

Institut für Pflegewissenschaft – Medizinische Universität Graz

Bachelorarbeit

# **Sprachentwicklung von Kindern mit einem Cochlea Implantat gegenüber hörenden Kindern**

vorgelegt von

Christina Loidolt, 03.Jänner.1989

Im Rahmen der Lehrveranstaltung  
„Physiologie“

Begutachterin:

Ao.Univ.-Prof. Dr. phil. Anna Gries

Harrachgasse 21/V

8010 Graz

eingereicht am : 31.Juli.2013

*Ehrenwörtliche Erklärung*

*Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebene Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Weiters erkläre ich, dass ich diese Arbeit in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt habe.*

*Graz, am 12.09.2013*

*Unterschrift*

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Robert Binsinger", is written over a light blue rectangular background.

## Vorwort

*Wer Ohren hat, höre.*

*Wer Augen hat, höre und sehe.*

*Wer Hände hat,  
höre und sehe und tue.*

*Wer Füße hat,  
höre und sehe und tue und gehe.*

*Wer einen Mund hat,  
höre und sehe und tue und gehe und rede  
und schweige  
und schweige  
und schweige –  
und höre.*

(Kurt Wolf)

# Inhaltsverzeichnis

## **Vorwort**

Zusammenfassung	1
Einleitung	2

## **1. Gehörorgan** **3**

1.1.1 Anatomische Grundlagen des Ohres	3
1.1.2 Äußeres Ohr	3
1.1.3 Mittelohr und pneumatisches System	4
1.1.4 Innenohr	6
1.1.5 Corti'sches Organ	8

## **2. Sprachorgane** **10**

2.1.1 Atmung	11
2.1.2 Ruheatmung und Sprechatmung	11
2.1.3 Kehlkopf	12
2.1.3.1 Stimmerzeugung im Kehlkopf	14
2.1.4 Ansatzrohr (Vokaltrakt)	15
2.1.4.1 Rachen	16
2.1.4.2 Mundhöhle	17

## **3. Cochlea Implantat (CI)** **18**

3.1.1 Auswahlkriterien des Cochlea Implantats	18
3.2 Aufbau des Cochlea Implantates	19
3.3 Funktion	20
3.4 Komplikationen des CI	21

## **4. Hörempfinden mit Cochlea Implantat** **22**

## **5. Allgemeine Sprachentwicklung bei hörenden Kindern** **22**

5.1. Präverbale Phase	25
5.2. Verbale (linguale) Phase	26

## **6. Sprachentwicklung von Kindern mit einem CI** **28**

6.1. Resultat der Studie	32
--------------------------	----

## **7. Basistherapie und Folgetherapie** **33**

7.1. Basistherapie	33
7.2. Folgetherapie	34

7.3. Ziel der Therapie	34
<b>8. Therapieformen</b>	<b>35</b>
8.1. Audiopädagogische Therapie	35
8.2. Rhythmisch – musikalische, mototherapeutische Therapie	36
8.3. Logopädie bei Kindern mit einem CI	37
<b>9. Schlussfolgerung</b>	<b>38</b>
<b>10. Diskussion</b>	<b>39</b>
<b>11. Literaturangabe</b>	<b>40</b>
<b>12. Tabellenverzeichnis</b>	<b>41</b>
<b>13. Abbildungsverzeichnis</b>	<b>42</b>



## Zusammenfassung

### Einleitung:

Die Bachelorarbeit behandelt die Forschungsfrage, ob sich die Sprachentwicklung von schwerhörigen Kindern mit einem Cochlea – Implantat, gegenüber der Sprachentwicklung von hörenden Kindern unterscheidet. Durch den medizinischen Fortschritt sowie das Implantieren des Cochlea – Implantates und verbesserte Operationstechniken ermöglicht man schwerhörigen Kindern ein „künstliches“ Hörvermögen und eine neu gewonnene Lebensqualität.

### Methode:

Für die vorliegende Bachelorarbeit wurde eine Literaturrecherche durchgeführt.

