsener CI-Träger**

Während Musiktherapie bei Erwachsenen in Bereichen wie der neurologischen Rehabilitation oder der Psychiatrie bereits häufig eingesetzt wird, sind musiktherapeutische Konzepte für erwachsene CI-Träger wenig verbreitet und zwischen den klinischen Zentren unterschiedlich. Die in der Literatur beschriebenen Trainings umfassen meist Computer-gestützte Übungen oder Workshops (z.B. Driscoll 2012, Van Besouw et al. 2014, 2015, Vandali et al. 2015). Die Beeinträchtigungen in der Wahrnehmung musikalischer Parameter, in der Sprachmelodie und Stimmlage eines Sprechers mit dem CI sind auch in dieser Erhebung zu einem frühen Zeitpunkt im Verlauf nach der CI-Versorgung deutlich ausgeprägt. Musikhörgewohnheiten und -aktivitäten scheinen sich alleine durch eine CI-Versorgung nicht bedeutend zu verändern. Dass neben dem Sprachverstehen auch Bereiche wie die Musikwahrnehmung mit dem CI von Bedeutung sind, zeigen die Zusammenhänge mit subjektiven Ratings bzgl. Musik und mit Erhebungen zur Lebensqualität und zur Klangqualität. Die Entwicklung eines standardisierten Musiktherapiekonzepts, das diese Probleme bewusst angeht, ist daher wichtig. Die besonderen Eigenschaften von Musik können zudem Lernprozesse auf basale auditive, aber auch höhere kognitive Funktionen anregen (Herholz u. Zatorre 2012).

Das entwickelte Konzept versucht, bisher diskutierte und vorgeschlagene Regeln für wirksame Therapien bei CI-Trägern zu berücksichtigen (siehe z.B. Fu u. Galvin 2008, Gfeller et al. 2015). Ein variables Übungsmaterial mit einfachen Reizen für ein analytisches Vorgehen und komplexe Reize für ein synthetisches Vorgehen ist durch Übungen mit einzelnen musikalischen Parametern wie der Tonhöhe oder einzelnen Instrumenten und durch das Arbeiten mit komplexen Musikstücken gewährleistet. Um Lernprozesse zu ermöglichen, sind Wiederholungen der Übungen, ausreichend Zeit und eine aktive Einbindung der Patienten, die über ein passives Zuhören hinausgeht, wichtig. Durch die direkte Interaktion mit dem Therapeuten kann Feedback gegeben und auf mögliche Frustration umgehend z.B. durch Reduzierung der Aufgabenschwierigkeit reagiert werden. Da das Niveau des Trainings durch den Therapeuten angepasst wird und sich die Auswahl der Übungen an den Bedürfnissen des CI-Trägers orientiert, können über die Verbesserung der Wahrnehmung hinausgehende therapeutische Effekte entstehen (Boothroyd 2010, Tye-Murray et al. 2012). Dazu zählen beispielsweise die Steigerung der Selbstkompetenzüberzeugung und der Lebensqualität. Die Ergebnisse der vorliegenden Studien deuten auf Effekte insbesondere bezüglich der psychosozialen Ebene hin. Als Voraussetzung für effektive

Lerneffekte werden bei Musik die hohen Anforderungen an die Aufmerksamkeitsfunktionen und die Auslösung positiver Emotionen diskutiert (z.B. Anderson u. Kraus 2013). Weitergehende Effekte könnten durch die aktive Auseinandersetzung mit einem für schwierig empfundenen Bereich der CI-Träger entstehen. Ein möglichst früher Einsatz von Musiktherapie, wie er auch von Philips et al. (2012) empfohlen wird, und therapeutische Betreuung können aufkommender Frustration möglicherweise entgegenwirken.

Die Wahrnehmung von musikalischen Parametern, von Elementen der Sprachmelodie und der Stimmlage sowie von nicht-sprachlichen Alltagsgeräuschen scheint in deutlich geringerem Maße als die Sprachwahrnehmung mit dem CI von Prädiktoren wie der Ertaubungsdauer abzuhängen. Auch die Vorerfahrungen mit Musik dürften keine große Rolle spielen. Da die Therapieeffekte teilweise deutlicher bei zu Beginn schlechteren Testergebnissen ausfallen, ist der Einsatz von Musiktherapie insbesondere für Personen mit zunächst stagnierender Hörentwicklung zu empfehlen. Eine besondere Bedeutung könnte der Musiktherapie auch bei Personen mit langer Ertaubungszeit zukommen, bei denen das Sprachverstehen über das CI problematisch bleibt und in der Musiktherapie und –wahrnehmung bessere Erfahrungen erlebt werden können. Grundsätzlich sollte aufgrund der hier vorgestellten Ergebnisse Musiktherapie bei erwachsenen CI-Trägern einen wichtigen Stellenwert in der Rehabilitation erlangen und die Weiterentwicklung von Konzepten und deren Überprüfung vorangetrieben werden.

#### **4.4 Ausblick**

Die hier berichteten Ergebnisse zeigen die Beeinträchtigungen erwachsener CI-Träger in Bereichen außerhalb des Sprachverstehens und die Möglichkeit, mit einer neu entwickelten musiktherapeutischen Behandlung Verbesserungen zu erreichen. Eine erneute Überprüfung der Effekte ist für eine definitive Aussage über die Wirksamkeit der Therapie notwendig. Sinnvoll wäre hierbei ein Studiendesign, das eine Diagnostik über das Therapieende hinaus einschließt und erfasst, welche Verhaltensweisen oder Übungen nach der Therapie fortgeführt werden sollten. Ein Vergleich des Konzepts mit anderen musiktherapeutischen Ansätzen und Elementen sowie mit Computergestützten Trainings könnte klären, welche Therapieelemente besonders wichtig sind. Bei der Auswahl der CI-Träger wäre aufgrund der hier gefundenen Ergebnisse die Untersuchung einer speziellen Gruppe von Personen mit langzeitiger Ertaubung und nicht zufriedenstellendem Sprachverstehen über das CI interessant, um besondere Einsatzbereiche der Musiktherapie festzustellen.

Die unerwartet hohen Zusammenhänge zwischen der Diskriminationsfähigkeit in den Tests und den subjektiven Ratings bzgl. Musik geben Anlass zur Annahme, dass durch Verbesserungen in der Wahrnehmung auch subjektive Ratings beeinflussbar sind. Denkbar wäre eine Überprüfung der Musiktherapie über emotionale Bewertungen beim Hören von alltagsrelevanten Musikstücken hinsichtlich der im Musikbeispiel vorherrschenden Emotion oder der Valenz vergleichbar mit den Erhebungen von Ambert-Daham et al. (2015). Da insbesondere Verbesserungen in der Tonhöhendiskrimination festgestellt wurden, könnten Auswirkungen auf die Fähigkeit zur sogenannten „stream segregation“ vorhanden sein, also der Fähigkeit, einen Sprecher unter anderen herauszuhören und diesen dadurch besser zu verstehen (Oxenham 2008). Ebenso sind neben den Effekten auf die Prosodie- und Stimmlagenerkennung Effekte auf die Sprachwahrnehmung im Störschall denkbar (Goldsworthy 2015). Eine Erweiterung der Diagnostik zur Erhebung sensitiver Variablen wäre für zukünftige Studien und eine weitere Etablierung der Musiktherapie von großer Bedeutung.



