



universität  
wien

# MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Musikwahrnehmung mit Cochlea-Implantat(en)“

verfasst von / submitted by  
Alexandra Vitek, BA

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of  
Master of Arts (MA)

Wien, 2020 / Vienna 2020

Studienkennzahl lt. Studienblatt /  
degree programme code as it appears on  
the student record sheet:

Studienrichtung lt. Studienblatt /  
degree programme as it appears on  
the student record sheet:

Betreut von / Supervisor:

A 066 836

Musikwissenschaft

Univ.-Prof. Dr. Christoph Reuter



## DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich mich bei all den Menschen bedanken, die mich bei der Erstellung dieser Masterarbeit unterstützt haben. In erster Linie möchte ich mich bei meinem Masterarbeitsbetreuer Herrn Univ.–Prof. Dr. Christoph Reuter bedanken, der mich in dieser Zeit betreute und mein Vorhaben der Masterarbeit bestärkte. Auch während meiner Studienzeit konnte ich, dank seiner Unterstützung, meinen Interessen nachgehen.

Mein besonderer Dank geht an meine Familie, im Besonderen meiner Schwägerin Mag.<sup>a</sup> Daniela Vitek, BSc MSc. Sie übernahm nicht nur das Korrektorat für meine Masterarbeit, sondern investierte auch die Kraft, mir immer wieder Zuversicht zugeben, auch in schwierigen Phasen nicht aufzugeben und mein Ziel konsequent weiterzuverfolgen.

Mein letzter Dank geht an meine Studienkolleginnen, die mich in meiner gesamten Studienzeit nicht nur mit fachlich hilfreichen Anregungen und Diskussionen bereicherten, sondern auch eine seelische Unterstützung waren.

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
<b>1. HÖRSCHÄDIGUNGEN.....</b>	<b>3</b>
1.1. Ursachen und Feststellung von Hörschädigungen .....	3
1.1.1. Ursachen .....	3
1.1.2. Feststellung der Hörschädigung durch die Audiometrie .....	6
1.2. Klassifikationen von Hörschädigungen .....	16
1.3. Entwicklung des Hörorgans .....	18
1.4. Zusammenfassung .....	21
<b>2. DAS COCHLEA IMPLANTAT .....</b>	<b>22</b>
2.1. Technik und Geschichte .....	22
2.1.1. Technischer Aufbau .....	22
2.1.2. Voraussetzungen und Indikation .....	25
2.1.3. Geschichte des CI .....	28
2.1.4. Firmen und heutiger Stand der Technik .....	31
2.2. Erfahrungsberichte mit Cochlea Implantat .....	35
2.2.1. Sebastian Fehr .....	35
2.2.2. Richard Reed .....	37
2.3. Zusammenfassung .....	38
<b>3. MUSIKWAHRNEHMUNG UND COCHLEA IMPLANTAT .....</b>	<b>39</b>
2.4. Parameter der Musik .....	39
2.4.1. Tonhöhe .....	40
2.4.2. Klangfarbe .....	47
2.4.3. Rhythmus .....	51
2.4.4. Wahrnehmung und Empfinden .....	53
<b>RESÜMEE.....</b>	<b>58</b>
<b>LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>61</b>

<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>65</b>
<b>ANHANG .....</b>	<b>68</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>69</b>
<b>EIGENSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG .....</b>	<b>71</b>
<b>CURRICULUM VITAE der Verfasserin .....</b>	<b>72</b>

## EINLEITUNG

Das Thema „Hörverlust“ in Bezug auf das Sprachverständnis wird in vielfältigen Untersuchungen der Medizin und Sprachwissenschaft behandelt. Auch in den Medien ist das Thema präsent, wenn es vor allem um die Presbyakusis – auch Altersschwerhörigkeit genannt - geht und Menschen mit technischen Hilfsmitteln wie Hörgeräte ihre Umgebung wieder ohne Einschränkungen wahrnehmen können. Diese Untersuchungen spezifizieren sich meist auf das Medium Sprache. Neben dem Verstehen im Alltag wie Sprache und Naturgeräuschen, trägt auch Musik einen wichtigen Beitrag zum Wohlbefinden eines Menschen bei. Ein weiterer Schritt der Forschung ist es, die Musikwahrnehmung in Kombination mit einer Hörschädigung zu untersuchen. In weiterer Folge gilt es festzustellen, welche Auswirkung eine technische Hörhilfe auf die individuelle Musikwahrnehmung hat.

Der Ausgangspunkt dieser Arbeit ist die Entstehung einer Hörschädigung und die Wiederherstellung der Hörfähigkeit mit Hilfe eines Cochlea-Implantates (CI). In weiterer Folge werden die Verarbeitung und das Empfinden von Musik mit Hilfe eines Cochlea-Implantates untersucht. Das Ziel dieser Masterarbeit ist es, die Funktion des Hörens – im Speziellen, die Funktion des Hörens mit Cochlea-Implantat zu erforschen und die Frage zu beantworten, wie CI-Träger die Musikwahrnehmung empfinden. Daraus ergibt sich folgende Forschungsfrage:

*Wie unterscheidet sich die Musikwahrnehmung eines CI-Trägers und einem Normalhörrenden in Bezug auf die Parameter Klangfarbe, Tonhöhe und melodisches Verständnis? Spielt der Zeitpunkt der Implantation dabei eine Rolle?*

Um dieses Ziel zu erreichen und alle genannten Aspekte erforscht und analysiert werden können, wird die Methode der literaturgestützten Arbeit verwendet. Dabei wird erwartet, dass die Ergebnisse der Forschung zeigen, dass ein wesentlicher Unterschied zwischen Normalhörenden und CI-Trägern bei der Musikwahrnehmung besteht.

Der erste Teil dieser Arbeit, der sich auf die Definition von Hörstörungen bezieht, legt einen Grundstein für den zweiten Teil. Im zweiten Teil wird zuerst auf die technischen Details und die Entwicklung des Cochlea-Implantats eingegangen, um danach mit dem dritten Teil, der Musikwahrnehmung mit Cochlea-Implantaten, abzuschließen. Hier sollen die Unterschiede von Kindern und Erwachsenen bei der Wahrnehmung der unter-

schiedlichen Parameter der Musik wie Klangfarbe, Tonhöhe und melodisches Verständnis dargestellt werden. Wesentliche Schlussfolgerungen werden im Rahmen einer Diskussion zusammengefasst und schließen die Arbeit ab.

# **1. HÖRSCHÄDIGUNGEN**

Als Einführung und zum Verständnis werden im Folgenden die Ursachen von Hörschädigungen sowie ihre Klassifikation vorgestellt. Hörschädigungen lassen sich nach Schallleitungsschwerhörigkeit und Schallempfindungsschwerhörigkeit bzw. eine Kombination aus beiden und eine Schädigung im Verarbeitungsprozess klassifizieren (Diller 1997: S. 11). Für diese Arbeit ist die Schallempfindungsschwerhörigkeit von großer Bedeutung, da diese mit einem Cochlea-Implantat ausgeglichen werden kann. Auf Grund dessen wird besonders auf die Schallempfindungsschwerhörigkeit eingegangen.

## **1.1. Ursachen und Feststellung von Hörschädigungen**

Bei Kindern ist in einem erhöhten Maß mit einer Hörstörung zu rechnen. Zwischen 4 und 6 Prozent aller Neugeborenen zählen zu dieser Risikogruppe. Mehr als die Hälfte (60%) der frühkindlichen Hörstörungen - genauer der sensorineuralen Hörstörungen sind genetisch bedingt (Böhme 2003: S. 290; Friedrich/Bigenzahn/Zorowka 2000: S. 341). Die Häufigkeit von frühkindlichen Hörstörungen in der Bevölkerung, welche erworben oder genetisch bedingt sein können, liegt bei ca. 1,33 Prozent. Gemäß der Unterteilung in Schwerhörigkeits-Grade gehören 3-4 Prozent jener Gruppe an, die eine leichte Schwerhörigkeit aufweisen und 0,5-1 Prozent, welche eine mittlere Schwerhörigkeit aufweisen. Noch seltener dagegen sind frühkindliche hochgradige Hörschädigungen mit 0,03-0,04 Prozent (Böhme 2003: S. 290; Friedrich/Bigenzahn/Zorowka 2000: S. 341).

Die Zahlen zeigen, dass vor allem Kinder ein erhöhtes Risiko einer Hörstörung besitzen. Der Grund einer Hörstörung im Kindesalter ist vor allem auf eine genetische Übertragung zurückzuführen. Liegt ein Gendefekt vor, kann bereits im frühen Stadium einer Hörschädigung Interventionen eingeleitet werden bzw. bei der Erstuntersuchung des Neugeborenen gezielt darauf geachtet und reagiert werden.

### **1.1.1. Ursachen**

Die Ursachen von Hörschädigungen werden im Allgemeinen in erblich bedingte (hereditäre) und erworbene (nicht-hereditäre) Hörschädigungen unterteilt. Nicht-hereditäre Hörschädigungen sind darüber hinaus nach ihrem Entstehungszeitpunkt zu differenzieren. Hier können prä-, peri- und postnatale Schädigungen unterschieden werden (Böhme 2003: S. 289; Diller 2005: S. 45-47; Friedrich/Bigenzahn/Zorowka 2000: S. 343;

Lürßen 2003: S. 32-33). Das heißt, Hörschädigungen können vor, während oder nach der Geburt bzw. dem Spracherwerb entstehen.

Schalleitungsschwerhörigkeit liegt dann vor, wenn Gehörgang, Trommelfell oder das Mittelohr in ihrer Funktion gestört sind. Schalleitungsschwerhörigkeit ist die häufigste Folge von Tubenbelüftungsstörungen mit Paukenhöhlenerguss. Hierbei kann ein Hörverlust von bis zu 40 Dezibel (dB) festgestellt werden. Diesen Hörverlust weisen ca. 20-30 Prozent aller Säuglinge und Kleinkinder auf (Böhme 2003: S. 291). Bei Kindern mit Trisomie 21, Mukopolysaccharidose, Mukoviszidose und skeletto-dentalen Missbildungen ist auf Grund des Krankheitsbildes mit einer höheren Wahrscheinlichkeit für ein vermehrtes Auftreten von Paukenhöhlenergüssen zu rechnen. Weitere Ursachen können Gehörgangsatresien, Adhäsivprozesse oder Fehlbildungen des Mittelohres sein (Friedrich/Bigenzahn/Zorowka 2000: S. 343).

Spricht man von nicht-hereditären oder hereditären Ursachen ist eine Schallempfindungsschwerhörigkeit die Folge. Schallempfindungsschwerhörigkeit liegt dann vor, wenn das Innenohr in seiner Funktion gestört ist (Friedrich/Bigenzahn/Zorowka 2000: S. 343).

Es gibt folgende Ursachen für Hörschädigungen im pränatalen Stadium: Hörschädigungen sind nicht-hereditär, wie beispielsweise Masern, Röteln, Keuchhusten in der Schwangerschaft, Einnahme von Drogen, Beruhigungsmittel oder Antibiotika, Diabetes, Blutungen durch eine Erkrankung der Mutter während der Schwangerschaft (Biesalski/Frank 1982: S. 372-375; Diller 2005: S. 47; Friedrich/Bigenzahn/Zorowka 2000: S. 343; Hellbrück/Ellermeier 2004: S. 181-182). Neben diesen erworbenen Ursachen sind noch Syndrome zu nennen, die durch eine genetische Vererbung bedingt sind und eine Hörschädigung aufweisen können, wie z.B. Usher-Syndrom, Waardenburg-Syndrom, Franceschetti-Syndrom, Pendred-Syndrom, Alport-Syndrom (Diller 2005: S. 45-46; Friedrich/Bigenzahn/Zorowka 2000: S. 346-347). Zu den Ursachen im perinatalen Stadium zählen: Frühgeburten mit einem Geburtsgewicht unter 1500g, Schädelverletzungen, Sauerstoffmangel, schwere Neugeborenen-Gelbsucht auch Ikterus genannt (Diller 2005: S. 47). Zu den Ursachen von postnatal erworbenen Hörschädigungen zählen: Schädelverletzungen, Infektionskrankheiten (Meningitis, Diphtherie, Mumps, Scharlach, Masern), Medikamente und Antibiotika (Diller 2005: S. 47; Friedrich/Bigenzahn/Zorowka 2000: S. 343-345; Lürßen 2003: S. 32-33).

## **Genetik**

Die häufigste Ursache für eine anhaltende Schwerhörigkeit sind bei der Hälfte aller erkrankter Kinder genetische Ursachen. Hierbei kann die Schwerhörigkeit pränatal oder postnatal auftreten. Besteht die Schwerhörigkeit bereits pränatal, so kann sich die Störung in den ersten Lebensjahren steigern. Da bei der Mehrheit der genetischen Schwerhörigkeit nur das Gehör betroffen ist, handelt es sich um eine monosymptomatische oder nicht-syndromale Schwerhörigkeit. Das bedeutet, dass keine weitere Erkrankung bis auf die Schwerhörigkeit des Kindes vorliegt. Der Erbgang einer monosymptomatischen Schwerhörigkeit ist bei 80 Prozent autosomal rezessiv (Friedrich/Bigenzahn/Zorowka 2000: S. 346). Autosomal rezessiv bedeutet, dass die Eltern zwar Träger des Gens sein können und somit Überträger sein können, die Schwerhörigkeit aber nicht ausgeprägt ist. Liegt keine autosomal rezessive Vererbung der monosymptomatischen Schwerhörigkeit vor, dann wurde die Mutation als autosomaler dominanter Erbgang vererbt (Friedrich/Bigenzahn/Zorowka 2000: S. 346). Das bedeutet, dass die Eltern Träger der Mutation am X-Chromosom sind und durch die Vererbung die Hörschädigung beim Kind ausgeprägt ist. Dabei beträgt der Anteil der betroffenen Kinder ca. 20 Prozent. Hier ist voraussehbar, dass der Träger das veränderte Gen an die Hälfte seiner Kinder weitergegeben wird. Eine solche Veränderung kann aber auch durch eine Neumutation (tritt erstmals bei einem Familienmitglied auf) entstehen. Weitere 2 Prozent der Kinder leiden unter einer x-chromosomalen oder mitochondrial bedingten Schwerhörigkeit (Friedrich/Bigenzahn/Zorowka 2000: S. 346; Leonhardt 2012: S. 98).

## **Erworben Ursachen**

Eine der häufigsten Ursachen für Hörschädigungen während der Schwangerschaft ist die Rötelnembryopathie, wobei in den letzten Jahren ein großer Rückgang der Häufigkeit durch die Masern-Mumps-Röteln-Schutzimpfung zu sehen ist. Hierbei ist anzumerken, dass eine Schwangerschaftsempfängnis nach der Impfung erst nach 30 Tagen stattfinden sollte (Robert Koch Institut 2020: Letzter Zugriff: 24.04.20). Die Übertragung der Rötel-Viren verursacht nicht nur eine Innenohrschwerhörigkeit, sondern auch Fehlbildungen des Herzens, Glaukom und anderen Störungen, die typisch für das Gregg-Syndrom sind. Das Gregg-Syndrom kann die Folge der Rötelnembryopathie sein und wird durch diese Infektion ausgelöst (Leonhardt 2012: S. 98-99). Weitere Ursachen sind

Erkrankungen der Mutter, Medikamente- und Drogenabusus, Alkoholismus, die Einnahme ohrsäädigende Medikamente wie beispielsweise Antibiotika, Sauerstoffmangel, Blutungen, Zystostatika-Therapie oder überdosiertem Vitamin A (Biesalski/Frank 1982: S. 375-376; Leonhardt 2012: S. 98-99). Zu den besonders häufigen perinatalen Ursachen von Schwerhörigkeit zählen Frühgeburten oder Säuglinge mit einem Geburtsgewicht unter 1500 Gramm (Diller 2005: S. 47). Frühgeborene reagieren besonders empfindlich auf Lärm und auf die paradoxe Wirkung von Medikamenten, die zu einer Toxizität führen können und haben deshalb ein erhöhtes Risiko zur Entwicklung einer Schwerhörigkeit. Ikterus (Gelbsucht) bei Neugeborenen ist durch eine erhöhte Konzentration des Bilirubins (gelber Gallenfarbstoff) nicht selten (Diller 2005: S. 47). Jedoch ist die Ansammlung des Bilirubins bei der Hälfte aller Neugeborenen so stark ausgeprägt, dass eine Bluttransfusion durchgeführt werden muss, um die Bilirubin-Konzentration zu senken. Ist dieser Austausch erfolgreich und rechtzeitig erfolgt, kann eine Schwerhörigkeit verhindert werden, da die gelben Blutfarbstoffe sich nicht in die Kerngebiete des Hirnstammes eingelagert haben (Kinderärzte im Netz 2018: Letzter Zugriff: 24.04.20). Auch bei den postnatalen Ursachen sind Hörstörungen, die durch Infektionen hervorgerufen werden, durch die aktive Impfung der Neugeborenen zurückgegangen. Vor allem Meningitis (Hirnhautentzündung) ist hier hervorzuheben. Bei dieser Infektion ist nicht nur das Innenohr geschädigt, sondern auch der Hörnerv. Haben Neugeborene, Säuglinge oder Kleinkinder schwere Krankheiten, wie Morbus Menière müssen diese eventuell mit ototoxischen (ohrsäädigenden) Medikamenten behandelt werden (Friedrich/Bigenzahn/Zorowka 2000: S. 343-345; Leonhardt 2012: S. 99-100).

### **1.1.2. Feststellung der Hörsäädigung durch die Audiometrie**

Um die Funktion und Leistung des Hörorgans bestimmen zu können wird die Hörprüfung, die sogenannte Audiometrie herangezogen. Die Audiometrie hat zur Aufgabe die das Hören zu messen und somit auch eine Hörsäädigung festzustellen (Hellbrück/Ellermeier 2004: S. 178; Limberger 2010: S. 237). Das Ziel ist aus ärztlicher Sicht diagnostische Einblicke zu erhalten und so eine ergebnisorientierte Behandlung erstellen zu können, um eine Verbesserung oder gar eine Heilung zu erzielen. In der Audiometrie gibt es eine Reihe von Messverfahren, die für eine Hörprüfung in Frage kommen. Zu den Messverfahren ohne Audiometer zählen die informelle Hörprüfung und die Stimmgabeldiagnostik (Böhme/Welzl-Müller 1993: S. 57; Lehnhardt/Laszig

2009: S. 1; Lindner 1992: S. 143-145). Um eine Hörstörung erfolgreich zu erkennen, sollen verschiedene Methoden ergänzend angewendet werden (Friedrich/Bigenzahn/Zorowka 2000: S. 336).

Die informelle Hörprüfung kann ohne Audiometer nur mittels Sprache oder Geräusche durchgeführt werden und dient als grobe Orientierung der Hörfähigkeit. Außerdem dient sie als eine Art der Früherkennung von Hörschädigungen. Diese werden vor allem bei Säuglingen und Kleinkindern durchgeführt, welche altersentsprechend mit typischen Reaktionen, wie beispielsweise Körperbewegungen, antworten. Einen Überblick hierzu ist z.B. bei Lindner (1992) S. 143 zu finden. Ebenfalls kann auch die Stimmgabeldiagnostik ohne Audiometer durchgeführt werden. Mittels dieser Methode kann die Hörschädigung lokalisiert werden, wobei zwischen drei unterschiedliche Herangehensweisen unterschieden werden kann: Das Weber-, Rinne- und Schwabach-Verfahren (Böhme/Welzl-Müller 1993: S. 58-60; Lehnhardt/Laszig 2009: S. 1-2; Plath 1992: S. 79-82).

Bei der ersten Methode wird die Stimmgabel mit 435/440 Hertz (Hz) an den Scheitel gesetzt und der Patient gibt an, wo der Ton lokalisiert wird. Wird der Ton nur in einem Ohr lokalisiert, spricht man von „Lateralisation“ (Böhme/Welzl-Müller 1993: S. 58; Plath 1992: S. 80). Findet keine Lateralisation statt, sondern ein „Mitteneindruck“ entsteht, dann kann dies aussagen, dass entweder keine Hörstörung oder eine symmetrische Schallleitungsschwerhörigkeit, symmetrische Schallempfindungsschwerhörigkeit oder eine beidseitig kombinierte Schwerhörigkeit vorliegt (Böhme/Welzl-Müller 1993: S. 58; Lehnhardt/Laszig 2009: S. 1; Plath 1992: S. 80). Kommt es zu einer Lateralisation so wird der Ton bei einer Schallleitungsschwerhörigkeit im geschädigten Ohr und bei einer Schallempfindungsschwerhörigkeit im gesunden Ohr wahrgenommen (Böhme/Welzl-Müller 1993: S. 58-59; Lindner 1992: S. 147; Lehnhardt/Laszig 2009: S. 1; Plath 1992: S. 80). Dieses Verfahren wird das „Weber-Verfahren“ genannt, welches nach seinem Erfinder Ernst Heinrich Weber benannt ist.

Der „Rinnesche Versuch“ zeigt einen bestehenden Hörverlust in der Luft- oder Knochenleitung auf. Dabei wird die Stimmgabel bei der Überprüfung der Luftleitung vor die Ohrmuschel gehalten oder bei der Überprüfung der Knochenleitung auf den Warzenfortsatz platziert. Liegt eine Schallempfindungsschwerhörigkeit vor, ist der Test „Rinne positiv“ wobei der Ton über die Luftleitung besser gehört wird (Plath 1992: S. 80). Bei der Schallleitungsschwerhörigkeit wird der Ton über die Knochenleitung besser

gehört und der Test ist somit „Rinne negativ“ (Böhme/Welzl-Müller 1993: S. 59-60; Lindner 1992: S. 147-148; Plath 1992: S. 80-81).

Bei der dritten Methode, auch der „Schwabachsche Versuch“ genannt, wird die Knochenleitung auf ihre Funktion geprüft, indem die des Patienten mit der eines Normalhörenden, meist der Untersucher, verglichen wird. Liegt eine Schalleitungsschwerhörigkeit vor, hört der Patient den Ton länger als der Normalhörende („Schwabach negativ“) (Plath 1992: S. 81). Liegt eine Schallempfindungsschwerhörigkeit vor, hört der Patient den Ton kürzer als der Normalhörende („Schwabach positiv“) (Plath 1992: S. 81). Ist die Hördauer des Patienten mit dem Normalhörenden gleich, ist das Gehör normal oder eine leichte Schalleitungsschwerhörigkeit oder kombinierte Schwerhörigkeit kann gegeben sein (Lindner 1992: S. 148; Plath 1992: S. 81). Wie man sehen kann gibt die Stimmgabelüberprüfung nur einen groben Richtwert der Hörfähigkeit und liefert keine exakten Ergebnisse.

Um genauer zu ermitteln, wie stark der Hörverlust eines Menschen ausgeprägt ist, wird zusätzlich die Schwellenaudiometrie herangezogen (Böhme/Welzl-Müller 1993: S. 60). Die Schwellenaudiometrie misst die Hörschwelle eines Menschen und macht das individuelle Hörvermögen sichtbar (Lindner 1992: S. 148). Damit die Hörschwelle genau gemessen werden kann, wird ein elektroakustisches Messgerät, das sogenannte Audiometer verwendet. Das Audiometer besteht aus einem Tongenerator, einem Regelwerk zur Auswahl der Frequenzen und Schallpegel, und einem daran angeschlossenen Kopfhörer und erzeugt gewünschte Schallreize (reine Töne), die mittels des Kopfhörers an die Testperson gesendet werden. Wobei bei dem Kopfhörer zwischen Kopf- und Knochenleitungshörer unterschieden wird (Böhme/Welzl-Müller 1993: S. 63; Gelfand 2009: S. 109-111; Lehnhardt/Laszig 2009: S. 3; Limberger 2010: S. 239;). Die allgemein verwendeten Frequenzen sind der C-Tonleiter entsprechend und befinden sich im Bereich 500 Hertz (Hz) bis 10000 Hz. Folgende Skala ergibt sich: (64), 128, 256, 512, (724), 1024, 1448, 2048, 2896, 4096, 5792, 8192 (11584) Hz. Meist werden diese Prüffrequenzen auch abgerundet und ergeben dann: (62,5), 125, 250, 500, (750), 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 6000, 8000, (12000) Hz (Böhme/Welzl-Müller 1993: S. 65; Friedrich/Bigenzahn/Zorowka 2000: S. 337; Gelfand 2009: S. 109; Lehnhardt/Laszig 2009: S. 4; Lindner 1992: S. 149). (Die Frequenzen in den Klammern können - müssen jedoch nicht - im Programm enthalten sein). Diese Frequenzen werden in der Intensität im Ab-

stand von 5 dB eingestellt. Um die Luftleitung zu messen werden spezielle, fest am Ohr sitzende Kopfhörer verwendet, um den Störlärm des Prüfungsraumes soweit wie möglich fernzuhalten. Ist ein spezieller Prüfungsraum ohne Störeinfluss vorhanden, kann die Messung auch mittels Lautsprecher durchgeführt werden (Lindner 1992: S. 149). Der spezielle Knochenleitungskopfhörer wird auf den Warzenfortsatz aufgelegt, so dass dort durch Vibration gemessen werden kann. Dabei muss das andere Ohr „vertäubt“ werden, damit das Ergebnis nicht verfälscht wird (Böhme/Welzl-Müller 1993: S. 79-80; Lehnhardt/Laszig 2009: S. 17-20; Limberger 2010: S. 240-241; Lindner 1992: S. 150; Plath 1992: S.77).

Bevor die Hörprüfung beginnt wird der Patient eingewiesen. Dieser gibt ein Zeichen, sobald der Ton für ihn hörbar ist. Dies erfolgt durch ein Handzeichen oder einen Joy-stick, wobei ein Knopf gedrückt wird, sobald der Ton gehört wird. Handelt es sich bei dem Patienten um ein Kind werden spezielle Methoden der Kinderaudiometrie angeboten. Ist die Einweisung erfolgt, wird der Kopfhörer aufgesetzt und punktuell die Hörschwelle gemessen. Dabei wird immer mit dem besseren Ohr des Patienten begonnen. Der Ton kommt aus dem unhörbaren Bereich und wird durch die Intensität soweit gesteigert bis er für den Patient gerade hörbar ist und dieser darauf reagiert. Diese Reaktionen auf die Schallreize werden als Punkte in ein Audiogramm eingetragen und ergeben am Ende der Prüfung die individuelle Hörschwelle (Böhme/Welzl-Müller 1993: S. 92; Limberger 2010: S. 239; Lindner 1992: S. 150-153).