### Ergebnis:

Das Resultat der Forschungsfrage ist, dass schwerhörige Kinder mit einem Cochlea – Implantat wohl die gleiche Sprachentwicklung wie hörenden Kinder erreichen können, jedoch ist die Anzahl dieser Kinder sehr gering. Mehr als die Hälfte der Kinder mit einem Implantat hat Probleme beim Spracherwerb.

Die Sprachentwicklung der Kinder mit einem CI ist abhängig von verschiedenen Faktoren, die den Spracherwerb stark beeinflussen.

Der primäre Einfluss ist das Implantationsalter, je früher man im Kleinkindalter operiert desto früher kann das Kind hören und die Sprache erlernen. Auch die verbesserten Operationstechniken und die Vor- und Nachversorgung des Implantates führen zu einer quantitativen Steigerung des „künstlichen“ Hörens. Sekundär ist die Anpassung des Sprachprozessors des Cochlea – Implantates ausschlaggebend, denn erst durch eine Feinabstimmung kann ein „angenehmes“ und klares Hören erreicht und das Erlernen der Sprache gefördert werden. Die Sprachentwicklung der Kinder mit einem CI findet je nach Zeitpunkt der Implantation bzw. nach dem Zeitpunkt der Ersteinstellung später statt. In diesem Sinne darf man nicht das Lebensalter gleich mit dem Höralter stellen. Szagun et al. (2006) stellten in ihrer Studie fest, dass schwerhörige Kinder mit einem CI viel häufigere und längere Vokalisierungen, wie „hamomamomah, abpuhan oder ap e piebi wawebi“ verwendeten als Hörende. Bei der Aussprache von Wörtern wichen die Kinder mit einem CI stark ab und es entstanden Varianten wie zum Beispiel „Mo, Momo, Mot, Moho für Motorrad oder Diebe oder Flieger“. Die Eltern dieser Kinder übernahmen oft das Reden für sie. Während der Tonbandaufzeichnung von Szagun et al. (2006) fiel auf, dass die Kinder mit einem CI um 30 % häufiger die Sätze und Wörter ihrer Eltern nachsprachen als die Hörenden.

### Diskussion:

Das Hören mit dem Cochlea – Implantat soll für das Kind so „normal“ wie möglich sein und dem Kind Freude am Erlernen der Sprache ermöglichen. Die Sprachentwicklung der schwerhörigen Kinder mit CI sollte der Sprachentwicklung der hörenden Kinder gleichen. Ratsam ist, dass die betroffenen Familien ihre Kinder rechtzeitig operieren lassen und ihre Kinder an Frühförderungen wie audiopädagogischen Therapien, rhythmisch – musikalischen Therapien und Logopädie teilnehmen lassen. Die Anpassung des Sprachprozessors und die Wartung der Hörhilfe sind auch bedeutend, um die Anzahl der CI – Kinder und deren „normale“ Sprachentwicklung zu steigern.

### Schlüsselwörter:

Cochlea – Implantat, CI - Versorgung, Sprachentwicklung, Kinder, Sprache

### Einleitung

Dieses Kapitel beginnt mit den anatomischen Grundlagen des Ohres sowie der anatomischen und physiologischen Grundlage der Sprachorgane und dem Aufbau des Cochlea – Implantates um die Verständlichkeit dieser Bachelorarbeit zu gewährleisten. Im Mittelteil der Arbeit wird auf die Sprachentwicklungen von hörenden und schwerhörigen Kindern eingegangen und auf verschiedene Therapieformen für Kinder mit einem CI hingewiesen.