## 5. Zusammenfassung

Die Fähigkeit, Musik wahrzunehmen, ist bei erwachsenen Cochlea-Implantat(CI)-Trägern häufig beeinträchtigt, auch wenn gutes Sprachverstehen erzielt wird. Als problematisch wird zudem die Wahrnehmung der Sprachmelodie, der Stimmlage eines Sprechers und das Erkennen von Geräuschen beschrieben. Auch der Stellenwert von Musik im Leben nimmt im Vergleich zu vor der Hörminderung bei einer im Erwachsenenalter auftretenden Hörstörung ab und bleibt nach einer CI-Versorgung meist auf einem niedrigen Niveau. Ziel der Studie war, ein musiktherapeutisches Konzept für erwachsene CI-Träger zu entwickeln, das frühzeitig in der CI-Rehabilitation zusätzlich zu den etablierten Anwendungen eingesetzt wird. Mit einer umfassenden Diagnostik zur Musikwahrnehmung sollte die Leistung von CI-Trägern zu einem frühen Zeitpunkt nach der Erstanpassung des Sprachprozessors im Vergleich zu Normalhörenden erhoben werden. In einem zweiten Schritt sollte die Veränderung der erhobenen Fähigkeit nach einer musiktherapeutischen Behandlung bzw. nach einer Wartezeit ohne Musiktherapie untersucht und Therapieeffekte aufgezeigt werden.

In einer Pilotstudie wurde das Musiktherapiekonzept zunächst mit 12 postlingual ertaubten, einseitig versorgten CI-Trägern erprobt und auf seine Durchführbarkeit hin evaluiert. Die Musiktherapie in zehn 50-minütigen Einzelsitzungen ist weitreichender als bisherige Trainings und umfasst nicht nur analytisch und synthetisch aufgebaute musikbezogene Übungen, sondern auch Übungen zu Sprachmelodie und Stimmvariabilität und eigene musikalische Aktivitäten, um die Entwicklung der neuen Höreindrücke über das CI zu fördern. Es zeigten sich Verbesserungen in der Klangfarbenwahrnehmung, der subjektiven Klangqualität und des Selbstwerts im Fragebogen von vor zu nach der Therapie.

In der Hauptstudie wurden 30 einseitig versorgte, postlingual ertaubte CI-Träger im Alter von durchschnittlich 55 Jahren durchschnittlich 112 Tage nach der Erstanpassung in bilateraler, d.h. mit CI und kontralateralem Ohr, und in unilateraler Bedingung, d.h. nur mit dem CI, mit den Testverfahren untersucht und die Ergebnisse mit der Leistung von 55 Normalhörenden verglichen. Für die Überprüfung der Wirksamkeit der Musiktherapie erhielten 15 der CI-Träger vor einem zweiten Diagnostiktermin zehn 50-minütige Therapieeinheiten zusätzlich zu den gewöhnlichen Rehabilitationsanwendungen, während 15 der CI-Träger zwischen den Erhebungen keine Musiktherapie absolvierten. Erhoben wurden die Diskriminationsfähigkeit der musikalischen Parameter Tonhöhe, Melodie und Klangfarbe, die Fähigkeit, Sprachmelodie zu erkennen und selbst zu verändern, und die Fähigkeit, die Stimmlage eines Sprechers und verschiedene Alltagsgeräusche zu erkennen. Zusätzlich wurden

Fragebögen und Ratingskalen zur subjektiven Klangqualität, zur hörbezogenen Lebensqualität, zum Selbstwert und zur Einschätzung der Musikwahrnehmung erhoben. Wie erwartet zeigten sich zum ersten Testzeitpunkt deutliche Beeinträchtigungen der CI-Träger in unilateraler Bedingung (nur CI) gegenüber den Normalhörenden bzgl. der Tonhöhendiskrimination, der Melodie-, Klangfarben-, Stimmlagen-, Prosodie- und Geräuscherkennung, nicht jedoch bzgl. der aktiven Prosodieproduktion. Bei der Unterscheidung von Tonhöhen und der Melodieerkennung brachte das kontralaterale Ohr bei bilateraler Bedingung einen deutlichen Vorteil, so dass sich die Leistung nicht mehr signifikant von den Normalhörenden unterschied. Die Leistung der CI-Träger war weitgehend unabhängig von personenbezogenen und hörbiographischen Faktoren sowie früherer Musikerfahrungen. Die Ertaubungsdauer vor der CI-Versorgung, die für das mit dem CI erreichte Sprachverstehen als bedeutender Prädiktor gilt, beeinflusste die hier erhobene Fähigkeit nicht oder kaum. Es zeigten sich signifikante Zusammenhänge z.T. mittlerer Effektstärke zwischen Testleistungen und dem subjektiven Klangempfinden im Fragebogen und mit der hörbezogenen Lebensqualität, was einen Anhaltspunkt für eine hohe Aussagekraft der entwickelten Verfahren darstellt. Im Unterschied zu bisherigen Studien fanden sich signifikante Zusammenhänge zwischen den Testergebnissen und der subjektiven Einschätzung von Musik auf Ratingskalen. Neben allgemeinen Verbesserungen vom ersten zum zweiten Testzeitpunkt zeigten sich spezifische Therapieeffekte infolge der Musiktherapie auf dem CI-Ohr bzgl. der Tonhöhenunterscheidung in hoher und tiefer Lage, in der Klangfarben-, Prosodie- und Geräuscherkennung, in einer Variablen der subjektiven Klangqualität im Fragebogen und auf der Unterskala des Aktivitätsverhaltens im Fragebogen zur hörbezogenen Lebensqualität mit z.T. großen Effektstärken. Die Verbesserungen infolge der Therapie fielen in einigen Variablen bei einem zu Beginn schlechteren Ausgangswert deutlicher aus, was eine höhere Therapieeffektivität bei schwächerer Leistung nahelegt.

Die Beeinträchtigungen erwachsener CI-Träger in Bereichen außerhalb des Sprachverstehens sind ausgeprägt. Dass neben dem Sprachverstehen auch Bereiche wie die Musikwahrnehmung mit dem CI von Bedeutung sind, zeigen die Zusammenhänge mit subjektiven Ratings über Musik und mit Erhebungen zur Lebensqualität und Klangqualität. Die entwickelte Musiktherapie bietet die Möglichkeit, Verbesserungen, die über die reine Musikwahrnehmung hinauszugehen, zu erreichen. Der Einsatz und die Weiterentwicklung musiktherapeutischer Konzepte sind für erwachsene CI-Träger als ein wichtiger Beitrag zu einer gelungenen Rehabilitation des Hörens einzuschätzen.