Hier gilt es zwei Arten der Darstellung zu unterscheiden: die „Absolutdarstellung“ und die „Hörverlustdarstellung“ (Hellbrück/Ellermeier 2004: S. 180; Lehnhardt/Laszig 2009: S. 5; Lindner 1992: S. 53). Die Absolutdarstellung wird häufiger in der Geräuschaudiometrie angewandt und vergleicht die Schallintensitätswerte. Bei der Schwellenaudiometrie wird das Hörvermögen eines Normalhörenden und seinen Messwerten verglichen. Dies ist im Absolutaudiogramm nicht ideal, da die Hörschwelle gebogen dargestellt wird. Im Hörverlustaudiogramm wird die Hörschwelle rektifiziert und kann als Bezugslinie verwendet werden. Auf Grund der Rektifikation haben alle Frequenzen den Wert 0 dB in der Darstellung. Es werden somit keine Schalldruckwerte dargestellt (Lehnhardt/Laszig 2009: S. 5; Lindner 1992: S. 154-156). Die Messwerte und -linien werden in entsprechenden Farben im Audiogramm vermerkt: rot für das rechte Ohr und blau für das linke Ohr vermerkt. Werte der Luftleitung werden in einer durchzogenen

Linie mit Kreisen (rechts) und Kreuzen (links) vermerkt. Knochenleitungswerte mit einer gestrichelten Linie und Pfeilspitzen nach rechts oder links zeigend (Böhme/Welzl-Müller 1993: S. 70; Lehnhardt/Laszig 2009: S. I).

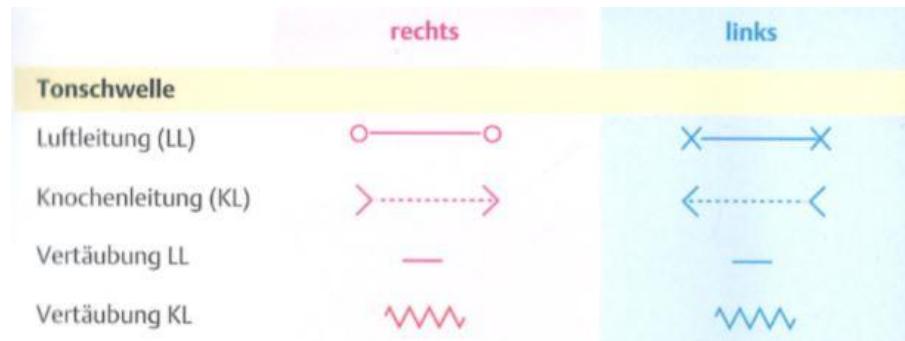


Abbildung 1: Symbolik der Luft- und Knochenleitung im Audiogramm (Lehnhardt/Laszig 2009: S. I).

An dieser Stelle ist das Phänomen des „Überhörens“ zu nennen (Böhme/Welzl-Müller 1993: S. 109-110; Lehnhardt/Laszig 2009: S. 15). Dies besteht, wenn eine Differenz der Leistung des Hörvermögens vorliegt. Bei der Messung des schlechteren Ohres kann das bessere Ohr durch Überhören die Leistung des anderen Ohres ausgleichen. Dies führt zu einem verfälschten Ergebnis. So kann eine sogenannte Schattenkurve des besseren Ohres anstatt der Hörschwelle des schlechteren Ohres entstehen. Infolgedessen kann es zu einer Fehlbeurteilung kommen. Beim sogenannten Überhören beträgt die Differenz bei der Luftleitung 50 dB und bei der Knochenleitung 10 dB. Um ein Überhören zu vermeiden, muss bei der Messung des schlechteren Ohres das bessere Ohr vertautzt werden. Dies geschieht über die Luftleitung indem ein weißes Rauschen verwendet wird, da dieses intensitätsgleich ist (Böhme/Welzl-Müller 1993: S. 109-110; Lehnhardt/Laszig 2009: S. 15-16; Lindner 1992: S. 159-160).

### Auswertung und Interpretation

Mit Hilfe des Audiogramms und den dort eingetragenen Luft- und Knochenleitungskurven kann der individuelle Hörbereich eines Menschen eingegrenzt werden. Die äußeren Grenzen bilden die Hörschwellen – jener Bereich, welcher gerade noch hörbar ist – und die Schmerzgrenze (Lindner 1992: S. 93; Lürßen 2003: S. 36). Das menschliche Gehör kann somit akustische Schwingungen von 16 Hz bis 20000 Hz erfassen (Plath 1992: S. 62). Liegt eine Hörschädigung vor, ist das Hörfeld weiter einzugrenzen.

Die Luftleitungskurve lässt uns beurteilen, welches Ausmaß der Einschränkung die Hörschädigung auf den sprachlichen Alltag einnimmt. Hat ein Hörgeschädigter einen Hörverlust von bis zu 20 dB, sind noch keine drastischen Auswirkungen auf den sprachlichen Alltag zu erkennen. Die Sprachformanten befinden sich bei einem Verlust von 20 dB noch im Hörfeld und können dadurch noch gut verstanden werden (Biesalski/Frank 1982: S. 362; Böhme/Welzl-Müller 1993: S. 102; Lindner 1992: S. 161; Lürßen 2003: S. 36; Plath 1992: S. 143;). Mit einem Verlust zwischen 25 und 40 dB treten erste Schwierigkeiten beim Verstehen der Sprache auf. Ab dem Bereich von 40 dB sind einige Sprachformanten nicht mehr hörbar und vor allem geflüsterte Sprache wird unverständlich. Hier ist jedoch die Möglichkeit gegeben die Sprechlautstärke zu erhöhen und/oder die Entfernung des Gesprächspartners zu verkürzen. Dadurch ist es möglich, dass alle Sprachformanten wieder verständlich werden. Hier wird von einer leichten oder geringen Schwerhörigkeit gesprochen (Biesalski/Frank 1982: S. 362; Böhme/Welzl-Müller 1993: S. 102; Diller 2005: S. 65; Lindner 1992: S. 161; Lürßen 2003: S. 36; Plath 1992: S. 143;). Erst mit einem Hörverlust von 40 bis 55/60 dB bzw. von 55/60 bis 70 dB treten Schwierigkeiten beim Verstehen der Sprache in einer normalen Gesprächssituation auf. Es wird von einer mittleren Schwerhörigkeit gesprochen (Biesalski/Frank 1982: S. 362-363; Böhme/Welzl-Müller 1993: S. 102; Diller 2005: S. 65; Lindner 1992: S. 161; Lürßen 2003: S. 36; Plath 1992: S. 143). Wenn alle Sprachformanten ab einem Hörverlust von ca. 70 dB im unhörbaren Bereich liegen, kann von einer starken Schwerhörigkeit gesprochen werden. Ab 70 dB bis 90 dB ist eine technische Hörhilfe notwendig, da die Sprache ohne dieses Hilfsmittel nicht mehr verstanden werden kann. In solchen Situationen spricht man von einer hochgradigen Schwerhörigkeit (Biesalski/Frank 1982: S. 363-364; Böhme/Welzl-Müller 1993: S. 102; Diller 2005: S. 66; Lindner 1992: S. 161-162; Lürßen 2003: S. 36; Plath 1992: S. 143). Liegt eine Hörverlust über 90 dB vor ist es schwierig nur mittels einer technischen Hörhilfe Sprache auditiv aufnehmen zu können. Auch wenn sich eine Resthörigkeit (ab 95 dB) audiometrisch messen lässt spricht man hier von Taubheit. Diese Werte stellen allerdings nur einen ungefähren Richtwert dar. Aus der Literatur geht hervor, dass die Berechnungen der Grade mit ca. 10 dB Differenz abweichen können (Biesalski/Frank 1982: S. 361-364; Böhme/Welzl-Müller 1993: S. 102; Diller 2005: S. 65-66; Lindner 1992: S. 161-167; Lürßen 2003: S. 36; Plath 1992: S. 143). Aus der im Audiogramm gemessene Luftleitungskurve können diese Daten entnommen werden, indem der Grad des Hörverlustes mit dem Grad der Schwerhörigkeit in Beziehung gesetzt wird. Allgemein kann

zur Hörschwellenkurve ergänzt werden, dass ein gleichmäßiger Hörverlust besser ausgeglichen werden kann als ein ungleichmäßiger Hörverlust. Wird die Schwerhörigkeit mit einem Hörgerät ausgeglichen wird die sogenannte „Aufblähkurve“ im freien Schallfeld gemessen, um den Hörgewinn zu ermitteln (Lindner 1992: S. 163).

Die unterschiedlichen Messungen der Luft- oder Knochenleitung zeigen auf, ob die Störung im Mittel- oder Innenohr vorliegt (Lehnhardt/Laszig 2009: S. 12). Die genannten Schwerhörigkeiten werden im Audiogramm wie folgt angezeigt: Eine Schalleitungs schwerhörigkeit wird dann festgestellt, wenn die Knochenleitung im Normbereich liegt, jedoch die Luftleitung von der normalen Hörkurve abweicht (Abb. 2). Ein Richtwert von ca. 10 dB Abweichung der Luft- und Knochenleitung gilt als abweichend. Der Grund für den Hörverlust liegt im Bereich des Mittelohres (Böhme/Welzl-Müller 1993: S. 72; Lehnhardt/Laszig 2009: S. 12; Lindner 1992: S. 163-164; Plath 1992: S. 83-84).

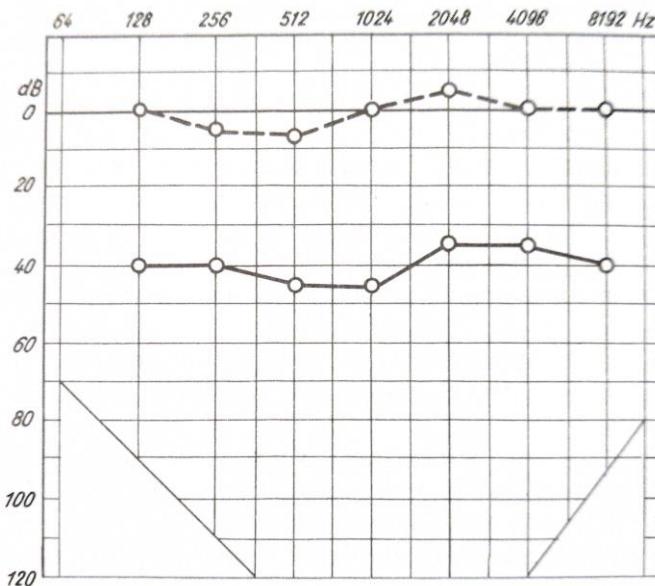


Abbildung 2: Audiogramm bei Schalleitungs schwerhörigkeit (Lindner 1992: S. 164).

Eine Schallempfindungsschwerhörigkeit ist im Audiogramm zu erkennen, wenn über die Knochenleitung und die Luftleitung der gleiche Hörverlust dargestellt wird (Abb. 3). Da die Werte gleich sind, ist zu behaupten, dass das Mittelohr funktionstüchtig ist und das Innenohr geschädigt. Genauere Angaben zur Störung im Innenohr lassen sich hier aber nicht feststellen und zählen daher zu der sensorineuronalen Schwerhörigkeit (Böhme/Welzl-Müller 1993: S. 72; Lehnhardt/Laszig 2009: S. 12; Lindner 1992: S. 164; Plath 1992: S. 84).

Liegt eine kombinierte Schwerhörigkeit vor ist im Audiogramm ebenfalls ein Hörverlust bei Luft- und Knochenleitung festzustellen, also eine sogenannte Schallempfindungsschwerhörigkeit (Abb. 4). Ist der Hörverlust der Luftleitung größer, so deutet dies somit eine zusätzliche Schalleitungsstörung an (Böhme/Welzl-Müller 1993: S. 72; Lehnhardt/Laszig 2009: S. 13; Lindner 1992: S. 165; Plath 1992: S. 86-87).

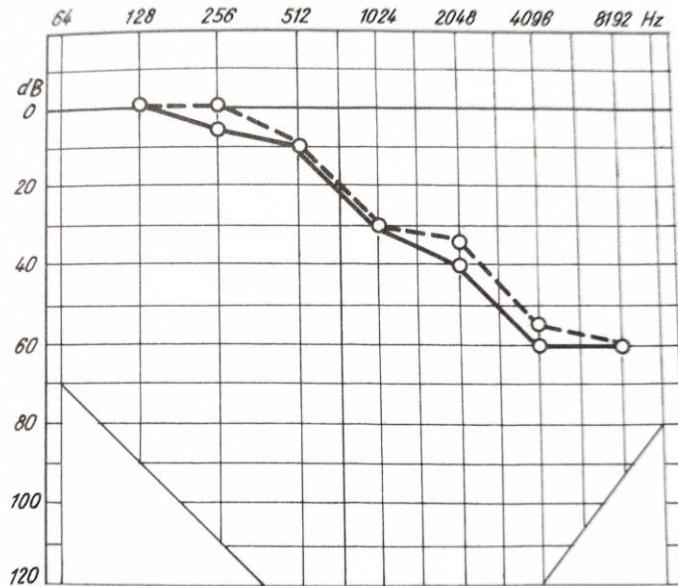


Abbildung 3: Audiogramm bei Schallempfindungsschwerhörigkeit (Lindner 1992: S. 165).

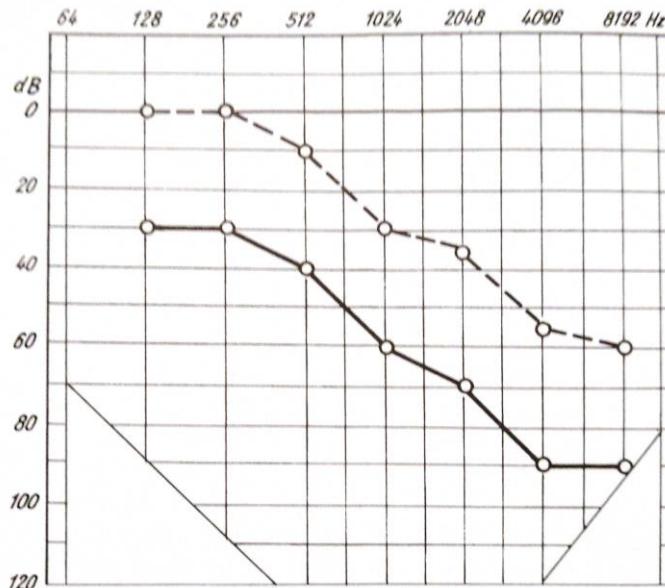


Abbildung 4: Audiogramm bei kombinierter Schalleitungs-Schallempfindungsschwerhörigkeit (Lindner 1992: S. 166).

Bei diesen drei möglichen Fällen einer Schwerhörigkeit fällt auf, dass die Luftleitung immer einen größeren Hörverlust verzeichnet als die Knochenleitung. Wäre dies nicht der Fall, so kann von einem Fehler bei der Messung ausgegangen werden, der beispielsweise auf den nicht gutschaltenden Kopfhörer, auf das Überhören, geringe Konzentration des Prüflings oder auf ein defektes Audiometer zurückzuführen ist. Liegt in der Messung der Luftleitung kein Hörverlust vor, ist es auch nicht von Notwendigkeit die Knochenleitung zu messen (Böhme/Welzl-Müller 1993: S. 75; Lehnhardt/Laszig 2009: S. 15-17, 27; Lindner 1992: S. 165-166).

### Kinderaudiometrie

Für den speziellen Fall, dass bei Kindern eine Hörstörung vermutet wird, wird eine besondere Methode der Schwellenaudiometrie angewandt, die Kinderaudiometrie (auch Pädaudiometrie) genannt (Böhme/Welzl-Müller 1993: S. 143; Friedrich/Bigenzahn/Zorowka: S. 356; Plath 1992: S. 117). Die Kinderaudiometrie ist durch ihre Methode speziell auf Kinder ausgerichtet, da die Aufgabenstellung der Schwellenaudiometrie Schwierigkeiten bereiten kann. Grundsätzlich wird zwischen subjektiven und objektiven Messverfahren unterschieden (Lehnhardt/Laszig 2009: S. 101-109). Das heißt Messverfahren sind auf die Mitarbeit der Patienten angewiesen oder nicht (Böhme/Welzl-Müller 1993: S. 145).

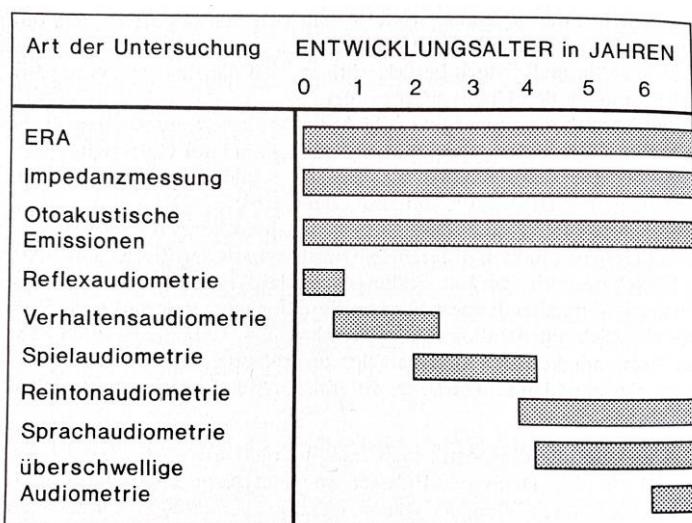


Abbildung 5: Überblick der Messverfahren im Kindesalter (Böhme/Welzl-Müller 1993: S. 146).

Objektive Messverfahren, wie ERA (Evozierte Reaktionsaudiometrie), Impedanzmessung und Otoakustische Emissionen haben den Vorteil, dass diese schon im ersten Le-

bensjahr angewendet werden können (Gelfand 2009: S. 368-369; Limberger 2010: S. 243-251). Subjektive Messverfahren sind auf die Mitarbeit des Patienten angewiesen, wie beispielsweise mit aktiven Reaktionen. Diese sind vor allem durch den Entwicklungsstand des Kindes, aber auch die Konzentration des Kindes und die Beziehung des Kindes zum Prüfer beeinflusst (Böhme/Welzl-Müller 1993: S. 145; Friedrich/Bigenzahn/Zorowka: S. 358; Gelfand 2009: S. 362-363).

Auch die Umgebung und der Prüfungsraum nimmt eine wichtige Rolle ein. Deshalb ist es wichtig dem Kind ausreichend Zeit zu geben, um sich an den Raum zu gewöhnen. Außerdem kann es hilfreich sein, wenn vertraute Elemente wie Spielsachen im Raum zu entdecken sind. Wichtig ist auch darauf zu achten, dass Kinder eine herabgesetzte Schmerzschwelle haben (Friedrich/Bigenzahn/Zorowka 2000: S. 358). Hier muss in jedem Fall der Prüfton entsprechend angepasst werden. Eine bekannte Methode der Kinderaudiometrie ist die Spielaudiometrie (Friedrich/Bigenzahn/Zorowka 2000: S. 365; Gelfand 2009: S. 362, 367-368). Bei der Spielaudiometrie werden akustische Reize mit einer Spielhandlung beantwortet. Die Hörprüfung findet im freien Schallfeld über Lautsprecher statt, da Kopfhörer ein weiterer Störfaktor sind, da diese für junge Kinder ungewohnt sein können. Weiter sind im Bereich der Kinderaudiometrie noch die Methoden Guckkastenaudiometrie, Reflexaudiometrie, Verhaltensaudiometrie und Verfahren der objektiven Audiometrie zu nennen (Böhme/Welzl-Müller 1993: S. 149-164; Friedrich/Bigenzahn/Zorowka 2000: S. 356-381; Lehnhardt/Laszig 2009: S. 103-109; Lindner 1992: S. 167-178; Plath 1992: S. 117-126;). Detaillierte Erläuterungen zu diesen Verfahren sind in der angegebenen Literatur erläutert.

Die Schwellenaudiometrie liefert eine genaue Aussage über den individuellen Hörverlust im Hörbereich und welche akustischen Reize wahrgenommen werden. Die Schwellenaudiometrie kann uns aber nicht mitteilen wie die akustischen Reize verarbeitet werden. Zur genaueren Einschätzung müssen daher weitere Methoden der „überschwelligen Audiometrie“ herangezogen werden (Böhme/Welzl-Müller 1993: S. 111; Friedrich/Bigenzahn/Zorowka 2000: S. 367; Lehnhardt/Laszig 2009: S. 53; Lindner 1992: S. 167). Um einzelne Prozesse im Hörbereich zu messen, können folgende Methoden herangezogen werden: Geräuschaudiometrie (Bestimmung des Schallreizes unter Störlärm), Kietz-Test, SISI-Test, Unterschiedsschwellenmessung und die Sprachaudiometrie (Böhme/Welzl-Müller 1993: S. 111-128; Friedrich/Bigenzahn/Zorowka 2000: S.

367-371; Lehnhardt/Laszig 2009: S. 54-58; Lindner 1992: S. 178-195; Plath 1992: S. 98-104;). Auf die weiteren Methoden der überschwelligen Audiometrie wird in dieser Arbeit nicht eingegangen, ein Überblick kann in Lindner (1992) S. 178-195 nachgeschlagen werden.

## **1.2. Klassifikationen von Hörschädigungen**

Wie Uta Lürßen (2003) S. 34-38 in ihrem Buch beschreibt, können fünf Arten von Hörschädigungen differenziert werden. Als erstes wird die konduktive Hörstörung genannt, die bei der Geburt oder kurz danach erworben wird. Konduktive Hörstörungen betreffen das Außen- oder Mittelohr und, sind deshalb Schallleitungsstörungen. Mittels Hilfen, wie Hörgeräte oder operative Verfahren sind diese gut ausgleichbar. Eine Stufe über den konduktiven Hörstörungen befinden sich die sensorineurale Hörstörungen, da sie als schwerwiegender bezeichnet werden. Diese betreffen das Innenohr und den Verarbeitungsprozess eines akustischen Reizes zum Gehirn (Lürßen 2003: S. 34). In einem Audiogramm lässt sich eine deutlich erhöhte Hörschwelle messen und meist treten weitere Einschränkungen wie gesteigertes Lautheitsempfinden auf. Eine Verbesserung des Hörprozesses kann nur medikamentös und/oder operativ mit einem Hörgerät oder einem Cochlea Implantat herbeigeführt werden. Nach der konduktiven und sensorineurale Hörstörung ist die kombinierte Hörstörung zu nennen, die sich aus den genannten Hörstörungen zusammensetzt. Retrocochleäre und zentrale Hörstörungen betreffen den Hörnerv „Nervus acusticus“ bzw. die Hörbahnen. Somit ist der Verarbeitungs- und Wahrnehmungsprozess geschädigt (Lürßen 2003: S. 34-35).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass eine auffällige bzw. „gestörte“ Entwicklung der Sprache viele Ursachen haben kann. Mögliche Ursachen wären organisch-physiologisch bedingte Funktionsstörungen des Hörorgans, aber auch der Hörbahnen und der Hörzentren. Zentral auditive Wahrnehmungs- oder Verarbeitungsstörungen liegen dann vor, wenn eine Störung in der Informationsverarbeitung, also im Bereich der Hörbahnen oder der primären Hörzentren des Zentralnervensystems, gegeben ist. Im Unterschied zu den informationsverarbeitenden Verarbeitungsstörungen sind sowohl Schalleitungs- und Schallempfindungsschwerhörigkeit als auch eine Kombination der beiden organisch physiologische Schädigungen des Hörorgans (Diller 1997: S. 11; Lindner 2012: S. 199).

Liegt eine Störung im Gehörgang, dem Trommelfell oder im Mittelohr vor, bzw. ist die Funktion dieser Teile des Ohres geschädigt, spricht man von der Schalleitungsschwerhörigkeit. Anders ist es bei der Schallempfindungsschwerhörigkeit, welche cochlear bzw. retrocochlear (hinter der Cochlea liegend) bedingt ist. Hier liegt eine Schädigung des Innenohres vor. In den meisten Fällen handelt es sich um eine Schädigung der Haarsinneszellen in der Cochlea. Der Grad und die Ausprägung der Schallempfindungsschwerhörigkeit entscheidet, ob eine Korrektur mit Hilfe eines Hörgerätes sinnvoll erscheint und eine Verbesserung der Hörfähigkeit möglich ist (Diller 1997: S. 11-12; Hellbrück/Ellermeier 2004: S. 177-178; Lindner 2012: S. 202-203).