# **1. Gehörorgan**

## **1.1.1 Anatomische Grundlagen des Ohres**

Das Gehör- und Gleichgewichtssystem besteht aus dem peripheren Aufnahmeapparat und aus den nervösen Bahnen sowie den Zentren innerhalb des Zentralnervensystems. Das Hörsystem umfasst somit zwei Hauptteile. Der Erste ist der periphere Teil, der aus einem äußeren, mittleren und inneren Ohr und dem Nervus vestibulocochlearis (Nervus statoacusticus, Pars cochlearis, Pars vestibularis) besteht. Der zweite Teil besteht aus der zentralen Hörbahn, den subkortikalen und kortikalen Hörzentren und aus dem zentralen Gleichgewichtssystem (W. Becker et al. 1986, S. 1). Die Pars cochlearis geht durch den inneren Gehörgang, vereinigt sich schließlich mit dem Vestibularnerven zum VIII. Hirnnerven (Nervus vestibulocochlearis), durchquert den Kleinhirnbrückenwinkel und tritt am Unterrand der Brücke in den Hirnstamm ein. Die absteigenden Fasern gelangen zum Nucleus cochlearis ventralis während die aufsteigenden Fasern zum Nucleus cochlearis dorsalis führen. Die anatomisch – morphologische Grenze zwischen peripherem und zentralem Teil liegt an der Eintrittsstelle des VIII. Hirnnervs in den Hirnstamm, dem sogenannten Kleinhirnbrückenwinkel, wo der periphere Teil des Nervus vestibulocochlearis in den zentralen mündet. Die peripheren Neuronen enden aber funktionell in den primären Zentren (G. Böhme et al. 1993, S.31).

## **1.1.2 Äußeres Ohr**

*Die Ohrmuschel besteht aus einem von Haut bedeckten elastischen Knorpelgerüst und liegt zwischen Kiefergelenk und Warzenfortsatz. An der Innenseite ist die Haut mit dem Perichondrium fest verwachsen, mit diesem an der Rückseite jedoch nur locker verbunden. Der etwa 3 cm lange äußere Gehörgang setzt sich aus einem äußeren knorpelig – bindegewebigen Teil und einem etwas kürzeren inneren knöchernen Teil zusammen.*

*Der knorpelige Gehörgangsabschnitt ist gewunden und gegenüber dem knöchernen Teil abgewinkelt; dadurch wird das Trommelfell und das dahinterliegende Mittelohr vor direkter Gewalteneinwirkung weitergehend geschützt. Durch straffes Bindegewebe wird der knorpelige Teil mit dem Rand des knöchernen Gehörganges (Os tympanicum) verbunden. Dieser wird von einer dünnen Haut ausgekleidet, die mit dem Periost verwachsen ist und keine Anhangsgebilde enthält, im Gegensatz zum knorpeligen Gehörgangsanteil, der zahlreiche Haarbalgdrüsen sowie Knäueldrüsen (Glandulae ceruminosae) aufweist, die das Zerumen (Epidermisschuppen, Talg, Pigment) bilden.*

Der äußere Gehörgang verjüngt sich trichterförmig nach innen, weshalb Fremdkörper häufiger im Bereich des Übergangs vom knorpeligen zum knöchernen Gehörgang stecken bleiben. Der Gehörgangsknorpel bildet keine geschlossene Röhre, sondern eine oben offene, bindegewebig verschlossene Rinne. Diese weist zahlreiche Lücken auf (Santorinische Spalten), die einer schweren bakteriellen Infektion den Weg in die Parotisloge, in die Fossa infratemporalis und zur Schädelbasis öffnen können (*maligne Otitis externa*, nicht selten letal) (W. Becker et al. 1986, S. 3).