## 6. Literatur

- Adams, D., Ajimsha, K.M., Barberá, M.T., Gazibegovic, D., Gisbert, J., Gómez, J., Raveh, E., Rocca, C., Romanet, P., Seebens, Y. und Zarowski, A. (2014). **Multicentre evaluation of music perception in adult users of Advanced Bionics cochlear implants.** *Cochlear Implants Int* 15(1), 20-26.
- Amann, E. und Anderson, I. (2014). **Development and validation of a questionnaire for hearing implant users to self-assess their auditory abilities in everyday communication situations: the Hearing Implant Sound Quality Index (HISQUI19).** *Acta Otolaryngol* 134(9), 915-923.
- Ambert-Dahan, E., Giraud, A.L., Sterkers, O. und Samson, S. (2015). **Judgment of musical emotions after cochlear implantation in adults with progressive deafness.** *Front Psychol* 6, doi: 10.3389/fpsyg.2015.00181.
- Anderson, S. und Kraus, N. (2013). **Auditory Training: Evidence for Neural Plasticity in Older Adults.** *Perspect Hear Hear Disord Res Res Diagn* 17, 37-57.
- Blamey P., Artieres F., Başkent D., Bergeron F., Beynon A., Burke E., Dillier N., Dowell R., Fraysse B., Gallégo S., Govaerts P.J., Green K., Huber A.M., Kleine-Punte A., Maat B., Marx M., Mawman D., Mosnier I., O'Connor A.F., O'Leary S., Rousset A., Schauwers K., Skarzynski H., Skarzynski P.H., Sterkers O., Terranti A., Truy E., Van de Heyning P., Venail F., Vincent C. und Lazard D.S. (2013). **Factors affecting auditory performance of postlinguistically deaf adults using cochlear implants: an update with 2251 patients.** *Audiol Neurootol* 18(1), 36-47.
- Boothroyd, A. (2010). **Adapting to changed hearing: the potential role of formal training.** *J Am Acad Audiol* 21(9), 601-611.
- Bortz, J. (1999). **Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler.** Springer, Heidelberg.
- Bortz, J. und Döring, N. (2006). **Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler.** Springer, Heidelberg.
- Bradley, M.M. und Lang P.J. (2007). **The International Affective Digitized Sounds (2nd Edition; IADS-2): Affective Ratings of Sounds and Instruction Manual.** Technical report B-3, University of Florida, Gainesville, Florida. URL: <ftp://128.125.133.25/arizzo/Audio/IADS2007%20emotional%20sound/IADS2%20Tech%20Report/IADS2.pdf> [Stand: 17.05.2016]
- Brockmeier, S.J., Fitzgerald, D., Searle, O., Fitzgerald, H., Grasmeder, M., Hilbig, S., Vermiere, K., Peterreins, M., Heydner, S. und Arnold, W. (2011). **The MuSIC perception test: a novel battery for testing music perception of cochlear implant users.** *Cochlear Implants Int* 12(1), 10-20.
- Brockmeier, S.J., Nopp, P., Vischer, M., Baumgartner, W., Stark, T., Schön, F., Müller, J., Braunschweig, T., Busch, R., Getto, M., Arnold, W. und Allum, D.J. (2002). **Correlation of speech and music perception in postlingually deaf Combi 40/40+ users.** In: Kubo, T., Takahashi, Y. und Iwaki, T. (Hrsg). *Cochlear Implants: An Update.* Kugler, The Hague, S. 459–464.
- Bruns, L., Mürbe, D. und Hahne, A. (2016). **Understanding music with cochlear implants.** *Sci Rep* 6, doi: 10.1038/srep32026.
- Caldwell, M., Rankin, S.K., Jiradejvong, P., Carver, C. und Limb, C.J. (2015). **Cochlear implant users rely on tempo rather than on pitch information during perception of musical emotion.** *Cochlear Implants Int* 16 (Suppl 3), S114-20.

- Calvino, M., Gavilán, J., Sánchez-Cuadrado, I., Pérez-Mora, R.M., Muñoz, E., Díez-Sebastián, J. und Lassaletta, L. (2016). **Using the HISQUI29 to assess the sound quality levels of Spanish adults with unilateral cochlear implants and no contralateral hearing.** *Eur Arch Otorhinolaryngol* 273(9), 2343-2353.
- Chang, S.A., Tyler, R.S., Dunn, C.C., Ji, H., Witt, S.A., Gantz, B. und Hansen, M. (2010). **Performance over time on adults with simultaneous bilateral cochlear implants.** *J Am Acad Audiol* 21(1), 35-43.
- Capretta, N.R. und Moberly, A.C. (2016). **Does quality of life depend on speech recognition performance for adult cochlear implant users?** *Laryngoscope* 126(3), 699-706.
- Chen, S., Karamy, B., Shipp, D., Nedzelski, J., Chen, J. und Lin, V. (2016). **Assessment of the psychosocial impacts of cochlear implants on adult recipients and their partners.** *Cochlear Implants Int* 17(2), 90-97.
- Cheng, M.Y., Spitzer, J.B., Shafiro, V., Sheft, S. und Mancuso, D. (2013). **Reliability measure of a clinical test: Appreciation of Music in Cochlear Implantees (AMICI).** *J Am Acad Audiol* 24(10), 969-979.
- Chin, S.B., Bergeson, T.R. und Phan, J. (2012). **Speech intelligibility and prosody production in children with cochlear implants.** *J Commun Disord* 45(5), 355-366.
- Cohen, J. (1988). **Statistical power analysis for the behavioral sciences.** Lawrence Erlbaum, New York.
- Cooper, W.B., Tobey, E. und Loizou, P.C. (2008). **Music perception by cochlear implant and normal hearing listeners as measured by the Montreal Battery for Evaluation of Amusia.** *Ear Hear* 29(4), 618-626.
- Crew, J.D., Galvin, J.J. und Fu, Q.J. (2016). **Perception of Sung Speech in Bimodal Cochlear Implant Users.** *Trends Hear* 20, 1-15.
- Cullington, H.E. und Zeng, F.G. (2011). **Comparison of bimodal and bilateral cochlear implant users on speech recognition with competing talker, music perception, affective prosody discrimination, and talker identification.** *Ear Hear* 32(1), 16-30.
- Cusumano, C., Friedmann, D.R., Fang, Y., Wang, B., Roland, J.T. und Waltzman, S.B. (2017). **Performance Plateau in Prelingually and Postlingually Deafened Adult Cochlear Implant Recipients.** *Otol Neurotol* 38(3), 334-338.
- Dastgheib, S.S., Riyassi, M., Anvari, M., Tayarani Niknejad, H., Hoseini, M., Rajati, M. und Ghasemi, M.M. (2013). **Music training program: a method based on language development and principles of neuroscience to optimize speech and language skills in hearing-impaired children.** *Iran J Otorhinolaryngol* 25(71), 91-95.
- Digester, F.M., Hast, A., Wesarg, T., Hessel, H. und Hoppe, U. (2012). **Melody identification for cochlear implant users and normal hearers using expanded pitch contours.** *Eur Arch Otorhinolaryngol* 269(11), 2317-2326.
- Di Nardo, W., Schinaia, L., Anzivino, R., De Corso, E., Ciacciarelli, A. und Paludetti, G. (2015). **Musical training software for children with cochlear implants.** *Acta Otorhinolaryngol Ital* 35(4), 249-257.
- Drennan, W.R. und Rubinstein, J.T. (2008). **Music perception in cochlear implant users and its relationship with psychophysical capabilities.** *J Rehabil Res Dev* 45(5), 779-789.