Des Weiteren kann zwischen Schwerhörigkeit, Gehörlosigkeit oder Resthörigkeit unterschieden werden. Kann ein Mensch mit Hilfe eines Hörgerätes die Lautsprache verstehen, spricht man von Schwerhörigkeit. Schwerhörigkeit kann in verschiedene Grade eingeteilt werden. Je nach Ausprägung ist eine Zuordnung in geringgradig bis zu 40 dB, mittelgradig von 40 bis 70 dB und hochgradig von 70 bis 90 dB notwendig (Lürßen 2003: S. 37). Von Gehörlosigkeit spricht man schlussendlich dann, wenn nur begrenzt oder gar keine Lautsprache wahrgenommen werden kann. Hervorgehoben werden muss, dass dies, auch im Falle einer Verstärkung des akustischen Signals durch eine Hörhilfe der Fall ist. Am häufigsten ist bei einer Gehörlosigkeit festzustellen, dass die Hörnervenfasern des „Nervus acusticus“, nicht beschädigt sind, sondern die Funktion der Cochlea beeinträchtigt ist. Die 3,2 Centimeter (cm) lange Cochlea ist ein schneckenförmiger Schlauch mit 2,5 Windungen und wird im Innersten in drei Gänge unterteilt die sich „Scala tympani“, „Scala vestibuli“ und „Scala media“ (auch: „Ductus cochlearis“) nennen (Lürßen 2003: S. 37). Besonders hervorzuheben ist die „Scala media“ bzw. „Ductus cochlearis“. Sie besteht aus der „Reissnerschen Membran“ und der Basilmembran, wo sich das Cortische Organ mit circa 16000 Sinneszellen befindet. Am oberen Ende des Cortischen Organs befinden sich feine Härchen auf vier Reihen von Haarzellen. Diese gliedern sich in eine innere und drei äußere Haarzellenreihen. Nach dem Prinzip der mechanischen Wanderwelle erfolgt der Energietransport im Inneren der Cochlea (Biesalski/Frank 1982: S. 49). Ein akustisches Ereignis oder ein akustischer Reiz wird aufgenommen und erzeugt Bewegungsenergie auf das Trommelfell und die Gehörknöchelchen. Es entstehen durch den wechselnden Druck des Steigbügels mechanische Wellen, die Bewegungsenergie in die Cochlea weiterleiten und mittels ihrer speziellen Konstruktion, der intrazellulären Flüssigkeit und der Haarzellenbewe-

gung in elektrische Energie umgewandelt wird. Die Haarzellen stellen eine Verbindung zu den Sinnesrezeptoren, den Sinneszellen. Durch die elektrische Energie wird der „Nervus acusticus“ aktiviert und durch ihn an die zentralen Hörbahnen weitergeleitet (Diller 1997: S. 11-15; Lürßen 2003: S. 36-37).

Dieser beschriebene Vorgang funktioniert bei einer Schallempfindungsschwerhörigkeit bzw. bei gehörlosen Menschen nicht. Hier ist in der Regel das Innenohr bzw. sind die Haarsinneszellen beschädigt. Daraus folgt, dass der Vorgang von Bewegungsenergie nicht in elektrische Energie umgewandelt werden kann. Will man sein Hörvermögen durch ein Hörgerät verbessern, so muss eine physiologische Funktionsfähigkeit des Ohres gegeben sein. Das bedeutet, dass das Hörgerät nur das vorhandene Hörvermögen, die sogenannte Resthörigkeit verstärken kann und somit nur bei einer begrenzten Anzahl von gehörlosen Menschen erfolgreich ist. Im Gegensatz zum Hörgerät kann ein Cochlea-Implantat (CI) die Funktion des fehlenden elektrischen Reizes des Hörnervs technisch übernehmen. Die elektrische Energie wird also vom Cochlea Implantat erzeugt. Die Voraussetzungen für ein Cochlea Implantat, anders als bei der Hörgeräteversorgung, stellen unter anderem einen inaktiven Hörnerv und intakte, zentrale Hörbahnen dar. Die Funktion der Sinneszellen muss nicht gegeben sein. Natürlich kann eine technische Prothese die Sinneszellen nicht zu hundert Prozent ersetzen, jedoch ist dadurch ein enorme Hörgewinn zu erzielen. Kinder als auch Jugendliche und Erwachsene können von einem Cochlea Implantat profitieren und auch die Hörentwicklung deutlich verbessern. In der Fachsprache bedeutet das, dass eine Verbesserung der Hörentwicklung prälingual, perilingual oder postlingual erfolgen kann. Diese Unterscheidung ist vor allem für die Diagnostik und Therapie sowie für die Ursachen der Entstehung der Hörschädigung bedeutend (Diller 1997 S. 15-17; Lürßen 2003: S. 37).

### **1.3. Entwicklung des Hörorgans**

Zusammengefasst funktioniert das Hören, indem ein akustischer Reiz aufgenommen wird, zum Innenohr weitergeleitet wird und weiter über Nervenbahnen zum Hörzentrum gelangt. Dort kann durch Verknüpfungen der Kerne und Bahnen der akustische Reiz mit Hilfe von Wachstumshormonen verarbeitet werden (Diller 1997: S.20). Wie aber entsteht dieser Prozess und wann ist der Prozess der Hörwahrnehmung vollendet? Im Folgenden soll die Ausbildung des Hörprozesses im Detail erläutert werden.

Das erste Sinnesorgan, welches sich im Mutterleib entwickelt ist das Hörorgan. Entscheidend für die Entwicklung des Hörens sind die physiologischen und funktionellen Prozesse. Die physiologischen Entwicklungsprozesse reifen von Geburt an bis zum ersten Lebensjahr. Hier geht es vor allem um die Entwicklung der Hörbahn, die den Grundstein für eine korrekte Hörwahrnehmung bildet. Bereits im Fötus reift das Mittel- und Innenohr sowie, etwas später, der Temporallappen und somit die Zentralnervensystem-Hörregion als erster Bestandteil des Hörens heran. Etwa sechs Wochen nach der Geburt sind der Hörnerv und der Schneckenkern (auch „Nucleus cochlearis“) vollständig entwickelt. Das Innenohr ist bereits in der 22. Schwangerschaftswoche (SSW) funktionsfähig. Ab der 24. SSW können durch akustisch-vibratorische Stimuli Reaktionen des Fötus ausgelöst werden (Friedrich/Biegenzahn/Zorowka 2000: S. 335). Die Nervenzellen des zentralen Hörbahnsystems bilden sich durch Zellteilung bis zur 32. SSW aus. Infolgedessen entwickeln sich Nervenfasern und Zellfortsätze (Friedrich/Biegenzahn/Zorowka 2000: S. 335). Erst nach dem zweiten Lebensjahr entwickelt sich der Olivenkern („Olivia superior“) und der Schleifenkern („Nucleus lemnisci lateralis“), sowie der Bereich der vier Hügel. Als letztes bildet sich die Hörrinde, die auch bis über das fünfte Lebensjahr hinaus Zeit zur erfolgreichen Ausbildung benötigt. Es ist ein langer Prozess bis die physiologischen Funktionen der Hörwahrnehmung komplett ausgebildet sind (Diller 1997: S. 19-20). Für eine gesunde Entwicklung des Hörens ist das Innenohr mit seinen drei Verarbeitungsprozessen Frequenz, Intensität und Periodizität, die Hörbahn und die Hörrinde verantwortlich. Die Hörrinde schließt den Prozess des Hörens ab und kann den akustischen Reiz bewusst machen (Diller 1997: S. 20).

Das ungeborene Kind kann schon im Mutterleib erste akustische und vibratorische Reize wahrnehmen. Dazu zählen in erster Linie „rhythmische Geräusche des Blutkreislaufes, die Stimme und die Herztöne der Mutter“ (Lürßen 2003: S. 27). Angenommen wird, dass das Kind nach der Geburt diese frühen akustischen Reize, wie die Stimme der Mutter, nach der Geburt wiedererkennen kann (Lürßen 2003: S. 27). In der frühkindlichen Phase, etwa im ersten Lebensjahr, werden durch akustische Reize eine Organisation der Strukturen des Hörorgans gebildet. Die daraus entstehende Synapsenbildung im Gehirn sind für das Hirnsystem bedeutend. Das Kind muss durch die Umwelt seine Wahrnehmungseindrücke speichern und systematisieren lernen. So beginnt auch die Sprachentwicklung mit dem Hören und tritt in Kommunikation mit seiner Umwelt.

Bereits fünf Wochen nach der Geburt kann bei dem Neugeborenen eine Sensibilität für auditive Ereignisse festgestellt werden (Lürßen 2003: S. 28). Es entwickelt sich eine gesteigerte Aufmerksamkeit für akustische Reize. In der achten Lebenswoche beginnt das Neugeborene seine Stimme zu entdecken und als Ausdrucksmittel für Gefühle zu verwenden. Parallel beginnt die Differenzierung der Umwelt durch ihre weiteren Sinnesorgane, wie den Mund (orale Phase). Die Kommunikationsfähigkeit entwickelt sich in der 12 Lebenswoche weiter aus und beinhaltet Zwiegespräche mit der Bezugsperson (Lürßen 2003: S. 29). Darüber hinaus sind Spielzeuge, die Geräusche wiedergeben von hohem Interesse. Eine weitere wichtige Fähigkeit erhält das Neugeborene ab dem 4. Lebensmonat: die Fähigkeit der Lokalisation einer Schallquelle. Hier wird erkannt, dass auditiver und visueller Reiz zusammenspielen (Friedrich/Biegenzahn/Zorowka 2000: S. 336). Mit der sogenannten Lallphase beginnt auch eine neue auditive Entwicklungsphase. Das Neugeborene hat ein gesteigertes Interesse an Geräuschen, fremder Stimmen und der eigenen Produktion von Lauten (Lürßen 2003: S. 29). Die Sprachentwicklung und die auditiven Entwicklungsphasen des Kindes laufen ab diesem Zeitpunkt als eine Einheit ab. Im Laufe der sensorischen Integration, die in den ersten Lebensjahren stattfindet, ist die Aufgabe des auditiven Systems, Eindrücke aufzunehmen und an die primäre Hirnrinde weiterzuleiten, um dort verarbeitet und gespeichert zu werden (Lürßen 2003: S. 29). Die wahrgenommenen auditiven Eindrücke werden einer Bedeutung zugewiesen und es lernt alle sensorischen Ereignisse miteinander zu verknüpfen (Lürßen 2003: S. 29). Lürßen (2003) beschreibt ein Beispiel dazu:

*„Einem hochgradig schwerhörigen Kind z.B. fehlt in der Zeitspanne ohne Hör-eindrücke eine Komponente in seinem sensorischen System, die erst nach der technischen Versorgung integriert bzw. reintegriert werden kann. Im Gegensatz zur visuellen Wahrnehmung, die, bezogen auf konkrete Objekte, auch durch taktiles Erfassen teilweise kompensiert werden kann, ist das bei der auditiven Wahrnehmung anders.“* (Lürßen 2003: S. 29).

Dieses Beispiel zeigt wie wichtig ein frühes Erkennen einer Hörschädigung ist, um weitere schwerwiegende Entwicklungsstörungen zu verhindern bzw. zu verlangsamen zu können. Es zeigt die Komplexität einer Störung des auditiven Systems, das mit keinem anderen Sinnessystem kompensiert werden kann.

## 1.4. Zusammenfassung

Eine Hörschädigung im Allgemeinen kann in hereditär und nicht-hereditär unterteilt werden. Bei über 50 Prozent der erkrankten Kinder liegt eine genetische Vererbung vor. Ist die Hörschädigung auf erworbene Ursachen zurückzuführen, so ist eine der häufigsten Ursache eine Rötelnembryopathie der Mutter während der Schwangerschaft. Liegt eine Hörschädigung vor, wird dieser mit Methoden der Audiometrie festgestellt und ausgewertet. Mit Hilfe der audiometrischen Messung von Luft- und Knochenleitung kann der individuelle Hörbereich gemessen werden. Fünf Klassifikationen von Hörschädigungen, die verschiedene Bereiche des Ohres betreffen, können unterschieden werden. Konduktive Hörstörungen sind Schallleitungsstörungen, die das Außen- oder Mittelohr betreffen. Bei einer Sensorineurale Hörstörung liegt eine Schädigung des Innenohres oder des Verarbeitungsprozesses eines akustischen Reizes zum Gehirn vor. Sie ist eine Schallempfindungsstörung. Eine Kombination der konduktiven und sensorinorale Hörstörung ist die kombinierte Hörstörung. Abschließend sind die Schädigungen des „Nervus acusticus“ und die Hörbahnen zu nennen, die als Retrocochleäre und zentrale Hörstörungen bezeichnet werden. Hier sind Verarbeitungs- und Wahrnehmungsprozesse geschädigt. Die Ausprägung einer Hörschädigung entscheidet, ob und welche Methode der Korrektur mittels technischer Hörhilfe, wie Hörgerät oder CI, sinnvoll ist.

Die funktionellen und physiologischen Prozesse sind entscheidend für die Entwicklung des Hörens. Diese Entwicklungsprozesse reifen bereits von Geburt an bis ins fünfte Lebensjahr heran. Erst dann ist der Prozess abgeschlossen und die Funktion des Hörens ist voll ausgebildet.

## 2. DAS COCHLEA IMPLANTAT

Wurde nun eine Schwerhörigkeit festgestellt, so können je nach Grad und Art der Hörschädigung unterschiedliche Hörhilfen in Betracht gezogen werden, um den Hörverlust auszugleichen. Es ist vorweg zu erwähnen, dass jeder Hörschaden individuell ist und auch bei Patienten mit sehr ähnlicher Diagnose unterschiedliche Auswirkungen haben kann. Funktioniert ein Hörgerät bei einem Patienten sehr gut, kann es sein, dass ein Patient mit gleicher Diagnose nicht davon profitiert (Diller 2005: S. 68-77). Neben Cochlea Implantaten gibt es unterschiedlichste Hörgeräte, die einem Schwerhörigen wieder zum Hören verhelfen. Die Relevanz von Hörgeräten soll an dieser Stelle hervorgehoben werden und als eine Möglichkeit der Hörhilfen erwähnt bleiben. Da das Thema dieser Masterarbeit allerdings die Musikwahrnehmung bei Cochlea-Implantat(en) darstellt, soll in dieser Arbeit auch im Speziellen diese Hörhilfe näher beschrieben werden.

### 2.1. Technik und Geschichte

Setzt man sich mit der Thematik der Musikwahrnehmung mit Cochlea Implantat auseinander, sollte die Technik und Geschichte der Hörhilfe miteinbezogen werden.

#### 2.1.1. Technischer Aufbau

Die Innenohrprothese auch Cochlea Implantat (CI) genannt, wird im Falle einer Gehörlosigkeit und Ertaubung in Betracht gezogen. Die Gehörlosigkeit des Patienten muss auf einen Funktionsverlust der Cochlea zurückzuführen sein, wobei Hörnerv, zentrale Hörbahnen und Hörzentren funktionstüchtig sein müssen (Friedrich/Biegenzahn/Zorowka 2000: S. 393; Lindner 1992: S. 263, 267; Reinhardt 1997: S. 12). Durch die elektrische Stimulation des Hörnervs mittels des CIs kann Hören wieder möglich werden. Das CI besteht aus zwei großen Hauptbestandteilen: dem Audioprozessor, der extern getragen wird (hinter dem Ohr) und dem Implantat, das unter der Haut sitzt. Der Audioprozessor besteht aus dem Sprachprozessor, der Sendespule und dem Mikrofon. Das Implantat besteht aus einem Stimulator bzw. Empfänger und zwei Elektrodenstränge, wobei der aktive Elektrodenstrang in der Cochlea sitzt (Diller 1997: S. 23-24; Diller 2005: S. 77; Friedrich/Biegenzahn/Zorowka 2000: S. 393-394; Lindner 1992: S. 264; Lürßen 2003: S. 39; Reinhardt 1997: S. 12).

Wie funktioniert ein Cochlea Implantat genau? Der akustische Reiz wird durch das Mikrofon am Audioprozessor aufgenommen und in elektrische Signale umgewandelt.

Der Sprachprozessor kodiert diese Signale nach Sprachkodierungsstrategien woraufhin sie mit Hilfe des Kabels zur Sendespule weitergeleitet werden. Durch die Haut werden die Funkwellen an den Stimulator des Implantates gesendet. Durch die Dekodierung des Stimulators wird der Reiz an die Cochlea, wo die Elektrode sitzt, geleitet. Die Elektrode stimuliert den Hörnerv und generiert dort Aktionspotenziale, die weiter zum auditorischen Cortex im Gehirn gelangen. Im Gehirn findet dann die Verarbeitung statt und das Signal kann erkannt und interpretiert werden (Diller 1997: S. 25-26; Diller 2005: S.78-79; Friedrich/Biegenzahn/Zorowka 2000: S. 394; Lindner 1992: S. 264; Lürßen 2003: S. 39-40; Plath 1992: 185). Ein Magnet verbindet Sendespule und Stimulator bzw. Empfänger. Die einzelnen Komponenten und der Prozess der Schallaufnahme und -verarbeitung sind in einer Abbildung veranschaulicht:

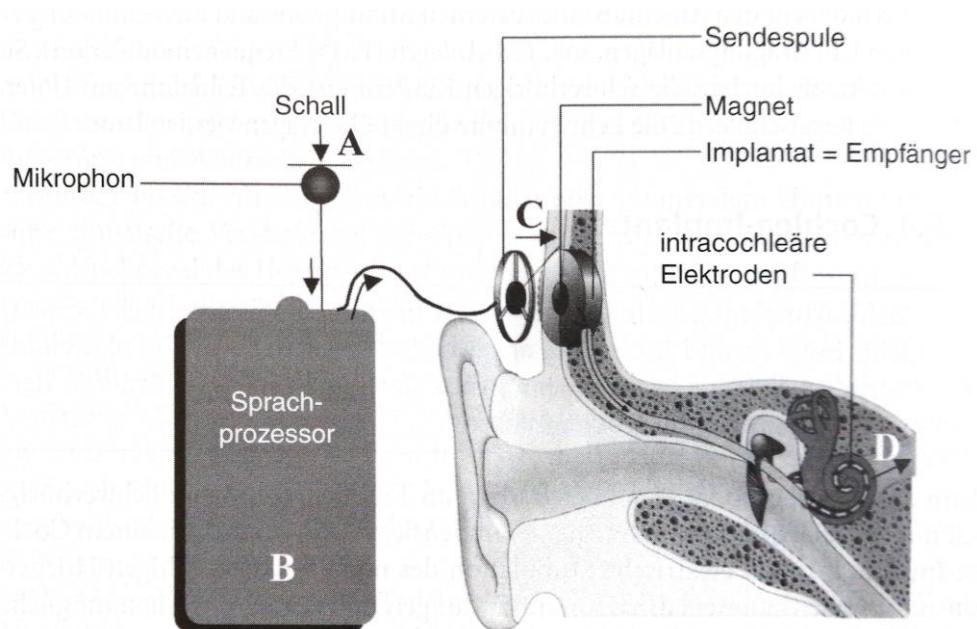


Abbildung 6: Aufbau eines Cochlea Implantates (Friedrich/Biegenzahn/Zorowka 2000: S. 394).

Die Funktionsweise des Cochlea Implantates zeigt den Hörvorgang, wie bereits in Kapitel 1.2 beschrieben, die Funktion des Innenohrs wird durch das CI ersetzt. Anders als beim Hörgerät, wo vorhandene Hörreste verstärkt werden, kann das CI durch die Elektrode den Hörnerv an unterschiedlichen Stellen der Cochlea stimulieren. Dadurch kann ein großer Frequenzbereich angesprochen werden (Diller 2005: S. 79; Lürßen 2003: S. 40).

## **Sprachkodierung / Signalkodierung**

Der Sprachprozessor besitzt die wichtige Aufgabe, den entstandenen Schaden der Haarzellen und damit die fehlende Verbindung zum Gehirn wiederherzustellen. Die Schallsignale werden über das Mikrofon aufgenommen. Diese müssen in elektrische Impulse umgewandelt werden und gleichzeitig soll die Reihenfolge dieser Impulse ein sinnhaftes Wort oder Satz ergeben, um für den CI-Träger erkennbar zu sein. Das Schallsignal muss somit kodiert werden. Bei der Kodierung müssen grundsätzliche Eigenschaften eines akustischen Signals: Frequenz, Intensität und Zeit, als auch Eigenschaften von Sprache: Grundfrequenzen der Stimme, Vokale und Konsonanzen, aufgegliedert werden (Hoth 2012: S. 12; Lenarz 1998: S. 53; Mühler/Ziese 2010: S. 7-8). Am Beginn der Entwicklung von Cochlea Implantaten war das Ziel, gehörlosen Menschen eine gute Sprachwahrnehmung zu ermöglichen. Die Kodierungsstrategien waren somit konzipiert, die Eigenschaften der Sprache zu verschlüsseln. Am heutigen Stand der Technik werden bei Signalkodierungsstrategien Multielektroden-Arrays verwendet, um eine möglichst natürliche Zerlegung der Frequenzen der gesunden Hörschnecke nachzuformen (Mühler/Ziese 2010: S.8). Dabei wird der übertragene Frequenzbereich des Sprachprozessors in einzelne Frequenzbänder aufgeteilt. Jedes Frequenzband wird anschließend einer Elektrode zugeordnet. Am Eingang der Schnecke übertragen die Elektroden die hohen und in der Schnekkenspitze die tiefen Frequenzen. Ein akustisches Signal wird somit in einzelne Frequenzbänder aufgeteilt (Büchner/Gärtner 2017: S. 276-289; Hoth 2012: S. 14; Mühler/Ziese 2010: S. 8).

Die einzelnen Hersteller von Cochlea Implantaten verwenden unterschiedliche Methoden der Kodierungsstrategien, um die Spracheigenschaften möglichst genau zu übertragen. Schwerpunkte bei den Kodierungsstrategien werden entweder auf die getreue Übertragung von Frequenzen oder auf eine natürliche Wiedergabe der Zeitstruktur gelegt (Mühler/Ziese 2010: S. 9). Beispiele für die genannten Methoden sind „CIS“ (Continuous Interleaved Sampling) und „ACE“ (Advanced Combination Encoders) (Hoth 2012: S. 16; Mühler/Ziese 2010: S. 9). Bei der Kodierungsstrategie „CIS“ wird die Hüllkurve (zeitlicher Verlauf des Signals) aus den einzelnen Frequenzbändern mit den wesentlichen Sprachinformationen gewonnen und die Abfolge in Stimulationsimpulse umgewandelt. Das Cochlea Implantat sollte bei dieser Strategie eine hohe Stimulationsrate umsetzen können (Mühler/Ziese 2010: S. 9; Hoth 2012: S. 16). Die „ACE“ Strategie verwendet eine Merkmalselektion. Es werden nur die Frequenzbänder mit dem

größten Informationsgehalt des Signals ausgewählt, mit der Begründung, dass in begünstigten Hörsituationen die Sprache das lautere Signal ist (Hoth 2012: S. 16; Mühlner/Ziese 2010: S. 9). Somit findet die Stimulation nicht auf jeder Elektrode statt.

Des Weiteren wurde die EAS „Elektrisch-akustische Stimulation“ entwickelt. Da Hörverluste meist im hohen Frequenzbereich auftreten, sollen diese elektrisch stimuliert werden. Die Hörreste im tiefen Frequenzbereich sollen erhalten und akustisch stimuliert werden. Die Resthörigkeit dient außerdem zur Erkennung der Stimmgrundfrequenzen. Die Anwendung dieses Verfahrens kann nur unter mehreren medizinischen und technischen Voraussetzungen stattfinden (Mühlner/Ziese 2010: S. 9).

### **2.1.2. Voraussetzungen und Indikation**

Wie schon erläutert, ist die Grundvoraussetzung für eine Implantation eine mittel- bis hochgradige Schallempfindungsschwerhörigkeit bzw. Innenohrschwerhörigkeit, wobei eine Gehörlosigkeit bzw. Resthörigkeit vorliegen kann. Dabei wird die Funktion der Haarzellen durch die Elektrode des Cochlea Implantates übernommen und ersetzt. Eine Implantation setzt Untersuchungen im interdisziplinären Bereich voraus und vor allem Tests, die die Funktion des Hörnervs und der zentralen Nervenbahnen feststellen (Diller 2005: S. 79; Lürßen 2003: S. 44). Dazu zählen neben den medizinischen und audiologischen Untersuchungen, psychologische, pädagogische und logopädische Untersuchungen (; Diller 1997: S. 53-54; Diller 2005: S. 81; Friedrich/Biegenzahn/Zorowka 2000: S. 395; Lindner 1992: S. 267; Lürßen 2003: S. 43; Plath 1992: 185; Reinhardt 1997: S. 48). Die medizinische Diagnose ist Grundvoraussetzung, um weitere Schritte der Therapie einleiten zu können. Die audiologischen Untersuchungen, wie in Kapitel 2 ausführlich erklärt, geben Aufschluss über die Lokalisation und Grad der Hörstörung. Um weitere Behinderungen und die Lernentwicklung eines Kindes klären zu können, sind (entwicklungs-) psychologische Untersuchungen erforderlich. Logopädische Untersuchungen sind notwendig, um die Sprachfähigkeit und die Entwicklung in der Rehabilitation abschätzen zu können (Friedrich/Biegenzahn/Zorowka 2000: S. 395-396). Darüber hinaus sollte in den Monaten vor der Operation eine Hörgeräteversorgung erfolgt sein, um sicherzustellen, dass eine Implantation sinnvoll ist (Diller 2005: S. 79; Lürßen 2003: S. 34). Neben den genannten Untersuchungen sind für eine Implantation neben dem Hörvermögen Zeitpunkt und Dauer des Hörverlustes sowie das Lebensalter entscheidend (Diller 1997: S. 53).

Für die Indikationen sind darüber hinaus Lebensalter und Höralter zu unterscheiden, da eine Beschränkung auf das Lebensalter hinsichtlich des zu erwartenden Erfolges und der Effizienz des CIs nicht sinnvoll wäre (Diller 1997: S. 57). Als das Höralter wird der Prozess des Hörenlernens bezeichnet. Dieser Prozess kann auf natürlicher Weise oder mit einer Hörhilfe stattgefunden haben. Es wird unterteilt in prä- und perilingual Ertaubte, die eine frühzeitige Indikation (meist bis zum zweiten Lebensjahr) bekommen und postlingual Ertaubte, nach einer akuten Ertaubung, sowie Menschen, bei denen eine Ertaubung länger als zehn Jahre zurückliegt (Diller 1997: S. 57; Friedrich/Biegenzahn/Zorowka 2000: S. 396-397; Lindner 1992: S. 268).

Hingegen kann keine Indikation durchgeführt werden, wenn beispielsweise die Cochlea oder der Hörnerv nicht ausgeprägt ist, eine Mittelohrinfektion vorliegt, psychische Krankheiten diagnostiziert sind, eine neurale oder zentrale Schwerhörigkeit vorliegt, eine schwere auditive Wahrnehmungsstörung vorhanden ist oder keine postoperative bzw. eine fehlende Rehabilitationsfähigkeit bei der CI-Versorgung gegeben ist (Friedrich/Biegenzahn/Zorowka 2000: S. 397; Lürßen 2003: S. 43-44; Reinhardt 1997: S. 43-44).