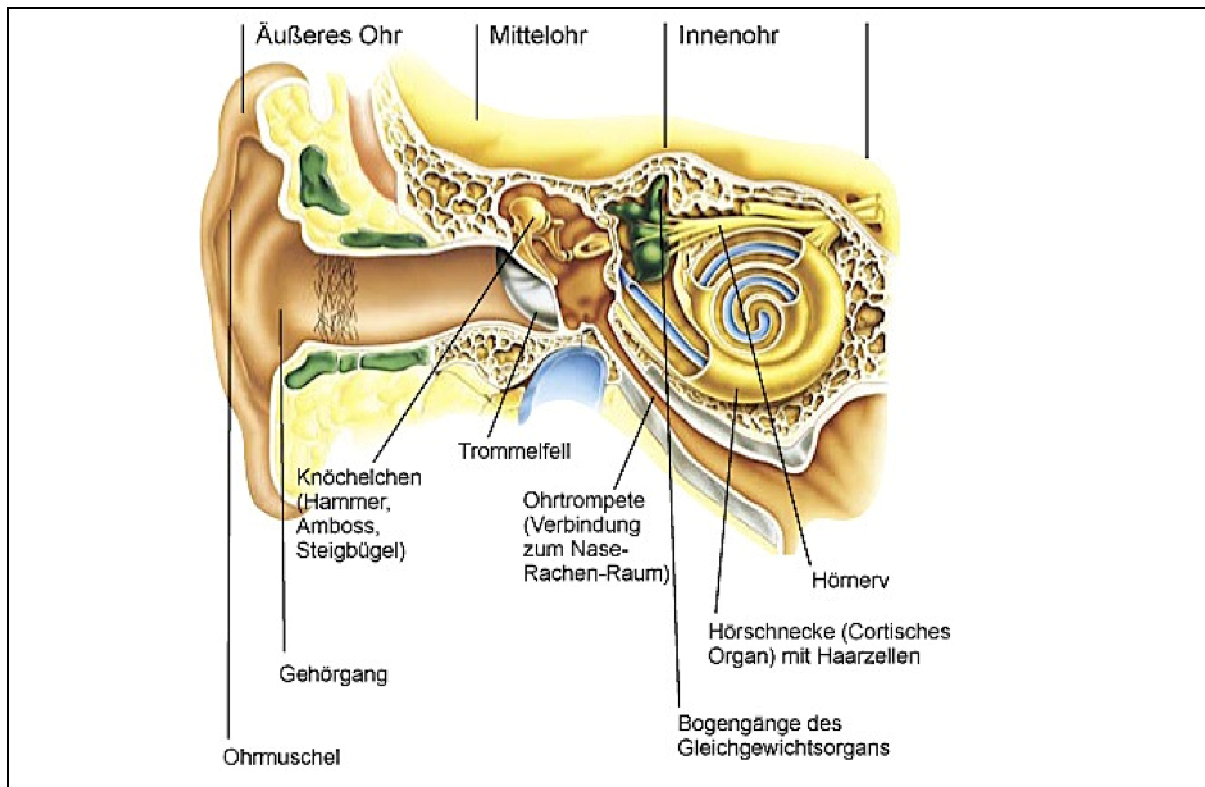
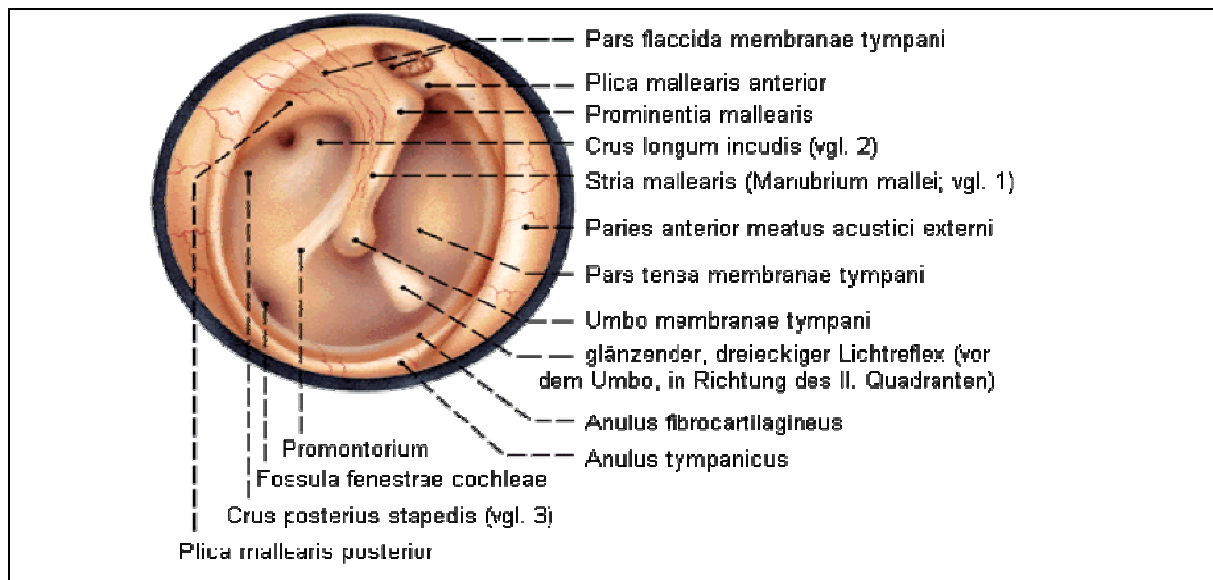