- Drennan, W.R., Oleson, J.J., Gfeller, K., Crosson, J., Driscoll, V.D., Won, J.H., Anderson, E.S. und Rubinstein, J.T. (2015). **Clinical evaluation of music perception, appraisal and experience in cochlear implant users.** *Int J Audiol* 54(2), 114-123.
- Driscoll, V.D. (2012). **The Effects of Training on Recognition of Musical Instruments by Adults with Cochlear Implants.** *Semin Hear* 33(4), 410-418.
- El Fata, F., James, C.J., Laborde, M.L. und Fraysse, B. (2009). **How much residual hearing is 'useful' for music perception with cochlear implants?** *Audiol Neurootol* 14 (Suppl 1), 14-21.
- Fu, Q.J., Chinchilla, S. und Galvin, J.J. (2004). **The role of spectral and temporal cues in voice gender discrimination by normal-hearing listeners and cochlear implant users.** *J Assoc Res Otolaryngol* 5(3), 253-260.
- Fu, Q.J. und Galvin, J.J. (2008). **Maximizing cochlear implant patients' performance with advanced speech training procedures.** *Hear Res* 242(1-2), 198-208.
- Fu, Q.J., Galvin, J.J., Wang, X. und Wu, J.L. (2015). **Benefits of music training in mandarin-speaking pediatric cochlear implant users.** *J Speech Lang Hear Res* 58(1), 163-169.
- Galvin, J.J., Fu, Q.J. und Nogaki, G. (2007). **Melodic contour identification by cochlear implant listeners.** *Ear Hear* 28(3), 302-319.
- Gfeller, K., Guthe, E., Driscoll, V. und Brown, C.J. (2015). **A preliminary report of music-based training for adult cochlear implant users: Rationales and development.** *Cochlear Implants Int* 16 (Suppl 3), S22-31.
- Gfeller, K., Jiang, D., Oleson, J.J., Driscoll, V., Olszewski, C., Knutson, J.F., Turner, C. und Gantz, B. (2012). **The effects of musical and linguistic components in recognition of real-world musical excerpts by cochlear implant recipients and normal-hearing adults.** *J Music Ther* 49(1), 68-101.
- Gfeller, K., Oleson, J., Knutson, J.F., Breheny, P., Driscoll, V. und Olszewski, C. (2008). **Multivariate predictors of music perception and appraisal by adult cochlear implant users.** *J Am Acad Audiol* 19(2), 120-134.
- Gfeller, K., Olszewski, C., Rychener, M., Sena, K., Knutson, J.F., Witt, S. und Macpherson, B. (2005). **Recognition of "real-world" musical excerpts by cochlear implant recipients and normal-hearing adults.** *Ear Hear* 26(3), 237-250.
- Gfeller, K., Witt, S., Woodworth, G., Mehr, M.A. und Knutson, J. (2002). **Effects of frequency, instrumental family, and cochlear implant type on timbre recognition and appraisal.** *Ann Otol Rhinol Laryngol* 111(4), 349-356.
- Gifford, R.H., Shallop, J.K. und Peterson, A.M. (2008). **Speech recognition materials and ceiling effects: considerations for cochlear implant programs.** *Audiol Neurootol* 13(3), 193-205.
- Gilbers, S., Fuller, C., Gilbers, D., Broersma, M., Goudbeek, M., Free, R. und Başkent, D. (2015). **Normal-Hearing Listeners' and Cochlear Implant Users' Perception of Pitch Cues in Emotional Speech.** *Iperception* 6(5), doi: 10.1177/0301006615599139.
- Gingras, B., Marin, M.M. und Fitch, W.T. (2014). **Beyond intensity: Spectral features effectively predict music-induced subjective arousal.** *Q J Exp Psychol (Hove)* 67(7), 1428-1446.

- Goldsworthy, R.L. (2015). **Correlations Between Pitch and Phoneme Perception in Cochlear Implant Users and Their Normal Hearing Peers.** *J Assoc Res Otolaryngol* 16(6), 797-809.
- Golub, J.S., Won, J.H., Drennan, W.R., Worman, T.D. und Rubinstein, J.T. (2012). **Spectral and temporal measures in hybrid cochlear implant users: on the mechanism of electroacoustic hearing benefits.** *Otol Neurotol* 33(2), 147-153.
- Haumann, S., Mühler, R., Ziese, M., und von Specht, H. (2007). **Diskrimination musikalischer Tonhöhen bei Patienten mit Kochleaimplantat.** *HNO* 55(8), 613-619.
- Herholz, S.C. und Zatorre, R.J. (2012). **Musical training as a framework for brain plasticity: behavior, function, and structure.** *Neuron* 76(3), 486-502.
- Hinderink, J.B., Krabbe, P.F. und Van Den Broek, P. (2000). **Development and application of a health-related quality-of-life instrument for adults with cochlear implants: the Nijmegen cochlear implant questionnaire.** *Otolaryngol Head Neck Surg* 123(6), 756-765.
- Holden, L.K., Finley, C.C., Firszt, J.B., Holden, T.A., Brenner, C., Potts, L.G., Gotter, B.D., Vanderhoof, S.S., Mispagel, K., Heydebrand, G. und Skinner, M.W. (2013). **Factors affecting open-set word recognition in adults with cochlear implants.** *Ear Hear* 34(3), 342-360.
- Homans, N.C., Metselaar, R.M., Dingemans, J.G., van der Schroeff, M.P., Brocaar, M.P., Wieringa, M.H., Baatenburg de Jong, R.J., Hofman, A. und Goedegebure, A. (2017). **Prevalence of age-related hearing loss, including sex differences, in older adults in a large cohort study.** *Laryngoscope* 127(3), 725-730.
- Innes-Brown, H., Marozeau, J. und Blamey, P. (2011). **The effect of visual cues on difficulty ratings for segregation of musical streams in listeners with impaired hearing.** *PLoS One* 6(12), doi: 10.1371/journal.pone.0029327.
- Inverso, Y. und Limb, C.J. (2010). **Cochlear implant-mediated perception of nonlinguistic sounds.** *Ear Hear* 31(4), 505-514.
- Jacob, R. und Stelzig, Y. (2013). **Cochleaimplantatversorgung in Deutschland.** *HNO* 61(1), 5-11.
- Jung, K.H., Cho, Y.S., Cho, J.K., Park, G.Y., Kim, E.Y., Hong, S.H., Chung, W.H., Won, J.H. und Rubinstein, J.T. (2010). **Clinical assessment of music perception in Korean cochlear implant listeners.** *Acta Otolaryngol* 130(6), 716-723.
- Kalathottukaren, R.T., Purdy, S.C. und Ballard, E. (2015). **Prosody perception and musical pitch discrimination in adults using cochlear implants.** *Int J Audiol* 54(7), 444-452.
- Kang, R., Nimmons, G.L., Drennan, W., Longnion, J., Ruffin, C., Nie, K., Won, J.H., Worman, T., Yueh, B. und Rubinstein, J. (2009). **Development and validation of the University of Washington Clinical Assessment of Music Perception test.** *Ear Hear* 30(4), 411-418.
- Kim, E., Lee, H.J. und Kim, H.J. (2012). **Music perception ability of Korean adult cochlear implant listeners.** *Clin Exp Otorhinolaryngol* 5(Suppl 1), S53-58.
- Kim, I., Yang, E., Donnelly, P.J. und Limb, C.J. (2010). **Preservation of rhythmic clocking in cochlear implant users: a study of isochronous versus anisochronous beat detection.** *Trends Amplif* 14(3), 164-169.
- Klop, W.M., Boermans, P.P., Ferrier, M.B., van den Hout, W.B., Stiggebout, A.M. und Frijns, J.H. (2008). **Clinical relevance of quality of life outcome in cochlear implantation in postlingually deafened adults.** *Otol Neurotol* 29(5), 615-621.