Die Vorstellung, dass nach der Implantation das Hören reibungslos funktioniert, ist fachlich nicht korrekt. Das Ziel ist es, eine bessere Hörfähigkeit zu erlangen als mit der Hörgeräteversorgung. Um aber die Fähigkeit des CIs in seiner vollen Kraft zu nutzen, muss eine intensive postoperative Rehabilitation erfolgen (Diller 1997: S. 62; Diller 2005: S. 84-85; Plath 1992: 185). Beim Prozess des Hörens geht es grundlegend um die Wahrnehmung von Frequenzen und Sprache, es muss darüber hinaus sinnerfassend sein. Das auditive Verstehen basiert auf individuellen Geschehnissen und fordert Unterstützung aus dem sozialen Umfeld. Daraus lässt sich schließen, dass neben der ersten Priorität der Sprachfähigkeit sich der Prozess des Hörenlernens mit CI auch ein Prozess der Persönlichkeitsentwicklung ist (Diller 1997: S. 64).

Spricht nach den Voruntersuchungen und den Kriterien der Indikation alles für ein CI kann infolgedessen eine Implantation eingeleitet werden. Das Implantat wird mit einem operativen Eingriff eingesetzt. Dabei wird die aktive Elektrode über den freilegenden Schädelknochen durch eine Bohrung oder einem Schnitt bis circa 30 Millimeter in die Cochlea geschoben. Der Empfänger wird in ein gefrästes Knochenbett des Schädelknochens hinter der Ohrmuschel eingesetzt. Der Gegenelektrodenstrang wird unter dem

Muskel hinter dem Ohr platziert. An diesem Zeitpunkt wird die Funktionsfähigkeit des Implantates getestet und erste Erkenntnisse für die Erstanpassung des Sprachprozessors können gewonnen werden (Diller 2005: S.81-82; Friedrich/Biegenzahn/Zorowka 2000: S. 397; Reinhardt 1997: S. 12-13; Reinhardt 1997: S. 53).

Circa vier bis sechs Wochen nach der Operation ist die Wunde verheilt und die Erstanpassung kann durchgeführt werden (Diller 2005: S. 82; Friedrich/Biegenzahn/Zorowka 2000: S. 398; Hermann-Röttgen 2009: S. 80; Lürßen 2003: S. 39; Reinhardt 1997: S. 14). Von der Operation bis zum Zeitpunkt der Erstanpassung wird das Implantat nicht eingeschaltet und der Patient ist taub. Der Sprachprozessor wird bei der Erstanpassung angelegt und individuell eingestellt, wobei die Lautstärke zunächst sehr leise eingestellt wird, um eine langsame Gewöhnung zu gewährleisten (Diller 2005: S. 84; Reinhardt 1997: S. 54). Danach folgt eine Hörschwellenmessung, um den Pegel der Elektroden einzustellen. Zusätzlich soll eine angenehme Lautstärke bei der Stimulation der Elektrode eingestellt werden (Friedrich/Biegenzahn/Zorowka 2000: S. 398; Lürßen 2003: S. 39). Erst an dieser Stelle wird der Sprachprozessor das erst Mal eingeschalten. Viele unterschiedliche Geräusche werden wahrgenommen und jeder Patient reagiert individuell auf die neuen Höreindrücke. Die Erstanpassung ist dann abgeschlossen, wenn der Patient den eingeschalteten Sprachprozessor über mehrere Stunden bis zu einem Tag ohne Schwierigkeiten tragen kann (Reinhardt 1997: S. 58). Es folgen in regelmäßigen Abständen weitere Termine, wo der Sprachprozessor nachjustiert und verbessert wird (Diller 2005: S. 83-83; Reinhardt 1997: S. 14). Dieser Prozess ist ein langjähriger Weg. Mit dem Implantat ist es nun möglich Geräusche wahrzunehmen. An dieser Stelle muss nun gelernt werden, die einzelnen Geräusche zu differenzieren und zuzuordnen. Das Hören mit CI muss erst wieder gelernt werden und kann nicht mit dem Hören mit einem Hörgerät verglichen werden. Ist die Erstanpassung abgeschlossen beginnt ein langer Prozess des Erlernens der Hörfähigkeit und Nachsorgertermine sorgen für eine Feststellung der individuellen Entwicklung des Patienten. Eine zusätzliche Hör-Sprach-Therapie fördert und unterstützt die positive Entwicklung (Plath 1992: 186; Reinhardt 1997: S. 14). In die Therapie mit Kindern sollen Eltern und Bezugspersonen miteinbezogen werden, um auch im Alltag den Prozess des Hören Lernens zu unterstützen (Diller 2005: S: 84-85; Friedrich/Biegenzahn/Zorowka 2000: S. 398; Hermann-Röttgen 2009: S. 80-81; Reinhardt 1997: S. 45).

Je nach Implantationszeitpunkt können unterschiedliche Ergebnisse erzielt werden und die Effektivität der Therapie kann unterschiedlich Auswirkungen haben. Vor allem postlingual Ertaubte können Hörerfahrungen, die bereits vor der Implantation gelernt wurden in die Therapie integrieren und Verbindungen zu den neuen akustischen Erlebnissen herstellen. Im Gegensatz zu postlingual Ertaubten ist es bei prä- und perilingual Ertaubten kaum bis nicht möglich diese Verbindung herzustellen, da die Fähigkeit vor der Implantation nicht gegeben war (Lindner 1992: S. 268-269; Hermann-Röttgen 2009: S. 80-86; Plath 1992: 186; Reinhardt 1997: S. 17-18). Zu den grundlegenden Zielen der Implantation und der danach folgenden Therapie ist die auditive Differenzierung und infolgedessen die Lautsprache wahrzunehmen und erwerben zu können (Reinhardt 1997: S. 15).

Dieser Aspekt könnte auch der Grund dafür gewesen sein, dass am Beginn der Geschichte des CIs nur Erwachsene mit einem CI ausgestattet wurden. Vor circa dreißig Jahren war die Technik noch nicht so weit entwickelt wie heute und konnte bei Kindern nur begrenzt erfolgreiche Ergebnisse hervorbringen.

### **2.1.3. Geschichte des CI**

Der Otologe Charles Eyries und der Physiker André Djourno waren die ersten Wissenschaftler in der Geschichte des Cochlea Implantats, die sich näher mit der Funktion des defekten Innenohres und den damit verbundenen Ausgleich durch elektrische Impulse beschäftigten (Lenarz 1998: S. 1-2; Leonhardt 1997: S. 19). Die beiden Wissenschaftler untersuchten im Jahr 1957 in erster Linie zwei grundlegende Themen. Erstens hatten sie die Erkenntnis, dass an der Verbindung zwischen Reiz und Empfindung elektrische Ströme beteiligt sind und wollten diese nachahmen, um das Hören ohne die Funktionsfähigkeit des Innenohres zu ermöglichen. Zweitens stellte sich darüber hinaus die Frage, auf welche Weise nach Erlangen der Hörfähigkeit die Kodierung von Sprache stattfinden kann (Leonhardt 1997: S. 19-20). Die erste Beschreibung eines Implantates von André Djourno ist im unterscheidet sich mehr von der heutigen Technik, indem das Implantat nicht direkt in die Cochlea eingesetzt wird. Er beschreibt eine Drahtspule, die unter die Haut implantiert wird und mittels eines Magnetfeldes werden elektrische Impulse ausgelöst, die die Energie der Zellen freigesetzt wird. Durch den produzierten Wechselstrom des Magnetfeldes und der Drahtspule wird der Hörnerv angeregt (Lenarz 1998: S.2; Leonhardt 1997: S. 20).

André Djourno testete sein Modell vorerst nur an Tieren. Am 25.02.1957 fand die erste Implantation an einem ertaubten Erwachsenen statt, die der Patient eher als Rückschritt beschreibt, da er durch das Ausschalten des Implantats nichts mehr hören konnte (Leonhardt 1997: S. 20). Vor seiner Implantation beschränkte sich sein Hörvermögen auf einige hundert Hertz und so konnte er beispielsweise noch Naturgeräusche wahrnehmen. Für die Wissenschaft war durch diese Implantation aber die Erkenntnis gewonnen, dass mit Übung eine Sprachkodierung möglich sei, der Patient lehnte diese intensive Phase jedoch ab (Lenarz 1998: S. 2; Leonhardt 1997: S. 20).

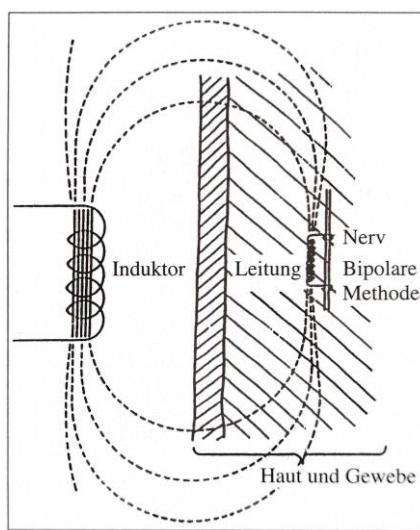


Abbildung 7: Erste Skizze Andre Djournos eines Implantates (Leonhardt 1997: S. 21).

Der nächste Meilenstein der Geschichte wurde 1963 durch den Otologen Fritz Zöllner und den Sinnesphysiologen Wolf Dieter Keidel in Deutschland gelegt (Lenarz 1998: S. 2-3; Leonhardt 1997: S. 20). Die Überlegungen dieser beiden Wissenschaftler gingen von einem neuen Standpunkt aus. Die Vorgehensweise verfolgte die Methode, das Implantat in der Cochlea zu platzieren. Laut der Skizze Fritz Zöllners ist zu sehen, dass er verschiedene Wege in die Cochlea einzudringen und die Elektrode zu platzieren für möglich hielt, vor allem um die tieferen Frequenzen zu erreichen. Wie jedoch später mehrere Elektroden eingesetzt werden sollen, um eine Sprachkodierung zu ermöglichen, blieb zu dieser Zeit noch offen (Leonhardt 1997: S. 20-21). Der erste Versuch der Implantation mit diesem Konzept und einer Elektrode erfolgte bei Patienten, die aufgrund ihrer Krankheit Morbus Menière ertaubt waren. Das Ziel dieses Implantates, welches die Grundprinzipien des heutigen Cochlea Implantates besitzt. Diese Grundprinzipien

pien weisen auch das heutige Cochlea Implantat auf. Deshalb kann dieses Konzept als der Ursprung des Cochlea Implantates bezeichnet werden.

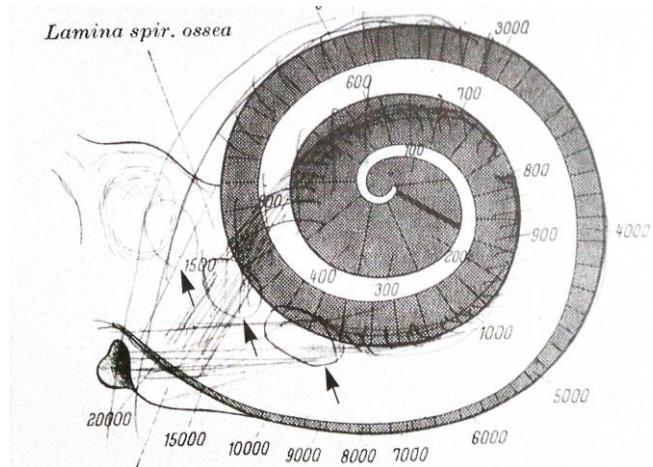


Abbildung 8: Erste Skizze Fritz Zöllners eines Implantates (Leonhardt 1997: S. 22).

Das Konzept des Cochlea Implantats war auch in den USA angekommen, wo sich Wissenschaftler mit der Technik von Mehr- und Einzelelektroden beschäftigten. Unter anderem wurden durch William F. House und seinem Team bestehend aus einem Arzt und einem Ingenieur, hunderte Implantationen mit Einzelelektroden erfolgreich durchgeführt (Leonhardt 1997: S. 24). Darüber hinaus führte Graeme Clark 1973 und 1977 in Melbourne Studien zu einem Cochlea Implantat durch (Leonhardt 1997: S. 24). Auch Graeme Clark erforschte über die möglichen Zugänge der Cochlea, um das Implantat einzusetzen zu können. Außerdem war er Verfechter der mehrkanaligen Elektrode. Aufbauend auf seiner langjährigen Forschungsarbeit implantierte er in den 1980er Jahren das erste „mehrkanalige“ und „intracochleäre“ Implantat (Leonhardt 1997: S. 24).

Eine Begeisterungswelle ging mit dieser Entwicklung nach Europa über und verschiedenste Wissenschaftler forschten in verschiedenen Schwerpunkten, um immer bessere Ergebnisse erzielen zu können. In diesem Zusammenhang sind die Städte Paris, Wien, Zürich, Toulouse, Prag und London zu nennen (Lenarz 1998: S. 5-6; Leonhardt 1997: S. 24). In Europa wurde bis dahin die intracochleäre Vorgehensweise noch nicht eingesetzt. Die mehrkanalige intracochleäre Vorgehensweise wurde erst prominent als Graeme Clark mit der Firma *Nucleus* zusammenarbeitete und professionelle Cochlea Implantate hergestellt wurden (Leonhardt 1997: S. 24). Nun mussten erfolgreiche Ergebnisse geliefert werden, um auch bei Kindern Implantationen durchzuführen. Hier hatte William F. House mit der extracochleären Methode nur geringen Erfolg. Die intracochleäre Vorgehensweise war bei Kindern anfangs mit einem hohem Risiko ver-

bunden, aufgrund der kleineren Cochlea und den dadurch erschwerten Weg in die Cochlea. Dabei mussten auch Hörreste ausgeschaltet werden. Die noch zu geringen Ergebnisse über Sprachverständnis, langfristige Sicherstellung der Funktionsfähigkeit des Implantates und Stimulationsfähigkeit des Hörnervs trugen ebenfalls dazu bei, dass die Forschung hier nur langsam vorankam (Leonhardt 1997: S. 25-26). Um kein erhöhtes Risiko einzugehen wurde erstmals ein „Kombi-Implantat“ hergestellt. Das „Kombi-Implantat“ setzte zwei Operationen voraus, zuerst wurde es extracochleär und ein bis zwei Jahre später intracochleär eingesetzt (Leonhardt 1997: S. 26). Um das Risiko weiter einschränken zu können, setzte man auf interdisziplinäre Arbeit mit Eltern, Pädagogen und Audiologen, vor allem auch in der Rehabilitation und Nachsorge der Patienten. Die weiteren Forschungen ergaben, dass die intracochleäre Methode vor allem bei taubgeborenen Kindern angewandt werden sollte, also in den ersten beiden Lebensjahren, da weniger Hörreste zerstört werden konnten. 1988 erfolgte in Deutschland die erste Implantation bei einem eineinhalbjährigen Mädchen. Es waren zwar alle Aspekte des operativen Eingriffs geklärt, aber die Frage der Nachversorgung war zu diesem Zeitpunkt noch offen. Das Engagement der Mutter des Mädchens und die Förderung durch Pädagogen zeigte sich jedoch als erfolgreich und das Mädchen konnte einen „normalen“ Alltag führen, wobei ihre Hörbeeinträchtigung meist nicht auffiel (Leonhardt 1997: S. 27).

Mit diesem positiven Erfolg der ersten Implantation bei einem Kind folgten weitere CI-Einsätze bei Kindern, die in Folge einer Meningitis ertaut waren. Die Ergebnisse dieser Implantationen stützten den Aspekt des frühestmöglichen Implantierens, um eine erfolgreiche Entwicklung der Sprechfähigkeit zu erlangen (Leonhardt 1997: S. 28). Die wichtigsten Punkte für einen Erfolg in den Anfängen der CI-Versorgung waren unter anderem eine Früherkennung der Taubheit sowie eine frühe Förderung, eine Implantation in den ersten drei Lebensjahren und ein langjähriges Training für eine erfolgreiche Sprachentwicklung (Leonhardt 1997: S. 28).

#### **2.1.4. Firmen und heutiger Stand der Technik**

Heute unterscheiden sich die verschiedenen CI-Systeme in erster Linie in der Sprachverarbeitungs- bzw. Stimulationsstrategie (Friedrich/Biegenzahn/Zorowka 2000: S. 395). Durch die moderne Ausstattung der CIs ist ein sehr gutes Sprachverständnis möglich. Die Weiterentwicklungen zum Thema Musik- und Klangwahrnehmung sind stetig

im Wandel, da die Wahrnehmung von Tonhöhen und Klang nur begrenzte Möglichkeiten bieten. Darüber hinaus ist zu erwähnen, dass Klangmuster und Tonhöhe nicht nur für die Musikwahrnehmung von Bedeutung sind, sondern auch bei der Sprachverständlichkeit von tonalen Sprachen, wie Sprachen des asiatischen Raums eine Rolle spielen (Hermann-Röttgen 2009: S. 87-88). Auch deshalb ist eine Forschung in Richtung Tonhöhenwahrnehmung unter CI so notwendig.

Verschiedene Firmen stellen Cochlea Implantate her. Die führenden Unternehmen sind *MED-EL*, *Advanced Bionics* und *Cochlear Limited*. Je nachdem für welche Klinik man sich entscheidet werden unterschiedliche Systeme von unterschiedlichen Herstellern angeboten und implantiert (Diller 2005: S. 78). Im Folgenden werden die neuesten CI-Systeme der führenden Unternehmen vorgestellt und anschließend verglichen, um Unterschiede in der Sprachkodierung und weiter in der Klangwahrnehmung festzustellen. Ein weiterer Aspekt stellt die Wahrnehmung von Musik durch die verschiedenen CIs da.

### **MED-EL**

Die Geschichte der Firma MED-EL beginnt 1975 als Ingeborg und Erwin Hochmair an der Technischen Universität Wien mit der Forschung und Entwicklung von Cochlea-Implantaten beginnen. Bereits zwei Jahre später wird 1977 nach Graeme Clark das erste „mikroelektronische Mehrkanal-Cochlea-Implantat“ in Wien entwickelt und wird noch im gleichen Jahr von Prof. Kurt Burian (1924-1996) an der HNO-Universitätsklinik Wien implantiert. Das Cochlea-Implantat war zu dieser Zeit mit acht Kanälen und einer Stimulationsrate von 10.000 Impulsen/Sekunde ausgestattet. Die Elektrode besaß eine Tiefe von 22-25mm (Offizielle Website von MED-EL: Letzter Zugriff: 26.05.2020).

Das aktuelle Implantat der Firma verspricht eine optimierte Klangqualität, wobei auch Details und Töne, die eine natürliche Klangqualität ausmachen, hörbar sind. Für das Implantat kann eine individuelle Elektrode ausgewählt werden, um die maximale Hörfähigkeit zu erzielen. Im Gegensatz zu früheren Modellen besitzt dieses Implantat zwölf Kanäle und eine Stimulationsrate von bis zu 50.704 Pulsen pro Sekunde (Offizielle Website von MED-EL: Letzter Zugriff: 26.05.2020). Bei diesen Zahlen kann eine deutliche Verbesserung und Entwicklung der Klangqualität gegenüber früheren Modellen festgestellt werden. Der dazu passende Audioprozessor ist mit einer sogenannten „Fin-

eHearing“ Klangkodierungstechnologie ausgestattet. Diese verspricht in allen Lebenslagen – vom Gesprächsalltag bis zum musikalischen Genuss – eine gute Klangqualität. Die zusätzliche „Triformance-Technologie“ ermöglicht eine genaue Stimulation in der Cochlea und die Verarbeitung der richtigen Tonhöhen (Offizielle Website von MED-EL: Letzter Zugriff: 26.05.2020). Diese Technik ermöglicht eine besonders genaue Nachahmung der normalen Hörfunktion. MED-EL führt auch Studien mit ihren Patienten zum Musikgenuss durch, wobei sich feststellen ließ, dass der Großteil (90 %) der Nutzer Musik als angenehm empfinden (Harris et al. 2011; Müller et al. 2012; Roy et al. 2015).



Abbildung 9: CI-System von MED-EL (Offizielle Website von MED-EL: Letzter Zugriff: 26.05.2020).

### Cochlear Limited

Graeme Clark, Professor der Medizin in Melbourne, beschäftigte sich auf Grund der Hörschädigung seines Vaters mit dem Thema Cochlea Implantat. 1967 begannen seine konkreten Forschungen zum Thema als in den USA darüber berichtet wurde. Unter viel Kritik und finanziellen Schwierigkeiten war es ihm möglich 1978 seine erste und erfolgreiche Implantation durchzuführen. Damit war die Marke *Cochlear Limited* gegründet worden. Graeme Clarks Beschäftigung mit Cochlea Implantaten dauert bis heute an, die sich vor allem mit den Technologien von Cochlea Implantaten beschäftigen. Er ist durch seine Entwicklungen Ehrenprofessor an einigen Universitäten Australiens. Zusätzlich erhielt er 2013 den Lasker-DeBakey Clinical Medical Research Award (Offizielle Website von Cochlear Ltd., Letzter Zugriff: 30.05.2020).

Das erste mehrkanalige Implantat der Firma Cochlear Limited wurde 1982 entwickelt. Es bestand aus einem Gehäuse aus Titan und 22 Elektroden. Die aktuellen Modelle sind die der *Nucleus* Systeme. Ebenfalls wie bei den Cochlea Implantaten bei MED-EL besitzen diese einen speziellen Soundprozessor, der automatisch die Klangqualität optimiert und durch Analyse der Hörumgebung Anpassungen durchführt. So werden vor allem Störgeräusche gefiltert und verhindert (Offizielle Website von Cochlear Ltd., Letzter Zugriff: 30.05.2020). Genauere Angaben zur Klangqualität insbesondere zu Musik und spezifische Studien mit diesen Cochlea Implantaten sind hier nicht weiter angegeben.

### **Advanced Bionics**

1993 entstand das Unternehmen *Advanced Bionics* (AB) durch den Gründer Alfred E. Mann. Um Hörgeschädigten wieder zum Hören zu verhelfen, schlossen sich zwei medzintechnische Unternehmen zu AB zusammen und entwickelten innovative Cochlea Implantate (Offizielle Website von Advanced Bionics, Letzter Zugriff: 31.05.2020). Neben den oben genannten Unternehmen zählt AB zu den mittlerweile führenden Herstellern von Cochlea Implantaten.



*Abbildung 10: Audioprozessor von AB mit innovativem Mikrofon nahe am Gehöreingang (Offizielle Website von Advanced Bionics, Letzter Zugriff: 01.06.2020).*

Auch AB wendet eigene Technologien an, um eine bessere Klangqualität als die Standard CI-Systeme zu erreichen. Mit der sogenannten „HiRes Fidelity 120“ und „HiRes Optima“ bietet das CI mittels Stimulation von mehreren Elektroden gleichzeitig eine bessere Klangqualität (Offizielle Website von Advanced Bionics, Letzter Zugriff: 01.06.2020). Darüber hinaus werden Klangverarbeitungsstrategien angewandt, die ein optimales Klangbild für Musik schaffen und mittels „ClearVoice“ werden vor allem

Songtexte verständlicher (Offizielle Website von Advanced Bionics, Letzter Zugriff: 01.06.2020). AB bietet ein spezielles Musikprogramm für die Rehabilitation an, dass vorwiegend für Kinder gestaltet wurde. Mit den Programmen wird interaktiv Musik erlernt und das Gehör trainiert, um die Hörfähigkeit im Bereich der Sprache und der Musik optimal nutzen zu können. Drei Programme werden angeboten, die jeweils auf die Altersgruppen - Babys, Kinder, Jugendliche und Erwachsene - abgestimmt sind (Offizielle Website von Advanced Bionics, Letzter Zugriff: 01.06.2020). Außerdem ist an den CI-Systemen von AB das Mikrofon, welches innovativ vor dem Gehörgang platziert ist, und verspricht so eine natürlichere Klangaufnahme. In Studien, die vom Unternehmen durchgeführt wurden, ergab sich, dass CI-Anwender des Herstellers AB Musik mehr genießen als mit CIs anderer Firmen (Offizielle Website von Advanced Bionics, Letzter Zugriff: 01.06.2020).

## **2.2. Erfahrungsberichte mit Cochlea Implantat**

In diesem Kapitel zeigen konkrete Beispiele von MusikerInnen den Prozess der Musikwahrnehmung nach einer Operation und Korrektur einer Hörschädigung mit Hilfe eines CIs. Die Entwicklung zu einer positiven Musikwahrnehmung nach einer Operation, sowie das aktive Musizieren mit CI werden individuell beschrieben.

### **2.2.1. Sebastian Fehr**

Einer der bekanntesten österreichischen Musiker mit Cochlea Implantat ist der Tiroler Sebastian Fehr. Seit seiner Geburt ist er am linken Ohr taub und erlitt zahlreiche Hörschläge am rechten Ohr. Infolgedessen wurde er am rechten Ohr im Jahr 2016 mit einem CI versorgt. Trotz seiner Taubheit am linken und Schwerhörigkeit am rechten Ohr spielt er seit seiner Kindheit leidenschaftlich Trompete und Flügelhorn in unterschiedlichen Formationen und ist Mitglied in unterschiedlichsten Orchestern und Ensembles (Blasmusikjugend 2018: S. 26). Immer wieder wird er mit Vorurteilen konfrontiert, auf Grund seiner Schwerhörigkeit nicht dieselbe musikalische Leistung durch seine Beeinträchtigung zu erbringen und steht so oft unter dem Druck der Gesellschaft. Seine Leistungen beweisen jedoch das Gegenteil. Als Abschluss seiner langjährigen Musikschulkarriere absolvierte er – als CI-Träger – seine Abschlussprüfung an der Musikschule erfolgreich (Blasmusikjugend 2018: S. 26).