Abb.1. :Anatomie des Ohres (www.members.che illo.at/thomas.knob/ohr.jpg ,7. Julie. 2013)

### 1.1.3 Mittelohr und pneumatisches System

Das Trommelfell ist eine zarte Membran von ca. einem cm Durchmesser und bildet die Grenze zwischen dem äußeren Gehörgang und der Paukenhöhle (G. Friedrich et al. 2005, S. 328). Diese Membran besteht aus einer Pars tensa, dessen Hauptfläche eine straffe und schwingungsfähige Eigenschaft aufweist. Das Trommelfell ist mit einem fibrösen Ring (Anulus fibrosus) im Sulcus tympanicus des Schläfenbeines (knöcherner Rahmen = Anulus tympanicus osseus) eingespannt (siehe Abb.2.) (W. Becker et al. 1986, S. 6)



**Abb.2.: Auris: das rechte Trommelfell von außen (Ohrensiegelbild vom Lebenden) 1= Hammer (Malleus); 2 = Amboss (Incus); 3 = Steigbügel (Stapes)**  
(Roche Lexikon Medizin 2003)

Die Mittelohrräume, welche durch eine Schleimhaut ausgekleidet sind, bestehen aus einem mit Luft gefüllten Hohlraumsystem, dem sogenannten pneumatischen System, welches durch die Eustachische Röhre belüftet wird. Das Mittelohr enthält die Tuba auditiva (Ohrtrumpete, Eustachische Röhre), das Cavum tympani (Paukenhöhle), das Antrum mastoideum und das pneumatische System des Schläfenbeins (W. Becker et al. 1986, S. 4).

Das Cavum tympani beinhaltet die Gehörknöchelchen, nämlich den Malleus (Hammer), den Incus (Amboss), den Stapes (Steigbügel), die beiden Mittelohrmuskeln, M. tensor tympani und M. stapedius sowie die Ligamente. Richtung Innenohr befinden sich bewegliche Strukturen, das sogenannte ovale und runde Fenster (G. Böhme et al. 1993, S.32). Die Gehörknöchelchen bilden die Schalleistungskette zwischen dem Trommelfell und dem ovalen Fenster. Die Bewegung des Trommelfells wird auf den Malleus übertragen, weiter an den Incus zum gelenkigen Stapes, dessen bewegliche Fußplatte am ovalen Fenster befestigt ist und die Vibrationen an die Innenohrflüssigkeit (Lymphe) weiterleitet (G. Friedrich et al. 2005, S. 329).

Das Mittelohr besitzt auch zwei Muskeln, nämlich den M. tensor tympani und den M. stapedius, die sich vom Hammer bzw. vom Steigbügel zur Wand der Paukenhöhle ziehen (G. Friedrich et al. 2005, S. 329).

Diese beiden Muskeln werden durch die Phonation (=Vorgang der kontrollierten Stimmentonerzeugung durch die im Kehlkopf befindlichen Stimmlippen) aktiviert. Der M. tensor tympani beim Menschen wird nur durch extrem lauten Schall aktiviert während sich der M. stapedius bei mittlerer Intensität kontrahiert (G. Böhme et al. 1993, S.33).