- Koelsch, S. (2011). **Toward a neural basis of music perception - a review and updated model.** *Front Psychol* 2, doi: 10.3389/fpsyg.2011.00110.
- Kohlberg, G.D., Mancuso, D.M., Griffin, B.M., Spitzer, J.B. und Lalwani, A.K. (2016). **Impact of Noise Reduction Algorithm in Cochlear Implant Processing on Music Enjoyment.** *Otol Neurotol* 37(5), 492-498.
- Kong, Y.Y., Cruz, R., Jones, J.A. und Zeng, F.G. (2004). **Music perception with temporal cues in acoustic and electric hearing.** *Ear Hear* 25(2), 173-185.
- Kong, Y.Y., Mullangi, A. und Marozeau, J. (2012). **Timbre and speech perception in bimodal and bilateral cochlear-implant listeners.** *Ear Hear* 33(5), 645-659.
- Koşaner, J., Kilinc, A. und Deniz, M. (2012). **Developing a music programme for preschool children with cochlear implants.** *Cochlear Implants Int* 4, 237-247.
- Krabbe, P.F., Hinderink, J.B. und van den Broek, P. (2000). **The effect of cochlear implant use in postlingually deaf adults.** *Int J Technol Assess Health Care* 16(3), 864-783.
- Kraus, N und Chandrasekaran, B. (2010). **Music training for the development of auditory skills.** *Nat Rev Neurosci* 11(8), 599-605.
- Lassaletta, L., Calvino, M., Sánchez-Cuadrado, I., Pérez-Mora, R.M. und Gavilán, J. (2015). **Which ear should we choose for cochlear implantation in the elderly: The poorer or the better? Audiometric outcomes, quality of sound, and quality-of-life results.** *Acta Otolaryngol* 135(12), 1268-1276.
- Lassaletta, L., Castro, A., Bastarrica, M., Pérez-Mora, R., Madero, R., De Sarría, J. und Gavilán, J. (2007). **Does music perception have an impact on quality of life following cochlear implantation?** *Acta Otolaryngol* 127(7), 682-686.
- Lazard, D.S., Giraud, A.L., Truy, E. und Lee, H.J. (2011). **Evolution of non-speech sound memory in postlingual deafness: implications for cochlear implant rehabilitation.** *Neuropsychologia* 49(9), 2475-2482.
- Lazard, D.S., Innes-Brown, H. und Barone, P. (2014). **Adaptation of the communicative brain to post-lingual deafness. Evidence from functional imaging.** *Hear Res* 307, 136-143.
- Lazard, D.S., Lee, H.J., Truy, E. und Giraud, A.L. (2013). **Bilateral reorganization of posterior temporal cortices in post-lingual deafness and its relation to cochlear implant outcome.** *Hum Brain Mapp* 34(5), 1208-1219.
- Limb, C.J., Molloy, A.T., Jiradejvong, P. und Braun, A.R. (2010). **Auditory cortical activity during cochlear implant-mediated perception of spoken language, melody, and rhythm.** *J Assoc Res Otolaryngol* 11(1), 133-143.
- Limb, C.J. und Roy, A.T. (2014). **Technological, biological, and acoustical constraints to music perception in cochlear implant users.** *Hear Res* 308, 13-26.
- Lin, F.R., Thorpe, R., Gordon-Salant, S. und Ferrucci, L. (2011). **Hearing loss prevalence and risk factors among older adults in the United States.** *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 66(5), 582-590.
- Lo, C.Y., McMahon, C.M., Looi, V. und Thompson, W.F. (2015). **Melodic Contour Training and Its Effect on Speech in Noise, Consonant Discrimination, and Prosody Perception for Cochlear Implant Recipients.** *Behav Neurol* 2015, doi: 10.1155/2015/352869.

- Loeffler, C., Aschendorff, A., Burger, T., Kroeger, S., Laszig, R. und Arndt, S. (2010). **Quality of Life Measurements after Cochlear Implantation.** *The Open Otorhinolaryngology Journal*, 4, 47-54.
- Looi, V., Gfeller, K. und Driscoll, V. (2012). **MUSIC APPRECIATION AND TRAINING FOR COCHLEAR IMPLANT RECIPIENTS: A REVIEW.** *Semin Hear* 33(4), 307-334.
- Looi, V., McDermott, H., McKay, C. und Hickson, L. (2007). **Comparisons of quality ratings for music by cochlear implant and hearing aid users.** *Ear Hear* 28(Suppl2), 59S-61S.
- Looi, V., McDermott, H., McKay, C. und Hickson, L. (2008). **The effect of cochlear implantation on music perception by adults with usable pre-operative acoustic hearing.** *Int J Audiol* 47(5), 257-268.
- Lu, T., Huang, J. und Zeng, F.G. (2014). **Accurate guitar tuning by cochlear implant musicians.** *PLoS One* 9(3), doi: 10.1371/journal.pone.0092454.
- Luo, X., Fu, Q.J. und Galvin, J.J. (2007). **Vocal emotion recognition by normal-hearing listeners and cochlear implant users.** *Trends Amplif* 11(4), 301-315.
- Macherey, O. und Carlyon, R.P. (2014). **Cochlear implants.** *Curr Biol* 24(18), R878-R884.
- Massida, Z., Marx, M., Belin, P., James, C., Fraysse, B., Barone, P. und Deguine, O. (2013). **Gender categorization in cochlear implant users.** *J Speech Lang Hear Res* 5, 1389-1401.
- Meister, H., Fürsen, K., Streicher, B., Lang-Roth, R. und Walger, M. (2016). **The Use of Voice Cues for Speaker Gender Recognition in Cochlear Implant Recipients.** *J Speech Lang Hear Res* 59(3), 546-556.
- Meister, H., Landwehr, M., Pyschny, V., Wagner, P. und Walger, M. (2011). **The perception of sentence stress in cochlear implant recipients.** *Ear Hear* 32(4), 459-467.
- Migirov, L., Kronenberg, J. und Henkin, Y. (2009). **Self-reported listening habits and enjoyment of music among adult cochlear implant recipients.** *Ann Otol Rhinol Laryngol* 118(5), 350-355.
- Mirza, S., Douglas, S.A., Lindsey, P., Hildreth, T. und Hawthorne, M. (2003). **Appreciation of music in adult patients with cochlear implants: a patient questionnaire.** *Cochlear Implants Int* 4(2), 85-95.
- Morris, D., Magnusson, L., Faulkner, A., Jönsson, R. und Juul, H. (2013). **Identification of vowel length, word stress, and compound words and phrases by postlingually deafened cochlear implant listeners.** *J Am Acad Audiol* 24(9), 879-890.
- Mühler, R., Ziese, M. und Rostalski, D. (2009). **Development of a speaker discrimination test for cochlear implant users based on the Oldenburg Logatome corpus.** *J Otorhinolaryngol Relat Spec* 71(1), 14-20.
- Mühler, R., Ziese, M. und Verhey, J.L. (2017). **Sprecherunterscheidung mit Cochleaimplantaten.** *HNO* 65(3), 243-250.
- Nakata, T., Trehub, S.E. und Kanda, Y. (2012). **Effect of cochlear implants on children's perception and production of speech prosody.** *J Acoust Soc Am* 131(2), 1307-1314.
- Nimmons, G.L., Kang, R.S., Drennan, W.R., Longnion, J., Ruffin, C., Worman, T., Yueh, B. und Rubenstien, J.T. (2008). **Clinical assessment of music perception in cochlear implant listeners.** *Otol Neurotol* 29(2), 149-155.