Seine unzähligen Recherchen vor der Implantation bestärkte ihm in seiner Befürchtung, nie wieder Musik hören und selbst musizieren zu können. Das Implantat kann nicht die gleiche Leistung wie das natürliche Ohr leisten. Die technischen Elektroden im Implantat können die rund 12.000 äußere und 3000 innere Härchen in der Cochlea nicht zur Gänze ersetzen bzw. die Überbrückung durch das Cochlea Implantat kann den Hörverlust zwar umgehen aber die Hörleistung nicht wieder vollständig herstellen. Auch das Hörspektrum ist in der Lautstärke und im Frequenzbereich eingeschränkt. Ein CI-Träger hat eine Lautstärkenwahrnehmung von circa 80 dB statt rund 120 dB eines gesunden Ohres und einen Frequenzbereich mit CI von um die 9000 Hz statt 20.000 Hz. Diese Zahlen legen nahe, dass die Klangwahrnehmung nicht dieselbe sein kann wie die eines Normalhörenden (Website von S. Fehr 2017, letzter Zugriff: 09.05.20). Die am Anfang gestellte Diagnose, dass er nie wieder selbst musizieren kann und Musikhören ausgeschlossen ist, bestätigte sich nach seiner Implantation nicht. Nach seiner Erstanpassung konnte Sebastian Fehr sofort wieder gesprochene Sprache verstehen. Um Musik wieder zu hören wie vor der Implantation ist ein intensiver Prozess des Lernens notwendig. Vor allem bekannte Stücke, die vor der Implantation einstudiert wurden, klangen nach einiger Zeit wieder wie vor der Implantation gewohnt, da das Gehirn auf Hörerfahrungen zurückgreifen konnte. Erlernt Sebastian Fehr ein neues Musikstück, welches er erst als CI-Träger kennenlernt beschreibt er einen „Klangbrei“ zu hören (Offizielle Website von S. Fehr 2017, letzter Zugriff: 09.05.20). Um das Stück besser zu erlernen hilft es ihm die Noten mitzulesen und häufige Wiederholungen vorzunehmen, um sich das Stück besser einprägen zu können. Melodie und Rhythmisierung kann er durch diese Methode später wiedererkennen (Offizielle Website von S. Fehr 2017, letzter Zugriff: 09.05.20). Aus seiner rund fünfzehnjährigen Hörerfahrung mit Hörgeräten weiß er, dass die Wahrnehmung sich entwickeln kann und durch stetige Beschäftigung mit Musik wieder eine positive Musikwahrnehmung erreicht werden kann (Offizielle Website von S. Fehr 2017, letzter Zugriff: 09.05.20).

*„Musik zu machen, ist eines der schönsten Dinge des Lebens – es lohnt sich darum zu kämpfen.“ - Sebastian Fehr (Blasmusikjugend 2018: S. 26).*

Ein Interview, erschienen in der Fachzeitschrift Blasmusik 2018, ist im Anhang zu finden und im Detail nachzulesen.

### 2.2.2. Richard Reed

Richard Reed ist ein Musiker mit Cochlea Implantat aus Rhode Island, USA. Nach 20 Jahren als Bühnenmusiker am Keyboard verlor er nach einer Antibiotika-Behandlung sein Gehör. Während eines Bühnenauftrittes verschwand sein Gehör und bemerkte es erst als seine Kollegen ihn darauf aufmerksam machten. In einem Artikel erzählt er:

*„[...] Ich hatte die Augen geschlossen, spielte, schüttelte meinen Kopf im Takt. Irgendwann sah ich auf. Und meine Freunde blickten mich an, als hätte ich gerade meinen Verstand verloren. Ich hatte gespielt ohne jeden Sound. Der Strom war weg, und ich hatte überhaupt nichts mitbekommen. Die anderen brauchten einen Moment, um zu begreifen, was tatsächlich mit mir los war. Es war entsetzlich beschämend und zugleich traurig.“ (Schaarschmidt 2013: S.3).*

Jahre nach seinem Hörverlust begleitete ihn Hoffnungslosigkeit, die zunächst zu einer Vermeidung einer Cochlea-Implantation führte. Musik war für ihn nicht mehr hörbar und war nur noch ein Störgeräusch in seiner Umgebung. Trotz keinerlei Hoffnung entschied Richard Reed sich fünf Jahre nach seinem Hörverlust für eine Implantation. (Schaarschmidt 2013: S. 3-4). Er beschreibt seine erste Hörerfahrung wie Glöckchen, als der Sprachprozessor eingeschalten wurde. Er konnte die Worte nicht verstehen, aber sie klangen für ihn wie Musik. Sprache zu verstehen war für Richard Reed kein langer Weg, jedoch investierte er viel Zeit und Kraft, um die Fähigkeit des Musikhörens zu erlangen. Heute ist er wieder aktiver Bühnenmusiker und entwickelt darüber hinaus Trainings für das Musikhören-Lernen mit CI (Schaarschmidt 2013: S.4). Beispielsweise hält Richard Reed regelmäßig Vorträge zum Thema „Musikhören mit CI“ im europäischen Forschungszentrum für Innenohrimplantate *Cochlear Technology Centre* (CTC) in der Stadt Mechelen (Schaarschmidt 2013: S. 2).

Richard Reed beschreibt das Lernen von Musikhören als ein Vorgang, der nur in kleinen Schritten funktionieren kann. Wie Sebastian Fehr ebenfalls beschreibt, soll ein Song mehrmals gehört werden. Am besten sollte der Text mitgelesen werden, so dass mehrere Sinne angesprochen werden und der Lernvorgang für das Gehirn bewusster wird. Das aktive Musizieren eines Instrumentes kann ebenfalls hilfreich sein, da der taktile Sinn angesprochen wird (Schaarschmidt 2013: S.5).

Beide Musiker mit CI sehen den Punkt der Erwartung im Prozess des Musiklernens als wichtig. Es ist eine Grundvoraussetzung zu verstehen, dass mit CI dieser Prozess von Neuen erlernt werden muss, da Musik mit CI anders klingt. Das Gehirn kann bei Erwachsenen zwar auf Hörerfahrungen zurückgreifen, diese müssen nach der Implantation jedoch neu verknüpft werden. Dies sind einige Gemeinsamkeiten der Musiker an die Herangehensweise des Musikhören-Lernens. Ein wesentlicher Aspekt, der hier betont werden muss, ist, dass die Herangehensweise unter CI-Trägern schon gleich funktioniert, aber die Wahrnehmung der Musik sehr individuell ist.

### **2.3. Zusammenfassung**

Ist ein Funktionsverlust in der Cochlea festgestellt worden, so kann ein CI das Hören wieder ermöglichen. Es muss eine mittel- bis hochgradige Schallempfindungsschwerhörigkeit mit Gehörlosigkeit bzw. Resthörigkeit diagnostiziert worden sein, um die Funktion der Haarzellen durch die Elektrode zu ersetzen. Das Ziel einer Implantation ist es, die Hörgeräteversorgung zu ersetzen und eine bessere Hörfähigkeit zu erlangen.

Erstmals fand im Jahr 1957 die erste CI-Implantation an einem ertaubten Erwachsenen statt, die jedoch noch nicht erfolgreich war. Diese Implantation war ein Anstoß für die weltweite Forschung, sich ebenfalls mit der Thematik auseinanderzusetzen. Erst in den 1980er Jahren war durch Graeme Clark und seine Entwicklungen des CIs eine erfolgreiche Implantation zu dokumentieren. Aus heutiger Sicht sind drei führende Unternehmen der CI-Herstellung zu nennen: *MED-EL*, *Advanced Bionics* und *Cochlear Limited* bieten eine individuelle Klangqualität.

Die wichtigsten Bestandteile eines CIs sind:

1. der Audioprozessor mit Mikrofon, Sprachprozessor und Sendespule
2. das Implantat mit Empfänger/Stimulator und Elektrode

Ein akustischer Reiz wird über das Mikrofon am Audioprozessor aufgenommen und in elektrische Impulse umgewandelt. Diese werden kodiert und an das Implantat weitergeleitet. Der Stimulator des Implantates dekodiert den Reiz und sendet ihn an die Elektrode, die in der Cochlea sitzt. Über die Elektrode findet eine Stimulation des Hörnervs statt. Es werden entsprechende Aktionspotenziale generiert und an das Gehirn weitergeleitet. Im Gehirn finden die Verarbeitung und Interpretation des Signales statt.

Abschließend ist zu den Erfahrungsberichten zu sagen, dass es Überschneidungen im Lernprozess der Musikwahrnehmung gibt und Musiker untereinander sehr ähnliche Techniken benutzten, um das Musikhören zu erlernen. Die Wahrnehmung ist jedoch ein individueller Prozess, für den es kein „Universalrezept“ gibt. Jeder CI-Träger hat seine eigenen Vorlieben und Eindrücke von Instrumenten bzw. Songs, die individuell als positiv oder negativ beurteilt werden.

### **3. MUSIKWAHRNEHMUNG UND COCHLEA IMPLANTAT**

Wie aus den Kapiteln „Hörschädigungen“ und „Cochlea Implantat“ sowie den Beschreibungen von Sebastian Fehrs und Richard Reeds Erfahrungen hervorgeht, ist die Fähigkeit des Hörens etwas Subjektives. Jeder Mensch hört anders, egal ob schwerhörig oder normalhörend. Wie unterscheidet sich nun der Aspekt des subjektiven Hörens unter CI bei Sprache und Musik? Mit Hörtrainings ist es möglich Sprache zu verstehen und sogar die Musikwahrnehmung zu verbessern. Wie die Musiker mit CI beschreiben, kann ein Musikwerk Stück für Stück kleinteilig erarbeitet werden, sodass Melodie und Rhythmus wiedererkannt werden. Doch für unerfahrene CI-Träger, welche kein spezifisches Hörtraining absolviert haben, trifft diese Beobachtung nicht zu. Auch CI-Träger die prälingual implantiert wurden, können auf keine Sprach- oder Musikerfahrungen zurückgreifen. Einige Studien aus den letzten zehn Jahren beschäftigen sich mit der Musikwahrnehmung von CI-Trägern und der Verarbeitung der Parameter der Musik wie Klangfarbe, Rhythmus und Tonhöhe. Im folgenden Kapitel sollen ausgewählte Studien dargestellt werden und anschließend die Ergebnisse in einer Zusammenfassung diskutiert werden. Das Kapitel 3. „Musikwahrnehmung und Cochlea Implantat“ soll beschreiben, wie Musikwahrnehmung bei CI-Trägern aufgenommen und verbessert werden kann. Darüber hinaus wird speziell auf die Unterschiede der Wahrnehmung der Parameter Tonhöhe, Klangfarbe und Rhythmus von CI-Trägern im Vergleich zu Normalhörenden eingegangen. Infolgedessen soll der Forschungsfrage nachgegangen werden: *Wie unterscheidet sich die Musikwahrnehmung eines CI-Trägers und eines Hörenden in Bezug auf die Parameter Klangfarbe, Tonhöhe und melodisches Verständnis? Spielt der Zeitpunkt der Implantation dabei eine Rolle?*

#### **2.4. Parameter der Musik**

Zu den wichtigsten Parametern der Musik zählen Tonhöhe, Klangfarbe und Rhythmus. Vor allem diese Parameter werden in Bezug auf die Musikwahrnehmung mit Cochlea

Implantaten untersucht. Die Bewertung der Klangfarbe wird häufig durch die Darbietung von verschiedenen Instrumenten erforscht (Haumann et al. 2006: S. 613). Die Bewertung von Tonhöhen wird meist in Untersuchungen zur Melodiewahrnehmung thematisiert. Diese können mit begleitendem Rhythmus und/oder Text bzw. Singstimme untersucht werden (Haumann et al. 2006: S. 613). Um gezielt einzelne Tonhöhen zu erkennen werden in Studien reine und komplexe Töne unterschieden (Haumann et al. 2006: S. 613). Ausgewählte Studien, die zur Beantwortung der Forschungsfrage beitragen sollen, werden in folgenden Unterkapiteln vorgestellt und analysiert.

#### **2.4.1. Tonhöhe**

In der Studie von Haumann et al. wurden für die Wahrnehmung von Tonhöhen vier Instrumentengruppen herangezogen. Es handelt sich um Streichinstrumente (Geige), Holzblasinstrumente (Klarinette), Tasteninstrumente (Klavier) und Blechblasinstrumente (Trompete), wobei Halbtönschritte der Instrumente erkannt werden sollen (Haumann et al. 2006: S. 614). Zehn CI-Träger – mit MED-EL-C40+ Implantaten - und zehn Normalhörende nahmen an der Studie teil. Von den zehn CI-Trägern sind neun postlingual und ein Proband prälingual ertaut (Haumann et al. 2006: S. 614). Die Auswertung der Tests ergibt eine allgemein deutlich höhere Erkennungsrate bei den CI-Trägern als bei den Normalhörenden und hat auch unter den CI-Trägern sehr individuelle Ergebnisse (Haumann et al. 2006: S. 616). Vor allem die Erkennungsrate für die Tonhöhenwahrnehmung von Klaviertönen sticht bei den Ergebnissen hervor, da diese höher ist als die für die anderen Instrumente. Die Tonhöhenerkennung gelang CI-Träger beim Klavier am leichtesten. Als Erklärung für diese erhöhte Erkennungsrate werden die Aspekte Frequenz und Zeit angegeben. Von Natur aus besitzt das Klavier wenige Obertöne, die nach kurzer Zeit auch wieder abklingen, wobei der Grundton dominiert (Haumann et al. 2006: S. 616).

Ein weiterer Unterschied bei der Tonhöhenwahrnehmung kann auch die Art der Tonerzeugung sein. Werden Tonunterschiede gesungen werden sie besser identifiziert, als wenn Tonhöhenunterschiede mit einem Instrument erzeugt werden (Donelly/Limb 2012: S. 6). Die Tonhöhenänderung bei CI-Trägern ist meist sehr ungenau und die Richtung des zweiten Tones wird meist falsch angegeben, das heißt das Auf- oder Absteigen eines Tones wird als schwierig zu erkennen eingestuft (Donelly/Limb 2012: S. 6). Andere Studien unterscheiden die Tonhöhe von zwei Tönen, wobei herausgehört

werden soll, ob der zweite Ton höher oder tiefer ist (Donelly/Limb 2012: S. 6). Da die Tonhöhenunterscheidung eher schlechte Ergebnisse liefert, kann für die Melodieerkennung ein ähnliches Ergebnis erwartet werden.

Die Tonhöhenwahrnehmung ist für die Erkennung melodischer Strukturen und Melodien von Liedern Voraussetzung. Die Testung und Erkennung von melodischen Verläufen wird bei Galvin/Fu/Nogaki (2007) durch das Hören der Melodien verbunden mit einem visuellen Zuordnen der gehörten Muster ermittelt (Donelly/Limb 2012: S. 8; Galvin/Fu/Nogaki 2007: S. 306-307). Dabei handelt es sich um Melodiefolgen mit je fünf Tönen, die von elf CI-Trägern identifiziert werden sollen. Aus der Studie ergeben sich erhebliche individuelle Unterschiede in den Ergebnissen der CI-Träger. Die Richtigkeit der Zuordnungen schwanken zwischen 14 bis 90 Prozent (Galvin/Fu/Nogaki 2007: S. 302; Donelly/Limb 2012: S. 8), während der durchschnittliche Wert der Leistungen der Normalhörenden bei 95 Prozent liegt. Es ist auch festzustellen, dass CI-Träger Melodieverläufe mit keinen Tonhöhenänderungen häufig richtig erkennen als Melodieverläufe mit Tonhöhenveränderung (auf- und absteigend) (Donelly/Limb 2012: S. 8). Wie an folgender Abbildung abgeleitet werden kann, können CI-Träger den Melodieverlauf links unten am besten identifizieren.

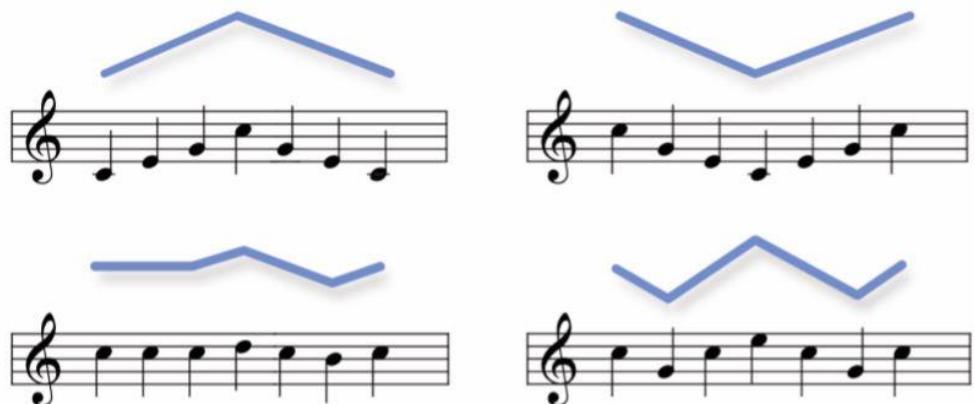


Abbildung 11: vorgegebene Melodieverläufe (Donelly/Limb 2012: S. 8).

Im Zusammenhang mit der Wahrnehmung von Tonhöhe und CI ist die Wiedergabe eines Tons oder einer Melodie am herausforderndsten. Es sind signifikant schlechtere Ergebnisse von CI-Trägern im Vergleich zu Normalhörenden zu sehen (Hsiao/Gfeller 2012 S. 8). Bei alltäglichen Liedern wie „Happy Birthday“ fällt die Ungenauigkeit der Intonation der Intervalle beim Singen auf, da Intervalle nicht genau nachproduziert

werden können (Hsiao/Gfeller 2012 S. 8). Dies gilt gleichermaßen für Erwachsene wie für Kinder mit CI. Das Treffen von exakter Tonhöhe ist für CI-Träger besonders schwer. Dabei kann das Erlernen eines Instrumentes mit konstanter Tonhöhe – wie das Klavier – hilfreich sein, um seine Tonhöhe regelmäßig zu kontrollieren. Zusätzlich hilft die visuelle Komponente, die Tastatur des Klaviers, bei der Überprüfung des gesungenen Tons (Hsiao/Gfeller 2012 S. 8).

In der Studie von Gfeller/Turner (2007) nehmen 114 CI-Träger teil, die sich durch die unterschiedliche Länge der Elektrode unterscheiden (101 mit langer Elektrode, 13 mit kurzer Elektrode). Die ProbandInnen wurden auf die Tonhöhenwahrnehmung getestet. Die Probanden bestimmen die Richtung der Tonhöhenänderung in Abhängigkeit der Grundfrequenz (Gfeller/Turner 2007). In dieser Studie sind die Ergebnisse der CI-Träger mit langer Elektrode am schlechtesten. CI-Träger mit kurzer Elektrode weisen ähnliche Ergebnisse wie die Gruppe der Normalhörenden auf. Lediglich im höheren Frequenzbereich ist die Leistung der CI-Träger abfallend. Im Gegensatz dazu zeigten die CI-Träger mit langer Elektrode bessere Ergebnisse im höheren Frequenzbereich, auch wenn sie allgemein schlechtere Ergebnisse aufweisen (Gfeller/Turner 2007).

Auch im Bereich der Tonhöhenwahrnehmung haben Kinder mit CI bzw. prälingual Ertaubte einen Nachteil hinsichtlich des Vorstellungsvermögens von Tonhöhenverhältnissen. Dieses Vorstellungsvermögen ist zwar für normalhörende Kinder auch schwer nachvollziehbar, aber für Kinder mit CI nochmal eine Stufe schwieriger (Hsiao/Gfeller 2012 S. 8). Tonhöhenänderungen sind für Kinder und Erwachsene mit CI oft verzerrt dargestellt und können dadurch schwer erkannt werden (Hsiao/Gfeller 2012 S. 8).

Ein weiterer Aspekt, der Tonhöhenerkennung wird in der Studie von Fujita/Juichi (1999) vorgestellt. Die acht ProbandInnen sollen Songs entweder mit oder ohne Gesang unterscheiden, wobei erwartet wird, dass ohne Singstimme die Songs nicht erkannt werden. Alle TeilnehmerInnen der Studie sind postlingual ertaubt und tragen ihre Cochlea Implantate zwischen zwei Monaten und zwanzig Jahren (Fujita/Juichi 1999: S. 634). Zwei der acht ProbandInnen spielten vor ihrer Implantation ein Instrument und haben somit eine musikalische Vorerfahrung im Gegensatz zu den anderen Teilnehmern. Insgesamt wurden die gehörten Stücke aus einem Repertoire von zwanzig Kinderliedern herangezogen, wobei diese folgenden Kriterien erfüllen mussten:

- a) das Lied muss einen Bekanntheitsgrad besitzen

- b) Textpassagen müssen auf der Aufnahme gut artikuliert sein
- c) eine gewisse Anzahl von Instrumenten muss als Begleitung vorkommen

Die Erkennung von Kinderliedern - mit instrumentaler oder Singstimme - ohne eine Vorgabe von Titeln, erwies sich als sehr schwierig und wurde deshalb durch eine Liste mit den zu hörenden Liedern erweitert. Die ProbandInnen konnten somit im Durchschnitt vier Lieder des Repertoires identifizieren. Hervorstechend sind die Ergebnisse der zwei ProbandInnen, die vor ihrer Implantation ein Instrument spielten. Diese schnitten besser ab als die anderen Teilnehmer und erkannten auch mehr Lieder. Anzuführen ist auch, dass nach den Interviews mit ProbandInnen Lieder am Text erkannt wurden und nicht an der Melodie (Fujita/Juichi 1999: S. 636).

Im zweiten Teil der Studie, in dem die Erkennung von Kinderliedern mit gleichem Rhythmus und übereinstimmender Tonhöhenbereich untersucht wurde, ergab es sich, dass es nicht möglich war nur auf Basis der Melodie die Lieder zu unterscheiden. Die Antworten waren eher zufällig (Fujita/Juichi 1999: S. 636). Fünf der acht ProbandInnen konnten Intervalle zwischen vier und zehn Halbtönen gut erkennen. Drei ProbandInnen konnten keine richtige Antwort geben und hatten große Schwierigkeiten bei der Intervallerkennung, was sich auf die empfundene Klangqualität zurückführen ließ (Fujita/Juichi 1999: S. 637). Musikinstrumente wurden in 3-8 von 10 Versuchen richtig erkannt. Die hohe Trefferquote war unerwartet. Die ProbandInnen berichteten, dass diese Aufgabe ihnen leichtfiel (Fujita/Juichi 1999: S. 637-368).

Abschließend lässt sich sagen, dass es für die ProbandInnen schwieriger ist Lieder einschließlich musikalischer Parameter wie Tonhöhe und Rhythmus oder instrumentaler Begleitung zu erkennen. Werden Lieder vokal vorgetragen, gelingt die Erkennung besser. Die Studie zeigt auf, dass die musikalische Vorerfahrung eine wesentliche Rolle bei der Erkennung von Liedern spielt (Fujita/Juichi 1999: S. 368).

In einer Studie von Vongpaisal et al. (2004) wird der Aspekt der Erkennung von Liedern mit und ohne vokale Begleitung ebenfalls untersucht. In dieser Studie besteht die Versuchsgruppe aus 8 bis 18-jährigen CI-Trägern, die eine prälinguale Ertaubung und eine Implantation von mindestens einem Jahr aufweisen. Die Kontrollgruppe besteht aus Normalhörenden (Vongpaisal et al. 2004: S. 193). Auch in dieser Studie wird erwartet, dass die CI-Träger Musik schwieriger ohne Mitwirkung der Singstimme aufnehmen können und das Musikempfinden als nicht angenehm eingeschätzt wird (Vong-

paisal et al. 2004: S. 194). Alle TeilnehmerInnen erhielten vor Beginn der Teilnahme eine Einführung zu den Liedern, um eine gewisse Vertrautheit mit diesen zu bekommen. Den ProbandInnen wurden drei bis fünf Lieder aus einem Repertoire von vierzehn Liedern vorgespielt, die sie anschließend bewerten sollen. Jedes der Lieder wurde auf vier verschiedene Arten vorgespielt:

- a) das Original Lied
- b) das Lied ohne Singstimme – nur instrumental
- c) eine Aufnahme mit der melodischen Wiedergabe des Hauptthemas am Klavier
- d) eine Aufnahme mit der Wiedergabe der Basslinie und des Rhythmus

In der oben genannten Reihenfolge wurde den Probanden alle Lieder pro Block vorgespielt, wobei kein Lied in unterschiedlichen Blöcken zwei Mal vorkommen konnte (Vongpaisal et al. 2004: S. 194). Die Fragebögen enthielten Fragen, ob das Lied erkannt wurde, eine Zuordnung von Bildern der Bands, eine Skala zur Bewertung des Gefallens des Liedes sowie eine Bewertung, indem das räumliche Arbeitsgedächtnis getestet wurde (Vongpaisal et al. 2004: S. 194).

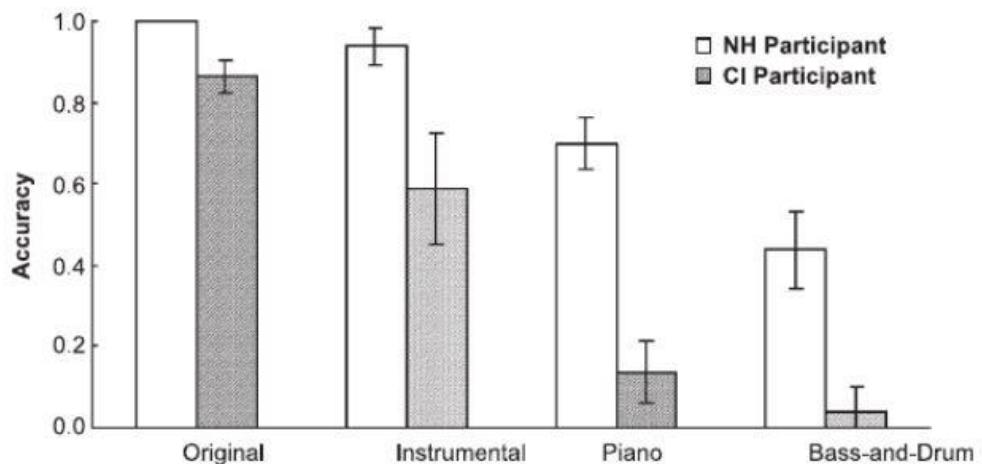


Abbildung 12: Ergebnisse der Studie (Vongpaisal et al. 2004: S. 195).