Die Kontraktionen der Muskeln führen auch zu einer Dämpfung, indem sich die Gehörknöchelchenkette versteift. Der hinter dem Ohr gelegene Processus mastoideus (Warzenfortsatz) beinhaltet lufthaltige Zellen, die mit dem Cavum tympani in Verbindung stehen. Die Funktion dieser Hohlräume ist die Gewichtseinsparung und eine Dämpfung der Kaugeräusche (G. Friedrich et al. 2005, S. 329 - 330).

Die Tuba auditiva (Ohrtrumpete, Eustachische Röhre) ist normalerweise geschlossen, jedoch durch Öffnen dieser, wird der Druck im Cavum tympani dem Druck im Außenraum angeglichen. Die M. tensor und levator veli palatini ermöglichen die Öffnung durch eine synergistische Kontraktion. Die Schließung erfolgt durch die elastische Rückstellkraft des Tubenknorpels sowie den Ventilmechanismus des pharyngealen Tubenostiums. Die Tubenfunktion und der Gasaustausch über die Mittelohrschleimhaut wirken mit der Mittelohrventilation zusammen (G. Böhme et al. 1993, S.34).

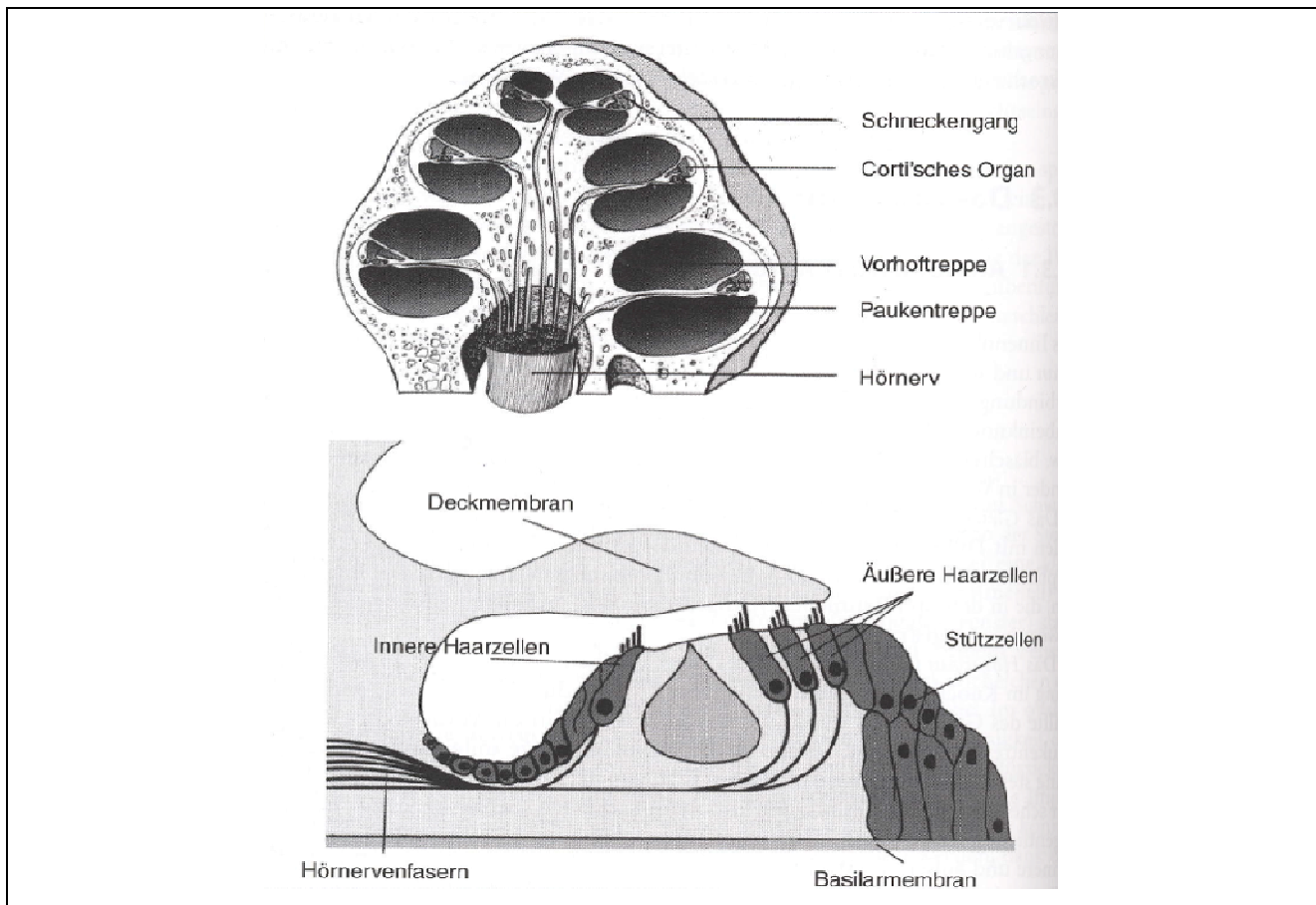
#### **1.1.4 Innenohr**

Das Innenohr, auch das Labyrinth genannt, ist im Felsenbein eingebettet. Es wird in zwei funktionell getrennte Reizaufnahmeapparate gegliedert, nämlich in das Vorhofs- Bogengangssystem (vestibuläre Endorgane) und die Schnecke (kochleäres bzw. akustisches Endorgan) (W. Becker et al. 1986, S. 11). Das Labyrinth besteht aus einer miteinander in Verbindung stehenden Hohlräumen, die mit einer Flüssigkeit (Perilymphe) gefüllt sind (G. Friedrich et al. 2005, S. 331).