- Oxenham, A.J. (2008). **Pitch perception and auditory stream segregation: implications for hearing loss and cochlear implants.** *Trends Amplif* 12(4), 316-331.
- Papadelis, G. (2016). **Music-based rehabilitation in cochlear implant users: Insights from brain-plasticity research.** *Front Hum Neurosci Conference Abstract: SAN2016 Meeting.*
- Patel, A.D. (2014). **Can nonlinguistic musical training change the way the brain processes speech? The expanded OPERA hypothesis.** *Hear Res* 308, 98-108.
- Peng, S.C., Chatterjee, M. und Lu, N. (2012). **Acoustic cue integration in speech intonation recognition with cochlear implants.** *Trends Amplif* 16(2), 67-82.
- Peng, S.C., Lu, N. und Chatterjee, M. (2009). **Effects of cooperating and conflicting cues on speech intonation recognition by cochlear implant users and normal hearing listeners.** *Audiol Neurootol* 14(5), 327-337.
- Peng, S.C., Tomblin, J.B. und Turner, C.W. (2008). **Production and perception of speech intonation in pediatric cochlear implant recipients and individuals with normal hearing.** *Ear Hear* 29(3), 336-351.
- Peterson, N. und Bergeson, T.R. (2015). **Contribution of hearing aids to music perception by cochlear implant users.** *Cochlear Implants Int* 16 (Suppl3), S71-S78.
- Petersen, B., Mortensen, M.V., Hansen, M. und Vuust, P. (2012). **Singing in the Key of Life: A Study on Effects of Musical Ear Training After Cochlear Implantation.** *Psychomusicology* 22 (2), 134–151.
- Philips, B., Vinck, B., De Vel, E., Maes, L., D'Haenens, W., Keppler, H. und Dhooge, I. (2012). **Characteristics and determinants of music appreciation in adult CI users.** *Eur Arch Otorhinolaryngol* 269(3), 813-821.
- Ping, L., Yuan, M. und Feng, H. (2012). **Musical pitch discrimination by cochlear implant users.** *Ann Otol Rhinol Laryngol* 121(5), 328-336.
- Prentiss, S.M., Friedland, D.R., Nash, J.J. und Runge, C.L. (2015). **Differences in Perception of Musical Stimuli among Acoustic, Electric, and Combined Modality Listeners.** *J Am Acad Audiol* 26(5), 494-501.
- Rader, T. (2015). **Sprachverstehen mit elektrisch-akustischer Stimulation: Vergleich mit bilateral versorgten Cochleaimplantatträgern in verschiedenen Störgeräuschumgebungen.** *HNO* 63(2), 85-93.
- Raine, C. (2013). **Cochlear implants in the United Kingdom: awareness and utilization.** *Cochlear Implants Int* 14(Suppl1), S32-S37.
- Roy, A.T., Jiradejvong, P., Carver, C. und Limb, C.J. (2012). **Assessment of sound quality perception in cochlear implant users during music listening.** *Otol Neurotol* 33(3), 319-327.
- Roy, A.T., Vigeant, M., Munjal, T., Carver, C., Jiradejvong, P. und Limb, C.J. (2015). **Reverberation negatively impacts musical sound quality for cochlear implant users.** *Cochlear Implants Int* 16(Suppl3), S105-S113.
- Schütz, A. und Sellin, I. (2006). **Multidimensionale Selbstwertskala.** Hogrefe, Göttingen.
- Shafiro, V., Gygi, B., Cheng, M.Y., Vachhani, J. und Mulvey, M. (2011). **Perception of environmental sounds by experienced cochlear implant patients.** *Ear Hear* 32(4), 511-523.

- Shafiro, V., Sheft, S., Kuvadia, S. und Gygi, B. (2015). **Environmental sound training in cochlear implant users.** *J Speech Lang Hear Res* 58(2), 509-519.
- Shpak, T., Most, T. und Luntz, M. (2014). **Fundamental frequency information for speech recognition via bimodal stimulation: cochlear implant in one ear and hearing aid in the other.** *Ear Hear* 35(1), 97-109.
- Sladen, D.P., Carlson, M.L., Dowling, B.P., Olund, A.P., Teece, K., DeJong, M.D., Breneman, A., Peterson, A., Beatty, C.W., Neff, B.A. und Driscoll, C.L. (2017). **Early outcomes after cochlear implantation for adults and children with unilateral hearing loss.** *Laryngoscope* 127(7), 1683-1688.
- Smith, L., Bartel, L., Joglekar, S. und Chen, J. (2017). **Musical Rehabilitation in Adult Cochlear Implant Recipients With a Self-administered Software.** *Otol Neurotol* 38(8), e262-e267.
- Smith, D.R. und Patterson, R.D. (2005). **The interaction of glottal-pulse rate and vocal-tract length in judgements of speaker size, sex, and age.** *J Acoust Soc Am* 118(5), 3177-3186.
- Spitzer, J.B., Mancuso, D. und Cheng, M.Y. (2008). **Development of a clinical test of musical perception: appreciation of music in cochlear implantees (AMICI).** *J Am Acad Audiol* 19(1), 56-81.
- Sucher, C.M. und McDermott, H.J. (2007). **Pitch ranking of complex tones by normally hearing subjects and cochlear implant users.** *Hear Res* 230(1-2), 80-87.
- Sucher, C.M. und McDermott, H.J. (2009). **Bimodal stimulation: benefits for music perception and sound quality.** *Cochlear Implants Int* 10(Suppl1), 96-99.
- Timmermann, T. und Oberegelsbacher, D. (2012). **Praxisfelder und Indikation.** In: Lehrbuch Musiktherapie. Hrsg. Decker-Voigt, H.-H., Oberegelsbacher, D. und Timmermann, T.; Ernst Reinhardt, München, S. 21-26.
- Torppa, R., Faulkner, A., Huotilainen, M., Järvikivi, J., Lipsanen, J., Laasonen, M. und Vainio, M. (2014). **The perception of prosody and associated auditory cues in early-implanted children: the role of auditory working memory and musical activities.** *Int J Audiol* 53(3), 182-191.
- Tye-Murray, N., Sommers, M.S., Mauzé, E., Schroy, C., Barcroft, J. und Spehar, B. (2012). **Using patient perceptions of relative benefit and enjoyment to assess auditory training.** *J Am Acad Audiol* 23(8), 623-634.
- Van Besouw, R.W. und Grasmeder, M.L. (2011). **From TEMPO+ to OPUS 2: what can music tests tell us about processor upgrades?** *Cochlear Implants Int* 12(Suppl2), S40-S43.
- Van Besouw, R.M., Nicholls, D.R., Oliver, B.R., Hodkinson, S.M. und Grasmeder, M.L. (2014). **Aural rehabilitation through music workshops for cochlear implant users.** *J Am Acad Audiol* 25(4), 311-323.
- Van Besouw, R.M., Oliver, B.R., Hodkinson, S.M., Polfreman, R. und Grasmeder, M.L. (2015). **Participatory design of a music aural rehabilitation programme.** *Cochlear Implants Int* 16(Suppl3), S39-S50.
- Vandali, A., Sly, D., Cowan, R. und van Hoesel, R. (2015). **Training of cochlear implant users to improve pitch perception in the presence of competing place cues.** *Ear Hear* 36(2), e1-e13.
- Van Zyl, M. und Hanekom, J.J. (2013). **Perception of vowels and prosody by cochlear implant recipients in noise.** *J Commun Disord* 46(5-6), 449-464.

- Veekmans, K., Ressel, L., Mueller, J., Vischer, M. und Brockmeier, S.J. (2009). **Comparison of music perception in bilateral and unilateral cochlear implant users and normal-hearing subjects.** *Audiol Neurootol* 14(5), 315-326.
- Vongpaisal T. und Monaghan, M. (2014). **Cross-modal perception of rhythm in music and dance by cochlear implant users.** *Cochlear Implants Int* 15(Suppl1), S55-S58.
- Wang, W., Zhou, N. und Xu, L. (2011). **Musical pitch and lexical tone perception with cochlear implants.** *Int J Audiol* 50(4), 270-278.
- World Health Organization (2012). **WHO global estimates on prevalence of hearing loss.** Geneva. URL: [http://www.who.int/pbd/deafness/WHO\\_GE\\_HL.pdf](http://www.who.int/pbd/deafness/WHO_GE_HL.pdf) [Stand: 21.3.2017]
- Wright, R. und Uchanski, R.M. (2012). **Music perception and appraisal: cochlear implant users and simulated cochlear implant listening.** *J Am Acad Audiol* 23(5), 350-365
- Zahnert, T. 2011. **Differenzialdiagnose der Schwerhörigkeit.** *Dtsch Arztebl Int* 108(25), 433-444.
- Zhao, F., Bai, Z. und Stephens, D. (2008). **The relationship between changes in self-rated quality of life after cochlear implantation and changes in individual complaints.** *Clin Otolaryngol* 33(5), 427-434.