Die CI-Träger weisen schon gute Ergebnisse auf, vor allem in der Erkennung des Original-Liedes (a) und der Instrumentalwiedergabe (b). Insgesamt sind die Wahrnehmungsleistungen jedoch geringer als die der Normalhörenden. Die Fehlerquote bei der Erkennung der reinen Melodie (c) und der Begleitung der Basslinie und des Rhythmus war hier höher als bei a) und b) und im Unterschied zu den Normalhörenden signifikant (Vongpaisal et al. 2004: S. 195-196). Hier wird vermutet, dass durch das Fehlen des Gesangs und die reine Wiedergabe durch das Klavier das Erkennen des Liedes beson-

ders schwer wird. Abschließend kann festgestellt werden, dass die CI-Träger Musik im Allgemeinen als angenehm empfinden. Dies zeigen die Auswertungen der Fragebogen zum Gefallen der CI-Träger (Vongpaisal et al. 2004: S. 196). In der Abbildung werden die ausgewerteten Ergebnisse bildlich dargestellt:

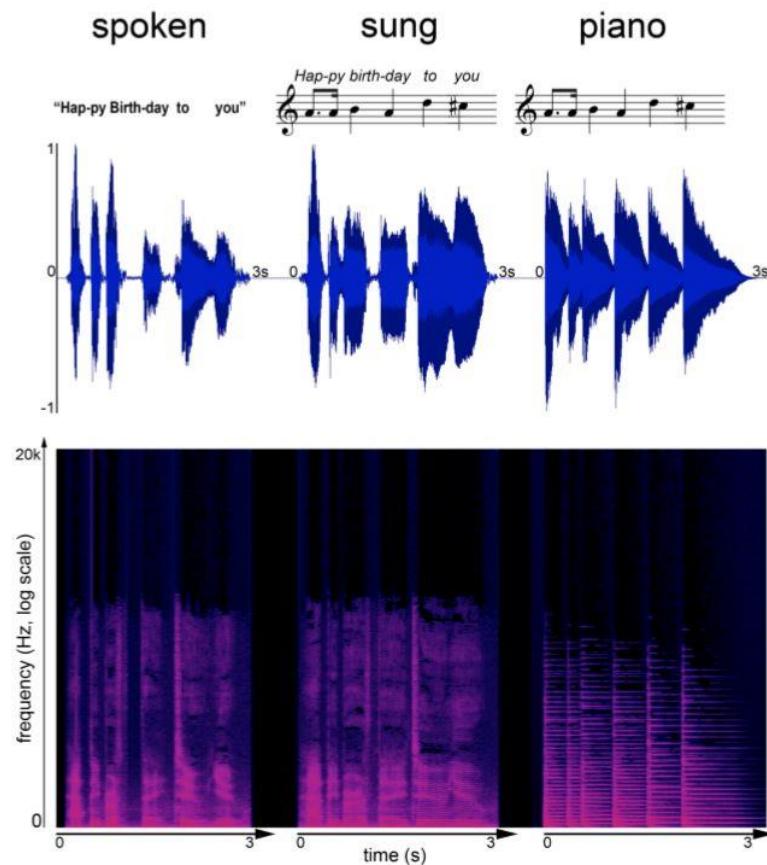


Abbildung 13: Spektrale Energie von Sprache und Musik (Donelly/Limb 2012: S. 3)

Donelly/Limb (2012) beschäftigen sich ebenfalls mit der Wahrnehmung von Musik und Sprache unter CI-Trägern. Sie stellen die Unterschiede von Musik und gesprochener Sprache in einem Spektrogramm dar. Hier ist zu sehen, dass die Energieverteilung auf der y-Achse bei Sprache geringer ist als bei Musik. Bei Musik sind vor allem der Grundton und die dazugehörigen harmonischen Teiltöne bestimmend. Hingegen bei Sprache ist die Energie auf einen größeren Frequenzbereich und ihre Obertöne verteilt (Donelly/Limb 2012: S. 3). Der wesentliche Unterschied in der Wahrnehmung von Musik und Sprache liegt demnach in der Energieverteilung. Wobei dies kritisch gesehen werden muss, da keine weiteren Angaben zur Aufnahmesituation angegeben sind.

Weiters kann festgestellt werden, dass es für CI-Träger von Vorteil ist, wenn die angebotenen Lieder bereits bekannt sind. Vor allem für CI-Träger, die postlingual ertaubt sind, ist die Identifizierung eines Musikstückes einfacher, da das Gehirn auf Erfahrungen der Vergangenheit zurückgreifen kann. Im Gegensatz zu Normalhörenden ist diese Identifizierung jedoch noch nicht auf dem gleichen Level. Die Identifizierung von Liedern kann für CI-Träger durch eine sprachliche oder Text- Komponente verbessert werden. Auch für CI-Träger, welche prälingual ertaubt sind, wurde eine Verbesserung der musikalischen Struktur durch das Hinzufügen von Text festgestellt (Donelly/Limb 2012: S. 3-4). Sprache ist also ein wesentlicher Aspekt, der zur Verbesserung der Wahrnehmung von Musik bei CI-Trägern beiträgt.

Auch der Aspekt, dass Musikwahrnehmung mit Hilfe von Hörtrainings verbessert wird, kann durch Studien nachgewiesen werden. Es wird vor allem die Wahrnehmung musikalischer Strukturen trainiert durch Identifizierungsaufgaben von melodischen Strukturen, die aus fünf gleichlangen Noten bestehen und musikalische Intervalle darstellen. Die täglichen Trainings variieren – je nach Zeitraum, jedoch kann bei allen ProbandInnen eine Leistungssteigerung und Verbesserung in der Wahrnehmung der Halbtonschritte erzielt werden. Die Übungszeiträume variierten von einer Woche bis zwei Monaten täglich á 30 Minuten bis 3 Stunden (Donelly/Limb 2012: S. 9; Galvin/Fu et al., 2007). Neben der Wahrnehmung musikalischer Strukturen kann auch das Erkennen von Klangfarben durch Hörtraining verbessert werden. Es sind eindeutige Unterschiede zu untrainierten CI-Trägern festzustellen, die Ergebnisse zeigen eine verbesserte Identifikation der einzelnen Klangfarben (Donelly/Limb 2012: S. 9; Gfeller/Witt, et al.: 2002). Eine deutliche Verbesserung – von fast 50 Prozent – ist bei den CI-Trägern festzustellen, die zuvor weniger als 50 Prozent korrekt erkennen konnten. Probanden, die auch schon vor dem Training gute Ergebnisse hatten, zeigen eine Verbesserung von mindestens 20 Prozent. Die Ergebnisse werden in einem Balkendiagramm dargestellt:

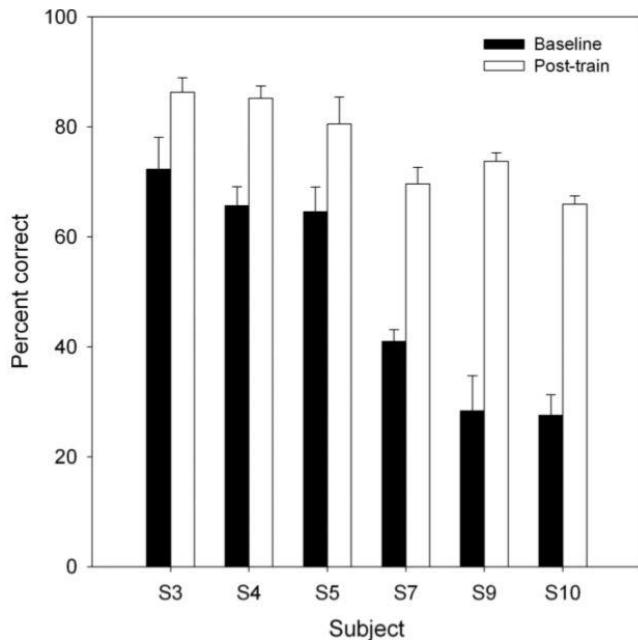


Abbildung 14: Individuelle Ergebnisse der Hörtrainings (Galvin/Fu et al., 2007: S. 324).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Hörtrainings nicht nur im Falle der Sprachwahrnehmung, sondern auch für die Musikwahrnehmung zur Verbesserung beitragen. Mit langfristigem Training kann die Wahrnehmung durch des CIs verbessert werden (Donelly/Limb 2012: S. 9). Vor allem die Komplexität der Musik gestaltet die Codierung für CI-Träger nochmal eine Stufe schwieriger als die Codierung von Sprache. Cochlea Implantate sind zwar auf die Sprachkodierung ausgerichtet, jedoch nimmt die Musikwahrnehmung einen immer wichtigeren Platz ein. Um in Richtung Musikwahrnehmung eine Verbesserung zu erzielen bedarf es einer kontinuierlichen Verbesserung bei der Technik (Donelly/Limb 2012: S. 10).

#### 2.4.2. Klangfarbe

Einer der schwierigsten Parameter der Musikwahrnehmung ist für CI-Träger Klangfarben von Instrumenten zu erkennen und zu unterscheiden. Diese Schwierigkeit ist auf die technischen Gegebenheiten des CIs zurückzuführen. In der Studie von Gfeller und Witt (2002) zeigt sich, dass Normalhörende bei der Klangfarbenerkennung Instrumente zwischen bestimmten Instrumentengruppen verwechseln (Gfeller/Witt et al. 2002: 352). Unter den CI-Trägern dagegen ergibt sich kein solches Muster; die Verwechslung und Zuordnung ist unklar und individuell abweichend (Donelly/Limb 2012: S. 9; Gfeller/Witt et al. 2002: S. 352-353). Es lässt sich kein eindeutiges Erkennungsmuster für die Zuordnung von Klangfarben unter den CI-Trägern erkennen. In dieser Studie besitzen

die ProbandInnen der CI-Träger CIs unterschiedlichster Hersteller (*Clarion, Ineraid, Med-EI, Nucleus*).

Im zweiten Teil dieser Studie wird die Bewertung der Klangfarbe von vier Instrumentenfamilien (Streich-, Holzblas-, Blechblasinstrumente und Tasteninstrument) erhoben. Die Ergebnisse zeigen auf, dass aufgrund der zeitlichen Komponente und der Anschlagtechnik vermutet wird, dass CI-Träger den Klang des Klaviers besser identifizieren können als die Klänge von der Holzblas-, Streich- oder Blechblasinstrumenten (Gfeller/Witt et al. 2002: S. 353; Donelly/Limb 2012: S. 9). In Abbildung 15 werden die Ergebnisse des Versuchs bildlich dargestellt. Hier wird klar ersichtlich, dass CI-Träger die Klangfarbe des Klaviers am „sympathischsten“ bzw. am angenehmsten wahrnehmen. An zweiter Stelle steht die Familie der Holzblasinstrumente, gefolgt von den Blechblasinstrumenten und an letzter Stelle die Streichinstrumente.

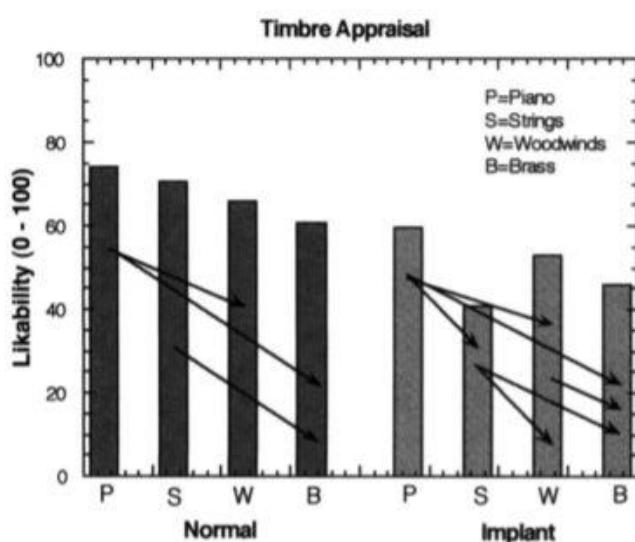


Abbildung 15: Klangfarbenerkennung der Instrumentengruppen (Gfeller/Witt et al. 2002: S. 353).

Wie bereits erwähnt könnte der zeitliche Aspekt und die Anschlagtechnik ausschlaggebende für die Klangfarbenwahrnehmung sein. Im Spektrogramm (Abbildung 16) wird jeweils ein Instrument der Instrumentenfamilien dargestellt. Deutlich zu sehen ist, dass der Ton des Klaviers schon ab den ersten Millisekunden hörbar ist, dabei ist ein deutlicher Geräuschhintergrund sichtbar, der auf die Anschlagtechnik zurückzuführen ist.

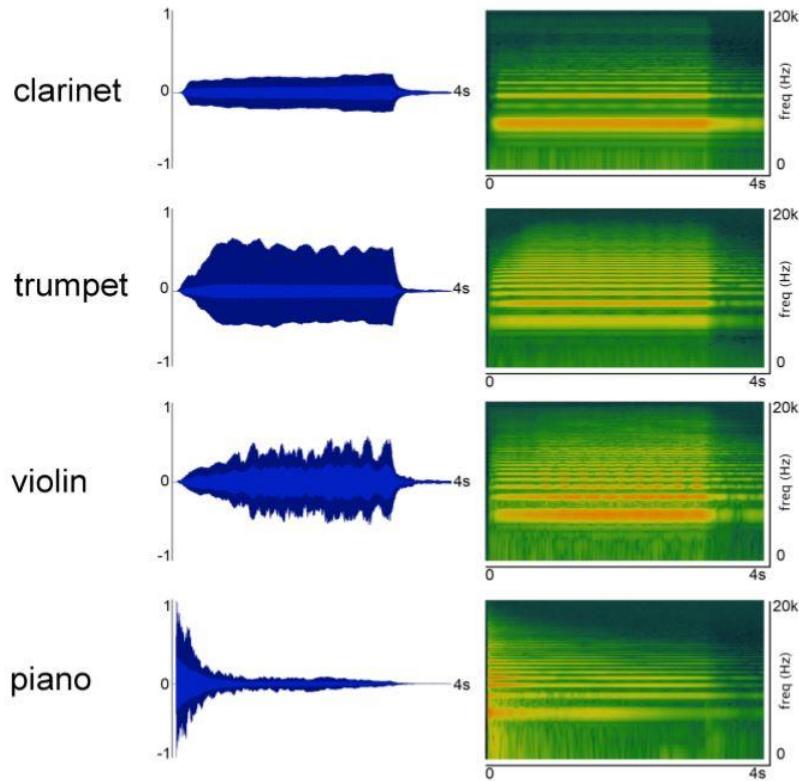


Abbildung 16: Oszillogramm und Spektrogramm der verwendeten Klänge (Donelly/Limb 2012: S. 10).

Darüber hinaus zeigt die Studie von Gfeller/Witt et al. (2002), dass CI-Träger Instrumente im tiefen Frequenzbereich besser wahrnehmen können (Donelly/Limb 2012: S. 9; Gfeller/Witt et al. 2002: S. 354). In Bezug auf den Frequenzbereich und die Klangfarbenbewertung wurden den ProbandInnen pro Instrumentenfamilie ein höheres und ein tieferes Instrument (z.B. Blechblasinstrumente: Trompete und Posaune) vorgespielt. Die ProbandInnen ordneten die Instrumente den Adjektiven „scattered“, „brilliant“ und „full“ zu (Gfeller/Witt et al. 2002: S. 354-355). Die Ergebnisse ergeben, dass CI-Träger die Instrumente mit hohen Tonhöhen mehr dem Adjektiv „scattered“ zu geordnet haben. Bei Normalhörenden werden im Vergleich Instrumente mit höheren Grundtonhöhen mehr als „brilliant“ eingeordnet (Gfeller/Witt et al. 2002: S. 354-355). Auch in diesem Versuch schneidet das Klavier am besten ab und wurden in der Kategorie „brilliant“ und „full“ eingeordnet. Die Familie der Streichinstrumente steht an letzter Stelle und wird am meisten der Kategorie „scattered“ zugeordnet (Gfeller/Witt et al. 2002: S. 355). Trotz der übereinstimmenden Ergebnisse muss hier eine individuelle Präferenz der Instrumente berücksichtigt werden (Hsiao/Gfeller 2012 S. 7). Vor allem durch die vor der Ertaubung gesammelte Hörerfahrung eines erwachsenen CI-Trägers können die Ergebnisse beeinflusst werden.

nisse weniger individuell sein als für Kinder, die ein CI tragen (Hsiao/Gfeller 2012 S. 7).

Auch diese Studie belegt, dass durch kontinuierliches Training vor allem bei Kindern mit CI, die den Musikunterricht besuchen und hier im Unterricht gezielt mit Instrumenten konfrontiert werden, die Klangfarbenerkennung gesteigert werden kann (Hsiao/Gfeller 2012 S. 7).

In einer Langzeitstudie (12 Monate) von Gfeller/Knutson et al. (1998) werden Tests zur Klangfarbenerkennung mit 28 CI-Trägern ausschließlich der Marke *Clarion (Advanced Bionics)* durchgeführt. Die ProbandInnen ertaubten postlingual und besitzen keine musikalischen Vorkenntnisse (Gfeller/Knutson et al. 1998: S. 6). In einem Zeitraum von drei Monaten wurden die Implantate auf eine Impulsbreite von 75 oder 150 Pulse pro Sekunde programmiert (ermöglicht eine präzisere Erkennung) vorgenommen wurde, um eine Auswirkung auf die folgenden Tests zu sehen (Gfeller/Knutson et al. 1998: S. 6). Es wurden bei der Überprüfung insgesamt vier Instrumentenfamilien herangezogen, aus denen je ein Instrument ausgewählt wurde: mit vier Instrumenten (Klarinette, Klavier, Trompete und Violine) wurden drei Melodien in unterschiedlichen Tonhöhen vorgespielt, die es zu identifizieren und zu bewerten galt. Die Erhebung hatte das Ziel individuelle Unterschiede unter den CI-Trägern, sowie Unterschiede zu den Normalhörenden festzustellen. Die Ergebnisse der CI-Träger wurden im Zeitraum von zwölf Monaten vier Mal erhoben und miteinander hinsichtlich der kognitiven Fähigkeiten, wie Sprachfähigkeit und der Musikalität und Hörgewohnheiten verglichen (Gfeller/Knutson et al. 1998: S. 5-6). Es ist zu erwarten, dass mit einer erhöhten Pulsraten (150 Pulse pro Sekunde) ein besserer Erkennungswert der musikalischen Muster und somit bessere Ergebnisse erzielt wurden (Gfeller/Knutson et al. 1998: S. 7). Diese Hypothese bestätigte sich nach der Erhebung der Ergebnisse aber nicht. Aus den drei Melodien, die aus einer C-Dur Tonleiter, einem C-Dur Arpeggio und aus einer speziell komponierten Melodie bestanden, wurde die komponierte Melodie am besten erkannt (Gfeller/Knutson et al. 1998: S. 12). Bei der Erkennung der Klangfarbe der vier verschiedenen Instrumente ist ein insgesamt niedriger Wert bei den CI-Trägern zu beobachten. Klarinette und Violine wurden unter den CI-Trägern besser erkannt als Klavier und Trompete. In der folgenden Abbildung kann der Unterschied deutlich gezeigt werden:

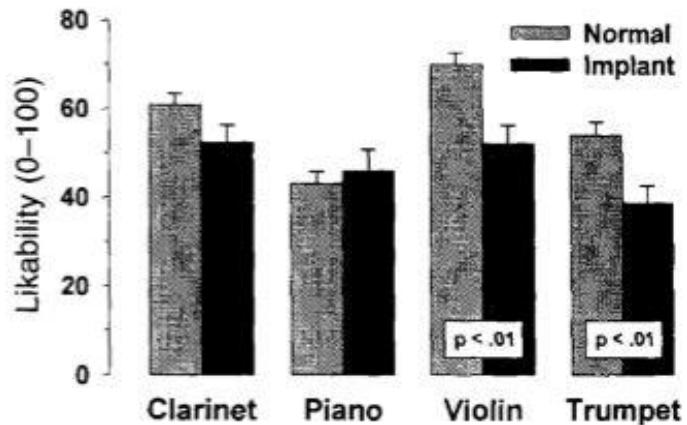


Abbildung 17: Unterschiede der Klangfarbenbewertung (Gfeller/Knutson et al. 1998: S. 12).

Bei der Identifikation von Instrumenten ist eine höhere Genauigkeit bei der Gruppe der Normalhörenden zu sehen. CI-Träger können das Klavier am häufigsten der richtigen Instrumentenfamilie zuordnen. Die Verwechslung und Zuordnung zur falschen Instrumentenfamilie passiert zufällig, es gibt kein Muster für die Fehler. Normalhörende tendieren nur selten zu falschen Zuordnungen außerhalb einer Instrumentenfamilie (Gfeller/Knutson et al. 1998: S. 13).

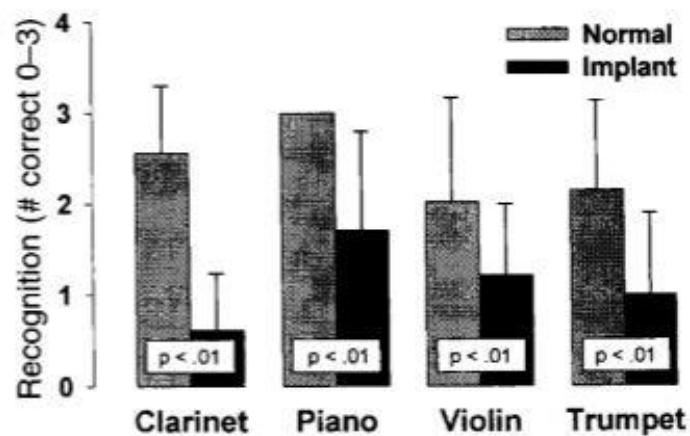


Abbildung 18: Identifikation der Instrumente (Gfeller/Knutson et al. 1998: S. 13).

#### 2.4.3. Rhythmus

Die Testung der Rhythmuswahrnehmung erfolgt in zahlreichen Studien auf unterschiedliche Weise. Die Schwerpunkte der Studien liegen auf der Erkennung unterschiedlicher Tempi, auf dem Vergleich rhythmischer Muster im gleichen Tempo und auf dem Vergleich von Rhythmen mit variierenden Tempi (Hsiao/Gfeller 2012 S. 6). Der Parameter

Rhythmus kann durch die eingeschränkte Wahrnehmung von Klangfarbe und Tonhöhe gut erkannt und aufgenommen werden und hat dadurch einen größeren Stellenwert bei der Musikwahrnehmung von CI-Trägern (Hsiao/Gfeller 2012 S. 6). Vermutlich liegt dies an dem zeitlichen Aspekt und ist deshalb eine zusätzliche „Hilfe“ eine Melodie zu erkennen (Donelly/Limb 2012: S. 4).

In der Studie von Kong/Cruz et al. (2004) wurden drei Fähigkeiten getestet: die Erkennung von Tempi, Zuordnung von Rhythmen und Melodieerkennung. Die ProbandInnen sollten bei der Identifizierung zwischen zwei Tempi den schnelleren Rhythmus heraus hören und auswählen. Darüber hinaus wurde die Wahrnehmung des Rhythmus mit Hilfe von sieben verschiedenen Rhythmen getestet, welche visuell dargestellt wurden, wobei das Gehörte diesen Darstellungen zugeordnet werden musste. Abschließend erfolgte die Melodieerkennung einerseits mit der Darbietung von Melodie und Rhythmus und andererseits mit ausschließlicher Darbietung von Melodie. Bei der Identifizierung von Tempi sind keine signifikanten Unterschiede zwischen CI-Träger und Normalhörende erkennbar. CI-Träger erreichten Ergebnisse zwischen 75 und 100 Prozent Korrektheit und waren somit im Schnitt nur geringfügig schlechter (Kong/Cruz et al. 2004). Bei der Erkennung von Rhythmen waren die Ergebnisse der CI-Träger um fünf bis fünfundzwanzig Prozent schlechter als die Ergebnisse der Normalhörenden. Die Melodieerkennung erzielte bei den drei Tests das schlechteste Ergebnis bei den CI-Trägern. Melodie mit oder ohne Rhythmus wurden schlechter erkannt als die Zuordnung von Rhythmen (Kong/Cruz et al. 2004). Zwei Drittel aller Originallieder konnten von den Probanden richtig erkannt werden. Hingegen war es schwerer das Lied mit verändertem Rhythmus zu identifizieren. Normalhörende zeigten in dieser Studie einwandfreie Ergebnisse auf (Donelly/Limb 2012: S. 3; Kong/Cruz et al. 2004).

Weitere Studien zur Rhythmuswahrnehmung fokussieren sich auf die Erkennung bzw. Unterscheidung von Rhythmuspaaren. ProbandInnen sollen zwei Paare miteinander vergleichen und Unterschiede sowie die vorgenommene Änderung angeben. 59 Prozent aller ProbandInnen konnten alle Tests richtig beantworten. Insgesamt nahmen 29 erwachsene CI-Träger teil (Donelly/Limb 2012: S. 5; Leal/Shin, et al. 2003).

Auch für Kindern mit CI gelten dieselben Ergebnisse. Die rhythmischen Aufgaben in den Studien ähneln dem Schwierigkeitsgrad, der auch im Musikunterricht gefordert

wird. Durch das regelmäßige Training können auch Kinder erfolgreiche Ergebnisse erzielen (Hsiao/Gfeller 2012 S. 7).

#### **2.4.4. Wahrnehmung und Empfinden**

In der Studie von Bruns et al. (2016) wird vor allem der Aspekt der Musikverarbeitung erforscht. Die Unterschiede sollen anhand einer Gruppe von post- und prälingual Ertaubten dargestellt werden. Dieser steht eine Gruppe Normalhörender gegenüber. Die individuellen Daten der drei Parameter der Musikverarbeitung – Unterscheidungsfähigkeit, Bedeutung in der Musik, Musikwahrnehmung – werden durch einen Fragebogen und einer Primingaufgabe von jedem/ jeder ProbandIn eingeholt (Bruns et al. 2016: S. 1). Es handelt sich hier um eine Bewertung der allgemeinen Musikwahrnehmung und nicht, wie in den anderen Kapiteln, um eine Beurteilung der einzelnen Parameter.

Im Gegensatz zu Sprache handelt es sich bei Musik um einen komplexeren Reiz aufgrund der mehrstimmigen und harmonischen Informationen und es bedarf daher eines breiteren Spektrums der Frequenzen. Da mittels Musik mehrere Mechanismen – kognitiv und sensorisch – angesprochen werden, kann Musik zu einer verbesserten Sprachverarbeitung führen (Bruns et al. 2016: S. 1). Es wird meist die Wichtigkeit der einzelnen Parameter der Musik hervorgehoben, die dazu beitragen, dass Musik entsprechend verarbeitet und interpretiert werden kann, jedoch ist es sehr schwer Musik als Einheit zu beschreiben. Vor allem durch die gegenseitige Beeinflussung der beteiligten Parameter ist die Wahrnehmung von Musik schwer messbar. Aufgrund der gestörten Wahrnehmung von ertaubten Menschen ist es daher schwieriger die Wahrnehmung von Musik interpretieren zu können (Bruns et al. 2016: S. 2). In der Literatur werden verschiedene Ansätze diskutiert, eine einheitliche Erklärung ist hierzu aber nicht belegbar. Anders als Sprache hat Musik aber auch keine definierte Bedeutung, sondern kann subjektiv aufgenommen werden.

Auch in dieser Studie wird auf den individuellen Hörverlust und die Hörerfahrungen der Kindheit hingewiesen. Diese Erfahrungen sind subjektiv und beeinflussen das Sprachverständnis nachhaltig. Es ist auch hier belegt, dass postlingual Ertaubte aufgrund ihrer Hörerfahrungen ein besseres Verständnis – in erster Linie für Sprache - mit CI besitzen (Bruns et al. 2016: S. 2). Infolgedessen lässt sich schlussfolgern, dass die Wahrnehmung von Musik aufgrund der Hörerfahrungen ebenfalls beeinflusst wird.

Verschiedene Musik-Wort-Paare als Stimulus-Set wurden als Methode gewählt, um Assoziationen auszulösen. Diese Methode funktioniert bereits mit kurzen Stimuli, um eine Reaktion auszulösen (Bruns et al. 2016: S. 3). Wie bereits in den letzten Kapiteln aufgezeigt, gibt es einen signifikanten Unterschied zu Normalhörenden in der Diskriminierung von Tonhöhen und Klangfarben, wobei die Wahrnehmung von Rhythmus keine großen Schwierigkeiten bereitet. In der Musikwahrnehmung können CI-Träger laut dieser Studie in zwei Gruppen eingeteilt werden. Jene CI-Träger, die Musik nicht genießen und CI-Träger, die Musik als Genuss ansehen (Bruns et al. 2016: S. 3). Hierbei ist die Methode der Testung und die individuelle Hörgeschichte zu berücksichtigen und in die Bewertung mit einfließen zu lassen.

Die Gesamtbetrachtung der Ergebnisse der Unterscheidungstests von Melodie, Rhythmus und Instrumenten ergibt für alle drei Gruppen eine gute Rate, die über dem Zufallsniveau liegt. Der Unterschied zwischen der Gruppe der Normalhörenden und der Gruppe der prälingual Ertaubten war höher als der zur Gruppe der postlingual Ertaubten letztere hatte insgesamt bessere Ergebnisse aufzuweisen (Bruns et al. 2016: S. 3-4). Der Test zur Tonhöhenwahrnehmung – mit den Tonhöhen *c2*, *b3* und *c7* – ergab, dass die prälingual Ertaubten die meisten Fehler aufweisen. Unter den prä- und postlingual Ertaubten zeigte sich ein besonderer Unterschied im Tonbereich von *c7*. Insgesamt weisen CI-Träger schlechtere Ergebnisse als die Gruppe der Normalhörenden auf (Bruns et al. 2016: S. 3-4). Die Aufgabe zur Rhythmuswahrnehmung zeigt die schlechtesten Werte in der Gruppe der postlingual Ertaubten, gefolgt von der Gruppe der prälingual Ertaubten. Die Werte in der Gruppe der Normalhörenden sind hier nicht signifikant, sondern weichen nur leicht ab (Bruns et al. 2016: S. 4). Der Test zur Melodieunterscheidung ergab einen minimalen Unterschied zwischen der prä- und postlingualen Gruppe von nur 2%. Die Ergebnisse der Normalhörenden waren um 10% höher als die der Vergleichsgruppen. Hier kann also ein signifikanter Unterschied zwischen Normalhörenden und CI-Trägern festgestellt werden (Bruns et al. 2016: S. 4). Bei der Wahrnehmung von Akkorden ist ein wesentlicher Unterschied zwischen allen Gruppen festzustellen. Alle drei Gruppen weichen um 10% voneinander ab, wobei prälingual Ertaubte (65%) am schlechtesten abschnitten, gefolgt von postlingual Ertaubten (72%) und Normalhörenden (85%) (Bruns et al. 2016: S. 4). Bei der Identifikation von Instrumenten ist ein signifikant niedrigeres Ergebnis der CI-Träger zu beobachten. Normalhörende schnitten hier mit 94% richtiger Zuordnung ab und die Gruppe der prä- und postlingual Ertaubten

lagen bei um die 50% (Bruns et al. 2016: S. 4). Insgesamt wird aufgezeigt, dass bei allen Tests außer des Rhythmus- und Instrumententests, die CI-Träger keine signifikanten Unterschiede untereinander aufweisen.

Werden die Daten zur Wertschätzung von Musik ausgewertet, zeigt sich die niedrigste Wertschätzung in der Gruppe der postlingualen CI-AnwenderInnen. Sie zeigten jedoch vor der Implantation Werte, die der Gruppe der Normalhörenden entsprachen. Im Gegensatz dazu zeigt die Daten der Gruppe der prälingual Ertaubten einen wesentlichen Anstieg nach der Implantation, so dass sie vergleichbar mit den Daten der Normalhörenden wurden (Bruns et al. 2016: S. 5).

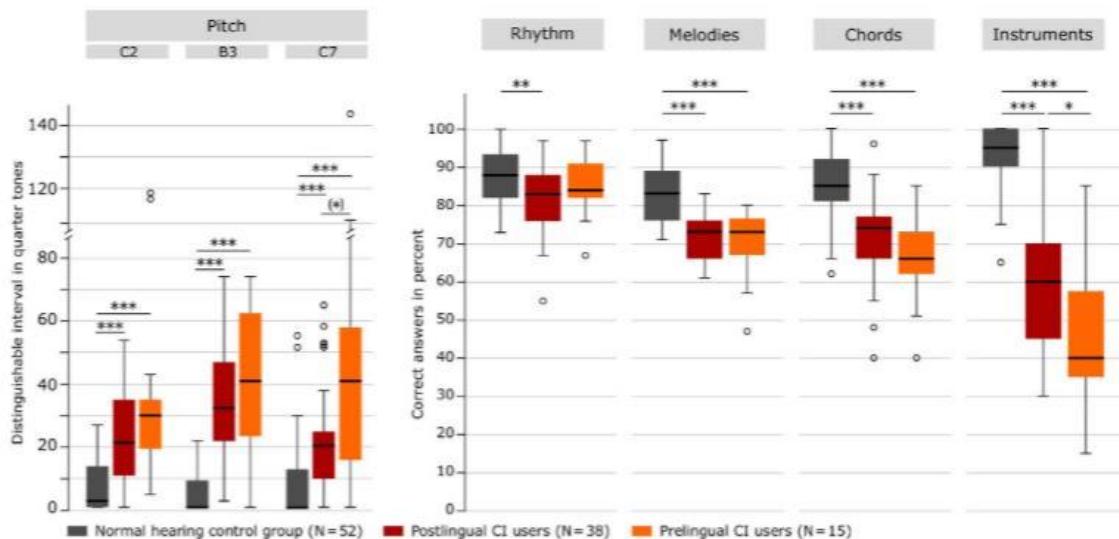


Abbildung 19: Ergebnisse der Diskriminierungstest (Bruns et al. 2016: S. 5).

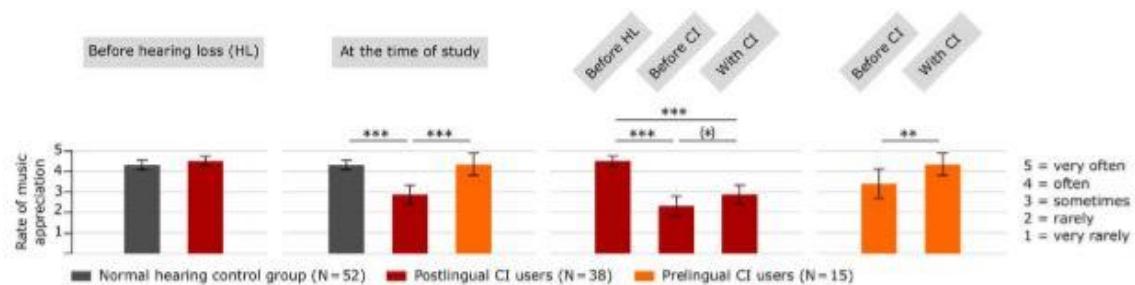


Abbildung 20: Wertschätzung der Musik der Gruppen (Bruns et al. 2016: S. 5).

Weitere Erkenntnisse zum Thema Musikwahrnehmung und Musikgenuss bringen Wright/ Uchanski 2012 in ihrer Studie hervor. Ihre Methode ist verglichen mit den zuvor dargestellten Studien abweichend, denn das Ziel war es hier, mit unterschiedlichen Musiktests und vierundzwanzig Musikausschnitten (zur Hälfte mit Singstimme) den Zusammenhang von Musikwahrnehmung und Musikgenuss der CI-AnwenderInnen zu

bestimmen. Die Einschränkungen in der Musikwahrnehmung/-beurteilung wurde anhand von Bewertungsskalen und Fragebögen erfasst (Wright/Uchanski 2012: S. 350-351). Als Kontrollgruppe wurden Normalhörende herangezogen, die eine Stimulation erhielten, die die Wahrnehmung eines CI nachahmten, um ein möglichst realitätsgetreues Ergebnis zu erzielen. Es soll erforscht werden, ob Musikwahrnehmung oder Musikbeurteilung ähnliche Ergebnisse wie CI-Träger aufweisen (Wright/Uchanski 2012: S. 350-353). Insgesamt nahmen fünfundzwanzig Normalhörende und zehn CI-Träger teil. Als Kontrollgruppe zählen fünf Normalhörende ohne CI-Stimulation.

Die Ergebnisse der Musikbewertung zeigen eine große Breite an Urteilen der Musikausschnitte. Ausschließlich zwei TeilnehmerInnen der Gruppe der Normalhörenden mit Stimulation weisen einen sehr gering begrenzten Bereich der Bewertung auf. Insgesamt wird der Test als „angenehm“ von Normalhörenden und CI-Trägern eingestuft. Die Gruppe der Normalhörenden mit CI-Stimulation zeigt eine niedrigere Einstufung der Musikausschnitte (Wright/Uchanski 2012: S. 356).

Die Ergebnisse zur Musikwahrnehmung zeigen, dass insgesamt die Gruppe der Normalhörenden am besten abschließt. Ausgenommen ist der Rhythmus-Test, der keine signifikanten Unterschiede der drei Gruppen aufzeigt. CI-Träger und Normalhörende mit CI-Stimulation weisen nur in bestimmten Teilen der Tests Ähnlichkeiten der Ergebnisse auf. Vor allem die Ergebnisse zu den Parametern Klangfarbe, Melodie, Skalen und Rhythmus zeigen starke Ähnlichkeiten auf, wobei nur geringe Leistungsunterschiede festzustellen sind. Unterschiede sind bei der Testung von Intervallen und Tonhöhenerkennung festzustellen, wobei CI-Anwender schlechtere Ergebnisse erzielten, als Normalhörende mit CI-Stimulation. Bei einigen Tests sind die Ergebnisse dieser beiden Gruppen nicht anwendbar, da die Aufgabe nicht erfüllt werden konnte (Wright/Uchanski 2012: S. 357).

In Bezug auf die aktuellen musikalischen Hörgewohnheiten aller drei Gruppen ist festzustellen, dass CI-Träger größere Schwierigkeiten beim Musikhören haben, da sie weniger Erfahrung besitzen. Beziehen sich die Fragen auf die frühe musikalische Vorerfahrung – vor der Implantation – sind keine signifikanten Unterschiede festzustellen. Es ist festzuhalten, dass der Hörgenuss nach der Implantation abnimmt (Wright/Uchanski 2012: S. 357; 360).

Zusammenfassend ist zu sagen, dass CI-Träger Musik als „angenehmer“ empfinden. Es ist ein signifikant höherer Unterschied bei der Musikwahrnehmung der CI-Träger im Gegensatz zu der Kontrollgruppe festzustellen (Wright/Uchanski 2012: S. 351). Es lässt sich sagen, dass Musikwahrnehmung und Musikgenuss getrennt voneinander bewertet werden sollten. Eine gute Musikwahrnehmung setzt demnach keinen Musikgenuss voraus (Wright/Uchanski 2012: S. 351).

## RESÜMEE

In Bezug auf die Ergebnisse der Studien soll dargestellt werden, inwiefern diese übereinstimmen und welche Unterschiede zwischen CI-Trägern und Normalhörenden aufgezeigt werden können. Es gilt herauszufinden wie unterschiedlich die Wahrnehmung der Parameter der Musik (Tonhöhe, Klangfarbe, Rhythmus) aufgenommen und interpretiert werden. Darüber hinaus wird die methodische Vorgehensweise reflektiert.

Aus den in dieser Arbeit dargestellten Studien und deren Ergebnissen lässt sich folgendes zur Tonhöhenwahrnehmung schlussfolgern: Die Ergebnisse unter den CI-Trägern zeigen im Falle des Klaviers eine deutlich bessere Tonhöhenwahrnehmung im Vergleich zu anderen Instrumenten, wobei die Begründungen sich in den Studien unterscheiden und kritisch zu betrachten sind (Haumann et al. 2006: S. 616). Naheliegend als Begründung dafür ist der kurze Einschwingvorgang und der Anschlag des Instrumentes. Wird die Übung zur Tonhöhenwahrnehmung vertieft und eine melodische Folge von Tönen vorgestellt, schwanken die Ergebnisse der CI-Träger sehr stark während die Ergebnissen von Normalhörenden, stabil im Bereich von 90 Prozent liegen (Galvin/Fu/Nogaki 2007: S. 302). Diese Schwankungsbreite betrifft Erwachsene als auch Kinder mit CI, da die schlechte Tonhöhenwahrnehmung auf die Audio-Verarbeitung zurückgeführt werden kann, die die Töne verzerrt klingen. Die Studien von Fujita/Juichi (1999) und Vongpaisal et al. (2004) zeigen des Weiteren auf, dass Erwachsene und Kinder mit CI Lieder nicht aufgrund der melodischen Struktur der Töne, sondern anhand des begleitenden Textes bzw. der Singstimme besser wiedererkennen können. Hier sind die Ergebnisse der CI-Träger minimal abweichend zu den Ergebnissen der Normalhörenden. Ebenfalls wird in diesen Studien und der Studie von Donelly/Limb (2012) ein wichtiger Aspekt zur musikalischen Praxis vor der Implantation belegt. CI-Träger, die vor der Operation ein Instrument spielten, konnte bessere Ergebnisse erzielen. Auch die Berichte von Sebastian Fehr und Richard Reed betätigen diesen Aspekt aus individuellen Erfahrungen.

Ebenfalls zeigt sich bei der Klangfarbenwahrnehmung, dass das Klavier gegenüber Klarinette, Trompete und Geige bevorzugt wird (Gfeller/Witt et al. 2002; Donelly/Limb 2012; Gfeller/Knutson et al. 1998). Dieser Aspekt kann in Zusammenhang mit der Bevorzugung von Instrumenten im tieferen Frequenzbereich zusammenhängen. Instrumente im hohen Frequenzbereich werden von CI-Trägern vermehrt als unangenehm bewer-

tet. Normalhörende zeigen bei diesen Testungen nur individuelle Ergebnisse. Alle Studien zeigen auf, dass die Identifikation von Instrumenten bei Normalhörenden präziser ist als bei CI-Trägern.

Abweichend von den Parametern Tonhöhe und Klangfarbe ist die Rhythmuswahrnehmung von CI-Trägern kaum eingeschränkt. In allen untersuchten Studien gibt es kaum bis keine Abweichung der Ergebnisse zwischen Normalhörenden und CI-Trägern.

Ein wichtiger Punkt bei der Musikwahrnehmung mit CI ist die Signalkodierung, die je nach Hersteller variiert. Die Kodierung erfolgt nur auf einer Ebene der Frequenz und kann keine weiteren Eigenschaften wie den Ort und die Zeit, die für die Tonhöhenwahrnehmung wichtig sind, kodieren. Eine natürliche Tonhöhenwahrnehmung durch die Kodierungsstrategie ist aber nur dann gegeben, wenn tonotopische und zeitliche Kodierung vereint sind. Das Implantat muss somit eine Elektrode aufweisen, die lang genug ist (über die zweite Windung der Cochlea hinaus) und des Weiteren soll der Sprachprozessor eine Kodierungsstrategie enthalten, die tonhöhenspezifisch arbeitet. Die tonhöhenspezifische Stimulierung der tiefen Frequenzen ist Voraussetzung, um auch eine natürliche Klangqualität bei den hohen Tönen zu erzielen, damit diese für den CI-Träger nicht verzerrt oder mechanisch klingen. Die Impulsrate muss dabei mit der Schwingungsrate übereinstimmen. Die bessere Wahrnehmung der tiefen Töne bei CI-Trägern kann in Hinsicht auf die Signalkodierung auch auf die Resthörigkeit zurückzuführen sein. Die Haarzellen im Inneren der Schnecke, die für die tiefen Töne zuständig sind, können bis zu einem gewissen Grad auch ohne elektrische Verstärkung genutzt werden und es findet dadurch eine natürliche Verarbeitung im Gehirn statt.

Insgesamt ist festzustellen, dass postlingual Ertaubte Musik nach ihrer Implantation weniger wertschätzen. Prälingual Ertaubte schätzen Musik nach ihrer Implantation mehr als zuvor (Bruns et al. 2016). Die geringere Wertschätzung und der damit verbundene Musikgenuss von postlingual Ertaubten kann auf die Hörerfahrungen vor der Implantation zurückzuführen sein. Diese Gruppe der Ertaubten hat aufgrund der Erfahrungen eine höhere Erwartung als Ertaubte, die vor der Operation keine intensiven Hörerfahrung mit Musik hatten.

Ein wichtiger Diskussionspunkt stellt das Thema „Hörtraining und Musik“ dar. In der Rehabilitationszeit nach der Implantation ist es in erster Linie das Ziel den Alltag mit CI

zu bewältigen und infolgedessen Sprache zu verstehen bzw. neu zu erlernen. Zwar nimmt die Codierung von Musik bei Cochlea Implantat Herstellern einen größeren Platz ein, jedoch könnte das Potential zur Musikwahrnehmung noch weiter ausgeschöpft werden, indem von Anfang an spezielle Hörtrainings zum Lernen des Musikhörens mit CI angeboten werden. Studien wie die von Donelly/Limb (2012) und Galvin/Fu et al. (2007) können belegen, dass mittels gezieltem Hörtraining die Musikwahrnehmung verbessert werden kann. Speziell für Musiker, die sich im Erwachsenenalter dazu entscheiden eine Implantation durchzuführen, könnte dieses Angebot Zuversicht bieten.

All die untersuchten Studien kommen zu dem Ergebnis, dass CI-Träger eine deutlich schlechtere Wahrnehmung von Musik haben als Normalhörende. Der Zeitpunkt der Implantation spielt bei den einzelnen Parametern bei prä- und postlingualer Implantation eine wichtige Rolle. Jedoch können „Ausreißer“ in Bezug auf die Gruppe der postlingual Ertaubten festgestellt werden, die deutlich bessere Ergebnisse aufweisen als prälingual Ertaubte. Die Gruppe der „Ausreißer“ wird postlingual Ertaubten zugeordnet. In Hinblick auf konkretere Ergebnisse zur Musikwahrnehmung von postlingual Ertaubten und vor allem von Musikern mit CI zu bekommen, wäre eine empirische Studie mit ausgewählten Probanden sinnvoll.

Aus zeitlichen Gründen wurde eine literaturgestützte Arbeit gewählt, wobei gesagt werden muss, dass hier eine vertiefende empirische Arbeit sich als sinnvoll erwiesen hätte, um die Ergebnisse aus der bestehenden Literatur vergleichen zu können. Persönliche Interviews mit Musikern die CI-Träger sind, könnten weitere Erfahrungsberichte und vor allem präzisere Erkenntnisse zur Musikwahrnehmung aufbringen. In diesen Bereichen bestünde somit noch Verbesserungspotenzial.

## LITERATURVERZEICHNIS

Bacon, Sid P. / Fay, Richard R. / Popper, Arthur N. (Hrsg.): *Compression. From Cochlea to Cochlear Implants*, 20 Bde., New York u.a.: Springer 2004 (Bd. 17).

Biesalski, Peter / Frank, Friedrich (Hrsg.): *Phoniatrie – Pädaudiologie. Physiologie, Pathologie, Klinik, Rehabilitation*, Stuttgart / New York: Thieme 1982.

Blasmusikjugend: „Sebastian Fehr. Eine Persönlichkeit, die unüberhörbare Zeichen setzt“, in: *Österreichische Blasmusik. Fachmagazin des Österreichischen Blasmusikverbandes* 05/2018, S. 26-27.

Böhme, Gerhard / Welzl-Müller, Kunigunde: *Audiometrie. Hörprüfungen im Erwachsenen- und Kindesalter. Ein Lehrbuch*, 3. Auflage, Bern u.a.: Huber 1993.

Böhme, Gerhard (Hrsg.): *Sprach-, Sprech-, Stimm- und Schluckstörungen*, 4. Auflage, München / Jena: Urban & Fischer 2003 (Bd. 1).

Bruns, Lisa / Mürbe, Dirk / Hahne Anja: „Understanding music with cochlear implants“, in: *Scientific Reports* 6 (2016), S. 1 – 14, <<https://www.nature.com/srep/>>, letzter Zugriff: 27.03.2020.

Büchner, A. / Gärtner, L.: „Technische Entwicklungen bei Cochleaimplantaten“, in: *HNO* 65 (2017), S. 276-289.

Cochlear Limited <<https://www.cochlear.com/de/startseite>>, (©2020), Letzter Zugriff: 30.05.2020.

Diller, Gottfried: *Hören mit einem Cochlear-Implantat. Eine Einführung*, zweite Auflage, Heidelberg: Programm Edition Schindele 1997.

Diller, Susanne: *Unser Kind ist hörgeschädigt*, München: Ernst Reinhardt 2005.

Donnelly, Patrick J. / Limb, Charles J.: „Music perception in cochlear implant users“, in: *Cochlear Implants. Principles and Practices* (2012), S. 223-228.

Dumanski, Johanna: *Wortschatzentwicklung CI-versorger Kinder gehörloser bzw. hochgradig hörgeschädigter Eltern in Laut- und Gebärdensprache*, Hamburg: Dr. Kovac 2014 (Sonderpädagogik in Forschung und Praxis Band 38).

Fehr, Sebastian: <<http://www.fehrhoert.com/>>, (©2017), letzter Zugriff: 07.05.2020.

Friedrich, Gerhard / Biegenzahn, Wolfgang / Zorowka, Patrick (Hrsg.): *Phoniatrie und Pädaudiologie. Einführung in die medizinischen, psychologischen und linguistischen Grundlagen von Stimme, Sprache und Gehör*, zweite Auflage, Bern u.a.: Hans Huber 1999/2000.

Fujita, Shuji / Ito, Juichi: „Ability of nucleus cochlear implantees to recognize music”, in: *The Annals of Otology, Rhinology & Laryngology* 108 (1999), S. 634 – 640.

Galvin, John / Fu, Qian-Jie / Nogaki, Geraldine: “Melodic Contour Identification by Cochlear Implant Listeners”, in: *Ear and Hearing* 28 (2007), S. 302-319.

Gelfand, Stanley: *Essentials of Audiology*, third edition, New York / Stuttgart: Thieme 2009.

Gfeller, Kate / Knutson, John F. / Woodworth, George / Witt, Shelley / DeBus, Becky: „Timbral Recognition and Appraisal by Adult Cochlear Implants Users and Normal-Hearing Adults”, in: *Journal of the American Academy of Audiology* 9 (1998), S. 1 – 19.

Gfeller, Kate / Witt, Shelley / Mehr, Maureen A. / Woodworth, George / Knutson, John: „Effects of frequency, instrumental family, and cochlear implant type on timbre recognition and appraisal”, in: *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology* 111 (2002), S. 349 – 356.

Gfeller, Kate / Turner, Christopher / Oleson, Jacob / Zhang, Xuyang / Gantz, Bruce / Froman, Rebecca / Olszewski, Carol: „Accuracy of Cochlear Implant Recipients on Pitch Perception, Melody Recognition, and Speech Reception in Noise”, in: *Ear and Hearing* 28 (2007); S. 412-423.

Harris, Robert L. / Gibson, William P.R. / Johnson, Melinda / Brew, Jane / Bray, Monica / Psarros, Colleen: “Intra-individual assessment of speech and music perception in cochlear implant users with contralateral Cochlear and MED-EL systems”, in: *Acta Otolaryngol* 131/12 (2011), S. 1270–1278.

Haumann, S. / Mühler, R. / Ziese M. / von Specht, H.: „Diskrimination musikalischer Tonhöhen bei Patienten mit Kochleaimplantat“, in: *HNO* 8 (2007), S. 613 – 619.