## 7. Eigene Veröffentlichungen

1. Hutter, E., Argstatter, H., Grapp, M. und Plinkert, P.K. (2015). **Music therapy as specific and complementary training for adults after cochlear implantation: A pilot study.** Cochlear Implants Int 16(S3), S13-S21.
2. Hutter, E., Grapp, M., Argstatter, H. und Plinkert, P. K. (2015). **Specific training by music therapy in the early rehabilitation of adult CI users.** 10th Asia Pacific Symposium on Cochlear Implants and Related Sciences, Peking.
3. Hutter, E., Grapp, M. und Argstatter, H. (2016). **Musiktherapie bei erwachsenen CI-Trägern: Effekte auf die Musikwahrnehmung und die subjektive Klangqualität.** HNO 64(12), 880-890.
4. Hutter, E., Grapp, M., Argstatter, H. und Plinkert, P.K (2016). **Effects of music therapy for adult CI users on the perception of music, prosody in speech, subjective self-concept and psychophysiological arousal.** 14<sup>th</sup> International Conference on Cochlear Implants and Other Implantable Auditory Technologies, Toronto.

In **Publikation 1** wird das entwickelte Musiktherapiekonzept beschrieben (vgl. Kapitel 2.2 der Dissertationsschrift). Sie bezieht sich auf Ergebnisse, die in Kapitel 3.2 aufgeführt sind und in Kapitel 4.2.1 diskutiert werden.

In **Publikation 2** wurden die Testverfahren der Hauptstudie (vgl. Kap. 2.3) und erste, vorläufige Ergebnisse vorgestellt, die einen Teil der in 3.3.1 aufgeführten und unter 4.1.1 diskutierten Inhalte darstellten.

In **Publikation 3** wird neben der Beschreibung des Therapiekonzepts (vgl. Kap. 2.2) ein Teil der Ergebnisse aufgeführt, die in Kap. 3.3.1, 3.3.2 sowie 3.5.1 und 3.5.2 beschrieben und unter 4.1.1 sowie 4.2.2 diskutiert werden.

**Publikation 4** umfasste Bereiche, die in den Kapiteln 3.5.1 und 3.5.2 dargestellt werden und bezog sich auf vorläufige Daten während der Erhebung.

Weitere Veröffentlichungen:

5. Grapp, M., Hutter, E., Argstatter, H., Plinkert, P.K. und Bolay, H.V. (2013). **Music Therapy as an early intervention to prevent chronification of tinnitus.** Int J Clin Exp Med 6(7), 589-593.
6. Hutter, E., Grapp, M., Argstatter, H. und Bolay, H.V. (2014). **Music therapy for chronic tinnitus: variability of tinnitus pitch in the course of therapy.** J Am Acad Audiol 25(4), 335-342.
7. Hutter, E., Grapp, M. und Argstatter, H. (2015). „**And Suddenly There Was a Loud Ringing in My Ear**“. **The Treatment of Recent Onset Tinnitus with Music Therapy.** In: Dileo, C. (Hrsg.): Advanced practice in medical music therapy: Case reports. Jeffrey Books/Music Therapy Resources, Cherry Hill New York, 149-158.

## Anhang

### Charakteristika der CI-Träger:

#### *Pilotstudie*

Code	M/W	Alter	Ätiologie der Ertaubung	Taub seit (Jahre)	CI-Seite	Versorgung kontralateral
CI02FV	m	48	Hörsturz	2,5	links	HG (HV 100%)
CI04WP	m	53	Otosklerose	12	rechts	HG (HV 40%)
CI05SS	m	20	Schädel-Hirn-Trauma	2,5	rechts	Normakusis
CI06HU	m	66	Lärmschaden und Mittelohrentzündung	45	links	HG (HV 100%)
CI07CB	w	53	Idiopathisch	18	links	HG (HV 87%)
CI08ES	w	72	Hörsturz	17	rechts	HG (HV 37%)
CI11RP	w	71	Cholesteatom	37	rechts	HG (HV 100%)
CI12PS	w	52	Mumps	36	links	HG (HV 84%)
CI14RW	m	69	Morbus Menière	32	links	HG (HV 43%)
CI16AW	m	39	Schädelbasisfraktur nach Verkehrsunfall	32	links	HG (HV 45%)
CI17SD	w	49	Idiopathisch; mehrere Hörstürze	10	links	HG (HV 65%)
CI19HL	w	59	Progrediente Hörschwäche	13	links	HG (HV 85%)

#### *Hauptstudie*

Code	Ätiologie der Ertaubung	Taub/hochgradig schwerhörig seit (Jahren)	CI-Versorgung (Implantat/ Sprachprozessor)	CI-Seite	Versorgung kontralateral
CI29GH	Mumpsinfektion	39	MED-EL CONCERTO Flex28/Opus 2	rechts	Normakusis (HV 5%)
CI31WR	Zustand nach Tympanoplastik und Knalltrauma	5	Advanced Bionics HiRes Advanced Bionics Naida	rechts	HV 26% (HG-versorgt)
CI33MK	Morbus Menière	9	MED-EL CONCERTO Flex28/Opus 2	rechts	HV 37%, sehr schwankend
CI34AS	Cochleaschwannom	24	MED-EL Concerto Flex28 OPUS2	links	Normakusis (HV 4%)
CI35ND	Maserninfektion	40	Cochlear CI422 Cochlear CP910	links	Normakusis (HV 3%)
CI36BD	Akustikusneurinom	6	MED-EL Concerto Flex28 OPUS2	rechts	Normakusis (kein HV)
CI37SK	Mumpsinfektion	37	Advanced Bionics HiRes Advanced Bionics Naida	links	HV 41%
CI38KD	Otosklerose; Hörsturz	2	MED-EL Concerto Flex28 OPUS2	links	HV 52% (HG-versorgt)
CI41MB	Progrediente Hörminderung; Hörstürze	5	MED-EL Concerto Flex28 OPUS2	rechts	HV 89% (HG-versorgt)
CI42AK	Progrediente Hörminderung; Hörstürze	3	Cochlear CI522 Cochlear CP910	rechts	HV 100% (HG-versorgt)
CI45GK	Rundfenstermembranruptur	1	Advanced Bionics HiRes Advanced Bionics Naida	links	HV 54% (HG-versorgt)

CI46KC	Hörsturz	1	MED-EL Synchrony Flex28 Sonnet	links	Normakusis (kein HV)
CI47LG	Hörsturz und progrediente Hörminderung	1	MED-EL Synchrony Flex28 Sonnet	links	HV 95% (HG-versorgt)
CI48RZ	Progrediente Hörminderung	1,5	MED-EL Synchrony Flex28 Sonnet	links	HV 90% (HG-versorgt)
CI49AS	Progrediente Schwerhörigkeit	1,5	Cochlear CI522 Cochlear CP910	rechts	HV 95% (HG-versorgt)
CI50RS	unbekannt	3	Advanced Bionics HiRes Advanced Bionics Naida	links	HV 100% (HG-versorgt)
CI51US	Progrediente Schwerhörigkeit	2	Cochlear CI522 Cochlear CP910	links	HV 94% (HG-versorgt)
CI52AB	Otosklerose	2	MED-EL Synchrony Flex28 Sonnet	links	HV 81% (HG-versorgt)
CI53GB	Hörsturz	1	Advanced Bionics HiRes Advanced Bionics Naida	links	Normakusis
CI54WZ	Hörsturz	1,25	Cochlear CI522 Cochlear CP910	links	HV 30% (HG-versorgt)
CI55BU	Tumor/Cholesteatom	4	Advanced Bionics HiRes Advanced Bionics Naida	rechts	HV 90% (HG-versorgt)
CI56SR	Progrediente Schwerhörigkeit	5	MED-EL Synchrony Flex28 Sonnet	rechts	HV 100% (HG-versorgt)
CI57SM	Otosklerose	2	Cochlear CI522 Cochlear CP910	rechts	Normakusis
CI58MB	Progrediente Schwerhörigkeit	13	MED-EL Synchrony Flex28 Sonnet	rechts	HV 62% (HG-versorgt)
CI59SR	Plötzlicher Hörverlust	4	Cochlear CI522 Cochlear CP910	links	HV 23% (HG-versorgt)
CI60MF	Überdruck im Mittelohr nach Stapesplastik	5	MED-EL Synchrony Flex28 Rondo	rechts	Normakusis
CI61HW	Progrediente Schwerhörigkeit	3	Cochlear CI522 Cochlear CP910	rechts	HV 50% (HG-versorgt)
CI62TK	unbekannt	20	Advanced Bionics HiRes Advanced Bionics Naida	links	HV 45% (HG-versorgt)
CI63HM	Tumorerkrankung	1	MED-EL Synchrony Flex28 Sonnet	rechts	Normakusis
CI64NK	Hörstürze und progrediente Hörminderung	3	MED-EL Synchrony Flex28 Sonnet	links	HV 95% (HG-versorgt)

## Testitems

Test	Version A	Version B
Melodieerkennung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bruder Jakob</li> <li>• Fuchs du hast die Gans gestohlen</li> <li>• I am sailing</li> <li>• Ein Männlein steht im Walde</li> <li>• Alle Vögel sind schon da</li> <li>• Pippi Langstrumpf</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hänschen klein</li> <li>• Ein Vogel wollte Hochzeit machen</li> <li>• Morning has broken</li> <li>• Kuckuck ruff's aus dem Wald</li> <li>• Freude schöner Götterfunken</li> <li>• Amazing Grace</li> </ul>
Klangfarbenerkennung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cello</li> <li>• Blockflötenquartett</li> <li>• Klarinettenkonzert</li> <li>• Westerngitarre gezupft</li> <li>• Klavier</li> <li>• Trompete in Jazztrio</li> <li>• Bratsche</li> <li>• Oboe begleitet von Cembalo und Cello</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzertgitarre gezupft</li> <li>• Geige</li> <li>• Klarinette in Jazztrio</li> <li>• Saxophonquartett</li> <li>• Trompetenkonzert</li> <li>• Kirchenorgel</li> <li>• Schlagzeug</li> <li>• Querflöte</li> </ul>
Stimmlagenerkennung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frau (französisch)</li> <li>• Kind (englisch)</li> <li>• Mann (polnisch)</li> <li>• Kind (serbisch)</li> <li>• Frau (spanisch)</li> <li>• Mann (spanisch)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kind (französisch)</li> <li>• Mann (polnisch)</li> <li>• Frau (französisch)</li> <li>• Mann (spanisch)</li> <li>• Kind (englisch)</li> <li>• Frau (spanisch)</li> </ul>
Geräuscherkennung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schritte auf Kies</li> <li>• Türklingel</li> <li>• Anfahrendes Auto</li> <li>• Windspiel</li> <li>• Schlüsselklimpeln</li> <li>• Grillenzirpen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kirchenglocken</li> <li>• Vogelgezwitscher</li> <li>• Schritte auf Stein</li> <li>• Türschließen</li> <li>• Rasenmäher</li> <li>• Telefonklingeln</li> </ul>

---

## Lebenslauf

### Persönliche Daten

Elisabeth Hutter, Dipl.-Psych. Univ.  
geboren am 09.06.1985 in Passau

### Schulischer Werdegang

09/1991 – 06/2004 Besuch des Gymnasium Untergriesbach mit Abschluss Abitur

07/2004 Erhalt des Stipendiums für besonders Begabte der Bayerischen Begabtenförderung für ein Hochschulstudium

### Studium

10/2004 – 09/2010 Studium an der Universität Regensburg, Studiengang  
Psychologie  
Abschluss Durchschnittsnote 1,1 (Diplomarbeit 1,0)

09/2007 – 07/2008 Studium an der Université de Provence, Studiengang  
Psychologie  
Abschluss der Licence mit gutem Erfolg

### Beruflicher Werdegang

10/2010 – 01/2011 Medizinische Arbeit im Allgemeinkrankenhaus Mawoubezro,  
Lomé, Togo

05/2011 – 07/2016 Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Deutschen Zentrum für  
Musiktherapieforschung (DZM e.V.)

06/2014 – 06/2016 Leitung der CI-Ambulanz am DZM e.V.

seit 08/2014 Anstellung an der HNO-Universitätsklinik Heidelberg mit den  
Schwerpunkten Cochlea-Implantat-Versorgung / Pädaudiologie



---

## **Danksagung**

Ganz besonders danken möchte ich zunächst meinem Doktorvater Prof. Dr. med. Dr. h. c. Peter K. Plinkert für die Übernahme der Betreuung und das mir entgegengebrachte Vertrauen bei der Umsetzung der Arbeit.

Dem ehemaligen Leiter des Deutschen Zentrums für Musiktherapieforschung, Prof. Dr. Hans Volker Bolay, danke ich für die Möglichkeit, diese Studie durchzuführen, und für die wertvolle Mitbetreuung der Arbeit. Ebenso danke ich Dr. Heike Argstatter, die mich nach der Übernahme der Leitung des DZM bei der Weiterführung des Projekts wunderbar unterstützt hat. Mein Dank gilt zudem allen Mitarbeitern des DZM für ihre Unterstützung bei der Planung, Vorbereitung und Realisierung meines Projekts. Ein herzliches Dankeschön an Prof. Dr. Volker Bolay, Dr. Miriam Grapp und Dr. Heike Argstatter für die Durchführung der vielen Studientherapien.

Einen besonderen Dank möchte ich Frau Dr. Miriam Grapp aussprechen, die mit mir am Deutschen Zentrum für Musiktherapieforschung promoviert hat. Neben ihren fachlichen und therapeutischen Fähigkeiten hat sie mich insbesondere durch ihre empathische und loyale Grundhaltung immer toll unterstützt, die Arbeit am Projekt sehr erleichtert und die Motivation und Freude daran immer wieder erneuert.

Ebenso bedanken möchte ich mich bei den fleißigen und akribischen Korrekturlesern dieser Arbeit.

Abschließend gilt mein ganz herzlicher Dank meiner Familie und meinen Freunden für ihren Rückhalt während der gesamten Promotionsphase.

---

## Eidesstattliche Versicherung

1. Bei der eingereichten Dissertation zu dem Thema  
„Entwicklung und Evaluierung eines musiktherapeutischen Konzepts zur Förderung des Musikerlebens und des emotionalen Sprachausdrucks bei erwachsenen Cochlea-Implantat-Trägern“  
handelt es sich um meine eigenständig erbrachte Leistung.
2. Ich habe nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und mich keiner unzulässigen Hilfe Dritter bedient. Insbesondere habe ich wörtlich oder sinngemäß aus anderen Werken übernommene Inhalte als solche kenntlich gemacht.
3. Die Arbeit oder Teile davon habe ich bislang nicht an einer Hochschule des In- oder Auslands als Bestandteil einer Prüfungs- oder Qualifikationsleistung vorgelegt.
4. Die Richtigkeit der vorstehenden Erklärungen bestätige ich.
5. Die Bedeutung der eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unrichtigen oder unvollständigen eidesstattlichen Versicherung sind mir bekannt. Ich versichere an Eides statt, dass ich nach bestem Wissen die reine Wahrheit erkläre und nichts verschwiegen habe.

Heidelberg, den 19. März 2019