Hellbrück, Jürgen / Ellermeier, Wolfgang: Hören. *Physiologie, Psychologie und Pathologie*, zweite Auflage, Göttingen u.a.: Hogrefe 2004.

Hermann-Röttgen, Marion (Hrsg.): *Cochlea-Implantat. Ein Ratgeber für Betroffene und Therapeuten*, Thieme 2009.

Hoth Sebastian (Hrsg.): *Das Cochlea-Implantat. Information für unsere Patienten*, o.A. 2012.

Horth, S. / Müller-Deile, J.: „Audiologische Rehabilitation von Kochleaimplantat-Trägern“, in: *HNO* 57 (2009), S. 635 – 648.

Hsiao, Feilin / Gfeller, Kate: „Music Perception of Cochlear Implant Recipients with Implications for Music Instruction. A Review of Literature”, in: *Update Applications of Research in Music Education* 30/2 (2012), S. 5 – 10.

Jung, Simone: *Natalie oder der Klang nach Stille*, Frankfurt am Main: Mabuse 2014.

Kinderärzte im Netz: „Neugeborenen-Gelbsucht (Neugeborenen-Ikterus)“, in: *Kinder- & Jugendärzte im Netz* (25.06.2018), online: < <https://www.kinderaerzte-im-netz.de/krankheiten/neugeborenen-gelbsucht-neugeborenen-ikterus/>>, letzter Zugriff: 04.05.2020.

Kong, Ying-Yee / Cruz, Rachel / Jones J., Zeng Fan-Gang: „Music perception with temporal cues in acoustic and electric hearing”, in: *Ear Hear* 25 (2004), S. 173–185.

Leal, Mariana C. / Shin Young-Je / Laborde, Marie-laurence / Calmels Marie-noelle / Verges, Sébastien / Lugardon Stéphanie / Andrieu, Sandrine / Deguine, Olivier / Fraysse, Bernard: « Music Perception in Adult Cochlear Implant Recipients”, in: *Acta Oto-Laryngologica* 123 (2003), S. 826-835.

Lehnhardt, Ernst / Laszig, Roland (Hrsg.): *Praxis der Audiometrie*, 9. Auflage, Stuttgart / New York: Thieme 2009.

Lenarz, Thomas (Hrsg.): *Cochlea-Implantat. Ein praktischer Leitfaden für die Versorgung von Kindern und Erwachsenen*, Hannover: Springer 1998.

Leonhardt, Annette (Hrsg.): *Das Cochlear Implantat bei Kindern und Jugendlichen*, München / Basel: Ernst Reinhardt 1997.

Limberger, Aalen: „Aus der Praxis. Hören“, in: Plinkert, Peter / Klingmann Christoph (Hrsg.) *Hören und Gleichgewicht. Im Blick des gesellschaftlichen Wandels*, Wien / New York: Springer 2010.

Lindner, Gerhart: *Pädagogische Audiologie. Ein Lehrbuch zur Hörerziehung*, vierte Auflage, Berlin: Ullstein Mosby 1992.

Lürßen, Uta: *Untersuchung zum Wortschatz und phonologischen Gedächtnis bei Cochlear-Implant-versorgten Kinder*, Frankfurt am Main: Europäischer Verlag der Wissenschaft 2003 (Sprachentwicklung. Verlauf, Störung, Intervention Band 4).

Mrowinski, D. / Scholz, G.: *Audiometrie. Eine Anleitung für die praktische Hörprüfung*, New York 2011.

Mühler, Roland / Ziese, Michael: *Technischer Leitfaden Cochlea Implantat*, Magdeburg 2010.

Müller, Joachim / Brill, Stefan / Hagen, Rudolf / Moeltner, Alexander / Brockmeier, Steffi-Johanna / Stark, Thomas / Helbig, Silke / Maurer, Jan / Zahnert, Thomas / Zierhofer, Clemens / Nopp, Peter / Anderson, Ilona: „Clinical Trial Results With the MED-EL Fine Structure Processing Coding Strategy in Experienced Cochlear Implant Users”, in: *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec.* 74/4 (2012), S. 185–198.

Plath, Peter: *Das Hörorgan und seine Funktion. Einführung in die Audiometrie*, fünfte Auflage, Berlin: Edition Marhold 1992.

Robert Koch Institut: „Kann in der Schwangerschaft und Stillzeit geimpft werden?“ in: <[https://www.rki.de/SharedDocs/FAQ/Impfen/AllgFr\\_AllgemeineFragen/FAQ08.html](https://www.rki.de/SharedDocs/FAQ/Impfen/AllgFr_AllgemeineFragen/FAQ08.html)>, Letzter Zugriff: 24.04.2020.

Roy, Alexis T / Carver, Courtney / Jiradejvong, Patpong / Limb, Charles J: „Musical Sound Quality in Cochlear Implant Users: A Comparison in Bass Frequency Perception Between Fine Structure Processing and High-Definition Continuous Interleaved Sampling Strategies”, in: *Ear Hear* 36/5, S. 582–590.

Schaarschmidt, Martin: „Hope Notes“, in: *Audio Infos*, Nr. 146 (2013), S. 2-5.

Vongpaisal, Tara / Trehub, Sandra E. / Schellenberg, Glenn E. / Papsin, Blake: „Music recognition by children with cochlear implants”, in: *International Congress Series* 1273 (2004), S. 193 – 196.

Wright, Rose / Uchanski, Rosalie: „Music Perception and Appraisal: Cochlear Implant Users and Simulated Cochlear Implant Listening” in: *Journal of the American Academy of Audiology*, Nr. 23/5 (2012), S. 350-365.

Zeng, Fan-Gang / Popper, Arthur N. / Fay, Richard R. (Hrsg.): *Cochlear Implants. Auditory Prostheses and Electric Hearing*, 20 Bde., New York 2004 (Bd. 20).

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 21: Symbolik der Luft- und Knochenleitung im Audiogramm, aus: Lehnhardt, Ernst / Laszig, Roland (Hrsg.): *Praxis der Audiometrie*, 9. Auflage, Stuttgart / New York: Thieme 2009, S. I.

Abbildung 2: Audiogramm bei Schalleitungsschwerhörigkeit, aus: Lindner, Gerhart: *Pädagogische Audiologie. Ein Lehrbuch zur Hörerziehung*, vierte Auflage, Berlin: Ullstein Mosby 1992, S. 164.

Abbildung 3: Audiogramm bei Schallempfindungsschwerhörigkeit, aus: Lindner, Gerhart: *Pädagogische Audiologie. Ein Lehrbuch zur Hörerziehung*, vierte Auflage, Berlin: Ullstein Mosby 1992, S. 165.

Abbildung 4: Audiogramm bei kombinierter Schalleitungs-Schallempfindungsschwerhörigkeit, aus: Lindner, Gerhart: *Pädagogische Audiologie. Ein Lehrbuch zur Hörerziehung*, vierte Auflage, Berlin: Ullstein Mosby 1992, S. 166.

Abbildung 5: Überblick der Messverfahren im Kindesalter, aus: Böhme, Gerhard / Welzl-Müller, Kunigunde: *Audiometrie. Hörprüfungen im Erwachsenen- und Kindesalter. Ein Lehrbuch*, 3. Auflage, Bern u.a.: Huber 1993, S. 146.

Abbildung 6: Aufbau eines Cochlea Implantates, aus: Friedrich, Gerhard / Biegenzahn, Wolfgang / Zorowka, Patrick (Hrsg.): *Phoniatrie und Pädaudiologie. Einführung in die medizinischen, psychologischen und linguistischen Grundlagen von Stimme, Sprache und Gehör*, zweite Auflage, Bern u.a.: Hans Huber 1999/2000, S. 394.

Abbildung 7: Erste Skizze Andre Djournos eines Implantates, aus: Leonhardt, Annette (Hrsg.): *Das Cochlear Implantat bei Kindern und Jugendlichen*, München / Basel: Ernst Reinhardt 1997, S. 21.

Abbildung 8 Erste Skizze Fritz Zöllners eines Implantates, aus: Leonhardt, Annette (Hrsg.): *Das Cochlear Implantat bei Kindern und Jugendlichen*, München / Basel: Ernst Reinhardt 1997, S. 22.

Abbildung 9: CI-System von MED-EL, aus: Offizielle Website von MED-EL: Letzter Zugriff: 26.05.2020.

Abbildung 10: Audioprozessor von AB mit innovativem Mikrofon nahe am Gehöreingang aus: Offizielle Website von Advanced Bionics, Letzter Zugriff: 01.06.2020.

Abbildung 11: vorgegebene Melodieverläufe, aus: Donnelly, Patrick J. / Limb, Charles J.: „Music perception in cochlear implant users”, in: *Cochlear Implants. Principles and Practices* (2012), S. 8.

Abbildung 12: Ergebnisse der Studie, aus: Vongpaisal, Tara / Trehub, Sandra E. / Schellenberg, Glenn E. / Papsin, Blake: „Music recognition by children with cochlear implants”, in: *International Congress Series* 1273 (2004), S.195.

Abbildung 13: Spektrale Energie von Sprache und Musik aus: Donnelly, Patrick J. / Limb, Charles J.: „Music perception in cochlear implant users”, in: *Cochlear Implants. Principles and Practices* (2012), S. 3.

Abbildung 14 Individuelle Ergebnisse der Hörtrainings, aus Galvin, John / Fu, Qian-Jie / Nogaki, Geraldine: „Melodic Contour Identification by Cochlear Implant Listeners”, in: *Ear and Hearing* 28 (2007), S. 324.

Abbildung 15: Klangfarbenerkennung der Instrumentengruppen, aus: Gfeller, Kate / Witt, Shelley / Mehr, Maureen A. / Woodworth, George / Knutson, John: „Effects of frequency, instrumental family, and cochlear implant type on timbre recognition and appraisal”, in: *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology* 111 (2002), S. 353.

Abbildung 16: Oszillogramm und Spektrogramm der verwendeten Klänge, aus: Donnelly, Patrick J. / Limb, Charles J.: „Music perception in cochlear implant users”, in: *Cochlear Implants. Principles and Practices* (2012), S. 10

Abbildung 17: Unterschiede der Klangfarbenbewertung, aus: Gfeller, Kate / Knutson, John F. / Woodworth, George / Witt, Shelley / DeBus, Becky: „Timbral Recognition and Appraisal by Adult Cochlear Implants Users and Normal-Hearing Adults”, in: *Journal of the American Academy of Audiology* 9 (1998), S. 12.

Abbildung 18: Identifikation der Instrumente, aus: Gfeller, Kate / Knutson, John F. / Woodworth, George / Witt, Shelley / DeBus, Becky: „Timbral Recognition and Appraisal by Adult Cochlear Implants Users and Normal-Hearing Adults”, in: *Journal of the American Academy of Audiology* 9 (1998), S. 13.

Abbildung 19: Ergebnisse der Diskriminierungstest, aus: Bruns, Lisa / Mürbe, Dirk / Hahne Anja: „Understanding music with cochlear implants“, in: *Scientific Reports* 6 (2016), S. 1 – 14, <<https://www.nature.com/srep/>>, letzter Zugriff: 27.03.2020, S. 5.

Abbildung 20: Wertschätzung der Musik der Gruppen, aus: Bruns, Lisa / Mürbe, Dirk / Hahne Anja: „Understanding music with cochlear implants“, in: *Scientific Reports* 6 (2016), S. 1 – 14, <<https://www.nature.com/srep/>>, letzter Zugriff: 27.03.2020, S. 5.

# Sebastian Fehr

## Eine besondere Persönlichkeit, die unüberhörbare Zeichen setzt

Der Tiroler Sebastian Fehr ist leidenschaftlicher Trompeter. Von Geburt an ist er am linken Ohr taub und hat auch am rechten Ohr Hörstürze erlebt. Die Begeisterung für das Musizieren hat Sebastian jedoch stets darin bestärkt, seinem Hobby mit Freude und Leidenschaft nachzugehen. Um nachhaltig auf das Tabuthema Schwerhörigkeit aufmerksam zu machen, betreibt er einen Blog und redet bei diversen Veranstaltungen darüber. Im Interview erzählt uns Sebastian seine Geschichte, wie man mit einer Hörbeeinträchtigung seinen Musikeralltag meistern kann und was er Musikerinnen und Musikern mit einer Hörschwäche rät.

**Lieber Sebastian, wie ist es dazu gekommen, dass du deine Hörfunktion verloren hast?**

„Meine Ärzte sagen, dass ich von Geburt an auf dem linken Ohr taub bin. Sie können das nicht mit voller Gewissheit sagen, weil es in meinem Geburtsjahr (1988) noch kein Hörscreening für Neugeborene gab. Deswegen wurde mein ‚Mono-Hören‘ erst entdeckt, als ich etwa zehn Jahre alt war – da war ich aufgrund meiner musikalischen Familie schon mit dem ‚Blasmusikgen‘ infiziert. Leider erlitt ich im Laufe meines Lebens auf der rechten, gut hörenden Seite weitere Hörstürze und wurde dadurch in der Pubertät zum Hörgerätträger. Den letzten Hörsturz hatte ich im Jahr 2016. Daraufhin musste ich mir ein sogenanntes ‚Cochlear-Implantat‘ einsetzen lassen. Man kann sich das als eine Art von ‚Bypass fürs Ohr‘, der die akustischen Signale direkt in die Hörschnecke einspeist, vorstellen. Trotzdem musiziere ich aus Leidenschaft seit fast 25 Jahren. Da Hörsysteme Hörhilfe und Gehörschutz zu-

gleich sind, gibt es wohl keinen kausalen Zusammenhang zwischen meinen Hörstürzen und dem Musizieren. Man kann also in meinem Fall von Zufall oder Schicksal sprechen.“

**Du musizierst in diversen Formationen. Wie meistert man mit einer Beeinträchtigung des Gehörs seinen Musikantenalltag?**

„Mit einer Hörhilfe zu musizieren, bringt eine gewisse Unsicherheit mit sich, weil man vielleicht auch auf-

grund von Vorurteilen nicht von allen Mitgliedern einer Musikkapelle als gleichwertig gesehen wird und man selbst dadurch das Gefühl entwickelt, nicht zu genügen, bzw. Angst hat, sich nicht auf sein Gehör verlassen zu können. Das kann am Selbst-

bewusstsein nagen. Umso wichtiger ist es daher, eine aufgeschlossene Kapelle oder Besetzung zu finden, in der die menschliche Komponente nicht zu kurz kommt und man sich wohl fühlt. Durch die Gemeinschaft und die Akzeptanz im Musikverein oder im En-

„Musik zu machen, ist eines der schönsten Dinge des Lebens – es lohnt sich darum zu kämpfen.“

semble entwickelt man Sicherheit und Selbstbewusstsein – zwei wichtige Eigenschaften, die durch die Hörschädigung Risse bekommen. Das weit verbreitete Vorurteil, dass hörgeschädigte Menschen keine musikalisch-hochwertige Leistung erbringen könnten, wird darüber hinaus seit geraumer Zeit von Profimusikern mit Hörleiden widerlegt. Die Leistungsabzeichen des ÖBV inklusive Abschlussprüfung sind darüber hinaus – Überleß vorausgesetzt – auch mit einem Hörleiden schaffbar, wie mein eigener musikalischer Weg beweist. Das Musikstudium eines hörgeschädigten Menschen wird aber leider hierzulande noch abgelehnt – ganz im Gegensatz zur Situation in England, Australien und den USA, wo Hörschwächen ein Teil der Gesellschaft sind. Insgesamt sehe ich mich heute als einen Musikanten wie jeden anderen, nur bin ich halt schwerhörig und trage deswegen eine Hörhilfe. Andere Musiker tragen eine Brille, haben Asthma, einen Herzfehler oder andere physische bzw. psychische Leiden – trotzdem geben auch sie ihre Passion zur Musik nicht auf. Mehr zu diesem sehr komplexen Thema kann man auf meinem Blog lesen.“



## Sebastian Fehr

**Alter:** 29 Jahre

**Ausbildung:** HAK/HAS Hall i. Tirol, Versicherungs- und Bürokaufmann

**Beruf:** Angestellter im Amt der Tiroler Landesregierung

**Instrument:** Trompete, Flügelhorn

**Mitglied bei:** Stadtmusikkapelle Wilten, Musikkapelle Thaur, Big Band Innsbruck, „Die AusHALTigen“ bzw. „Die Innharmonischen“, Blaskapelle Alpenwind, „Innflagranti“, Tiroler Jugendblasorchester, EUREGIO Jugendblasorchester, West Austrian Wings, uvm.

**Interessen:** Gute Geschichten (Filme und Bücher), Schreiben, Poetry Slam, Berggehen und Lauen (mit Hund), Radfahren, American Football (Detroit Lions).

**Musik ist für mich ...**

„Die wunderschönste Universalssprache, die verbindet und keiner Erklärung bedarf.“

**Um deine Erfahrungswerte zu teilen und anderen Menschen Mut und Kraft zu geben, hältst du auch regelmäßig Workshops und Vorträge zu Schwerhörigkeit, Hörschutz und (Musik-)Hörwahrnehmung. Wo und wann kann man deinem nächsten Vortrag lauschen?**

„Ich werde regelmäßig als Referent zu Fachtagungen und Kongressen zu Schwerhörigkeit und (Musik-)Hörwahrnehmung eingeladen, bin immer wieder an Tiroler Schulen zu Gast über das Tiroler Hörschutz Schulprojekt „Gib den Ohren eine Chance“ und werde von diversen Selbsthilfegruppen angefragt. In Österreich sind Hörschädigungen und Höhrlösen aber leider noch ein großes Tabuthema. Deshalb finden diese Vorträge meistens im diesbezüglich etwas aufgeschlosseneren Deutschland statt. „Beats of Cochlea“ ist ein jährlich in Warschau stattfindendes internationales Musikfestival für Cochlea-Implantat-Träger. Mein Ziel ist es, bei diesem Wettbewerb mitzumachen. Außerdem möchte ich auf den „Tiroler Tag des Hörens“ aufmerksam machen, der unter dem Titel „Gänsehaut inbegriFFen“ am 17. November 2018 im neuen „Haus der Musik“ in Innsbruck stattfinden wird.“

„Ich möchte euch alle recht herzlich dazu einladen: Das Event ist für (angehende) Musikprofis sowie ambitionierte Hobbymusiker konzipiert und soll über die Gefahren von Musiklärm und adäquate Hörschutzmaßnahmen aufklären. Auch (Musik-)Hörwahrnehmung und Umgang mit Hörschädigungen werden dort thematisiert. Der „Tiroler Tag des Hörens“ wird von mir mitorganisiert und ist im Fortbildungsprogramm des Tiroler Musikschulwerks für den Herbst 2018 inkludiert – danke dem Bundesjugendreferenten Helmut Schmid dafür.“

**Was würdest du Musikern raten, die ebenso unter einer Hörschwäche leiden?**

„Hörschwächen sind keine Seltenheit: Laut offiziellen Zahlen, die beim Österreichischen HNO-Kongress 2017 präsentiert wurden, sind 22 Prozent der etwa 8,5 Millionen Österreicher so stark hörgeschädigt, dass die Krankenkasse ihnen ein Hörsystem bezahlen würde. Doch nur ca. zehn Prozent nutzen diese Möglichkeit. Immer mehr junge Menschen sind aufgrund der erhöhten Freizeitlärmbelastung betroffen. In erster Linie sollte jede Hörbeeinträchtigung zuerst von einem

HNO-Arzt abgeklärt werden. Danach kann man sich mit Therapiemaßnahmen befassen. Die technischen Möglichkeiten sind heutzutage schon so weit fortgeschritten, dass sogar für erstaute Menschen das Musizieren wieder möglich sein kann. Jeder Musiker, der unter einer Hörschwäche leidet, soll sich darüber hinaus nicht von seinem Weg abbringen lassen und unbedingt weitermusizieren, auch wenn es zunächst Hürden gibt – Geduld ist hier sehr wichtig. Musik zu machen sowie Freundschaft und Zusammenhalt verschiedenster Menschen in einem Klangkörper zu erleben, ist für mich sehr, sehr schön – es lohnt sich definitiv, darum zu kämpfen.“

**Herzlichen Dank für das nette Gespräch und alles Gute für deine Zukunft!**

---

Welche Erfahrungswerte und Tiefe ein Musiker hat, wenn er einen Gehörsturz erlebt, erzählt Sebastian sehr ehrlich und emotional in seinem Blog „Jahrhoerl“: [www.fehrhoert.com](http://www.fehrhoert.com)

## ABSTRACT

Die vorliegende Arbeit, mit dem Titel „Musikwahrnehmung mit Cochlea Implantat(en)“, behandelt aus musikwissenschaftlicher Sicht die Wahrnehmung von Musik als Cochlea Implantat-Träger. Dabei werden auf die einzelnen musikalischen Parameter Klangfarbe, Tonhöhe und melodisches Verständnis eingegangen und mittels folgender Forschungsfrage untersucht:

Wie unterscheidet sich die Musikwahrnehmung eines CI-Trägers und einem Normalhörenden in Bezug auf die Parameter Klangfarbe, Tonhöhe und melodisches Verständnis?

Spielt der Zeitpunkt der Implantation dabei eine Rolle?

Mittels einer literaturgestützten Arbeit werden Aspekte zur Musikwahrnehmung mit CI erfasst und in Parameter unterteilt. Die Ergebnisse der Parameter orientieren sich an vorhandenen Studien und werden abschließend verglichen, um die Forschungsfrage beantworten zu können. Die Arbeit legt dar, dass CI-Träger eine deutlich schlechtere Wahrnehmung von Musik haben als Normalhörende. Der Zeitpunkt der Implantation spielt bei den einzelnen Parametern bei prä- und postlingualer Implantation eine wichtige Rolle.

The present thesis, titled "Music perception with cochlear implant(s)", discusses the perception of music as a cochlear implant recipient from a musicological perspective. The individual musical parameters of timbre, pitch and melodic understanding are examined by means of the following research question:

How does the music perception of a CI recipient and a normal hearing person differ with respect to the parameters timbre, pitch and melodic understanding?

Does the time of implantation play a role?

By means of a literature-based work, aspects of music perception with CI are recorded and divided into parameters. The results of the parameters are based on existing studies and are finally compared to answer the research question. The study shows that CI recipients have a significantly worse perception of music than normal hearing people. The time of implantation is important for the individual parameters in pre- and postlingual implantation.

## **EIGENSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG**

Ich erkläre, dass die vorliegende Masterarbeit selbstständig verfasst wurde und ich keine anderen als die angeführten Behelfe verwendet bzw. mich auch sonst keiner unerlaubter Hilfe bedient habe.

Ich versichere, dass ich diese Masterarbeit bisher weder im In- noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

Weiters versichere ich, dass die von mir eingereichten Exemplare (ausgedruckt und elektronisch) identisch sind.

Datum: .....

Unterschrift: .....

# **CURRICULUM VITAE der Verfasserin**

## **PERSÖNLICHE ANGABEN**

Alexandra Vitek

Greiseneckergasse 6/25

1200 Wien, Österreich

0699/13276281

Alexandra.vi@gmx.net

09.04.1996

Ledig

## **STUDIUM**

10/2018 Masterstudium Musikwissenschaft

10/2015 – 06/2018 UNIVERSITÄT WIEN

Bachelorstudium „Musikwissenschaft“

Abschluss: Bachelor of Arts

## **PRAKTIKA**

08/2018 Praktikantin im Bereich Logopädie bei der Firma Zentrum Hören, bei Anna Stenzl, BSc

02/2018 Praktikantin im Bereich Ergotherapie im Kolpinghaus „Gemeinsam leben“ Wien-Leopoldstadt, bei Veronika Lehner

10/2017 Praktikantin im Bereich Ergotherapie im ZIS Kienmayergasse, bei Veronika Lehner

10/05/2017 Praktikantin bei der Firma Audienz – Musikalische Hörberatung, Gesundheitstag der MdW

28/02/2017 Praktikantin bei der Firma Audienz – Musikalische Hörberatung, Gesundheitstag der Universität Wien

09/14 – 01/15 Kindergarten der Stadt Wien (Kleinkindergruppe) Liebhartsgasse 54-56, 1160 Wien

02/14 – 06/14 Kindergarten der Jüdischen Kultusgemeinschaft Simon Wiesenthal Gasse 3, 1020 Wien

09/13 – 01/14 Kindergarten der Stadt Wien (Kleinkindergruppe) Liebhartsgasse 54-56, 1160 Wien

02/13 – 06/13 Kindergarten Speisinger Straße 111, 1130 Wien

02/12 – 06/12 Kindergarten der Wiener Kinderfreunde (BKDG OeNB) Garelligasse 3, 1090 Wien

09/12 – 02/13 Kindergarten der Stadt Wien Josefstdälderstraße 93-97, 1080 Wien

10/11 – 01/12 Kindergarten der Wiener Kinderfreunde (BKDG AKH) Spitalgasse 23, 1080 Wien

10/10 – 06/11 Praxiskindergarten Albertgasse 38, 1080 Wien

### **BERUFSTÄTIGKEIT**

seit 09/2020 Kindergartenpädagogin der Stadt Wien (MA10), Lustkandlgasse 50, 1090 Wien

02/2020 – 07/2020 Kindergartenpädagogin im Bildungskindergarten Fun & Care Ödenburger Straße 11, 1210 Wien

09/2019 – 02/2020 Kinderbetreuung im Treffpunkt Baumhaus Kinderland (G3) G3 Platz 1, 2201 Gerasdorf bei Wien

08/2019 Sommerpädagogin bei der St. Nikolausstiftung – St. Josef o. d. Laimgrube, Windmühlgasse 3, 1060 Wien

07/2016 Sommerpädagogin bei den Wiener Kinderfreunde - Betriebskindergarten KH Floridsdorf Schöpfleuthnergasse 25, 1210 Wien

### **SCHULBILDUNG**

2010–2015 BAKIP 8, Lange Gasse 47, 1080 Wien  
Diplom zur Kindergartenpädagogin

2006–2010 KMS Renngasse 20, 1010 Wien

2002–2006 GTVS Spielmannngasse 1, 1200 Wien