*Darin eingebettet sind die schlauch- bzw. bläschenförmigen, ebenfalls flüssigkeitsgefüllten (Endolymphe) und miteinander in Verbindung stehenden Sinnesorgane (häutiges Labyrinth)* (G. Friedrich et al. 2005, S. 331).

Das Gleichgewichtsorgan setzt sich aus den zwei Vorhofbläschen und den drei Bogengängen zusammen. Die zwei Vorhofbläschen besitzen Sinneszellen, die mit Hilfe von kleinen Kalksteinchen auf lineare Beschleunigungen und die Kopfhaltung im Verhältnis zur Schwerkraft reagieren. Die drei Bogengänge sind in drei Raumebenen angeordnet und deren Sinneszellen erfassen die Drehbewegungen (G. Friedrich et al. 2005, S. 331).

Die Cochlea ist das eigentliche Hörorgan. Sie liegt in einem schneckenartigen Gang im Knochen und besitzt zweieinhalb Windungen. Der Gang ist durch eine Basilarmembran in eine obere und untere Hälfte geteilt, nämlich in die Vorhoftrappe und die Paukentreppe. Diese beiden stehen in der Schneckenspitze in Verbindung. Ein Bereich auf der Basilarmembran ist von der Vorhoftrappe durch die Reissnersche Membran getrennt. Auf diesem Abschnitt sitzt der Endolymphschlauch (Schneckengang) mit dem eigentlichen Sinnesorgan (Corti'sches Organ) (siehe Abb.3.) (G. Friedrich et al. 2005, S. 331).



**Abb.3.: Oben: Schnitt durch die Schnecke, Unten: das Corti'sche Organ**

(G. Friedrich et al. 2005, S. 331)

Das Corti'sche Organ enthält die inneren und äußeren Haarzellen, die Stützzellen und die mit den Haaren der Sinneszellen in Verbindung stehende Deckmembran. Die menschliche Cochlea besitzt ca. 3 000 innere und ca. 12 000 äußere Haarzellen (G. Friedrich et al. 2005, S. 331).

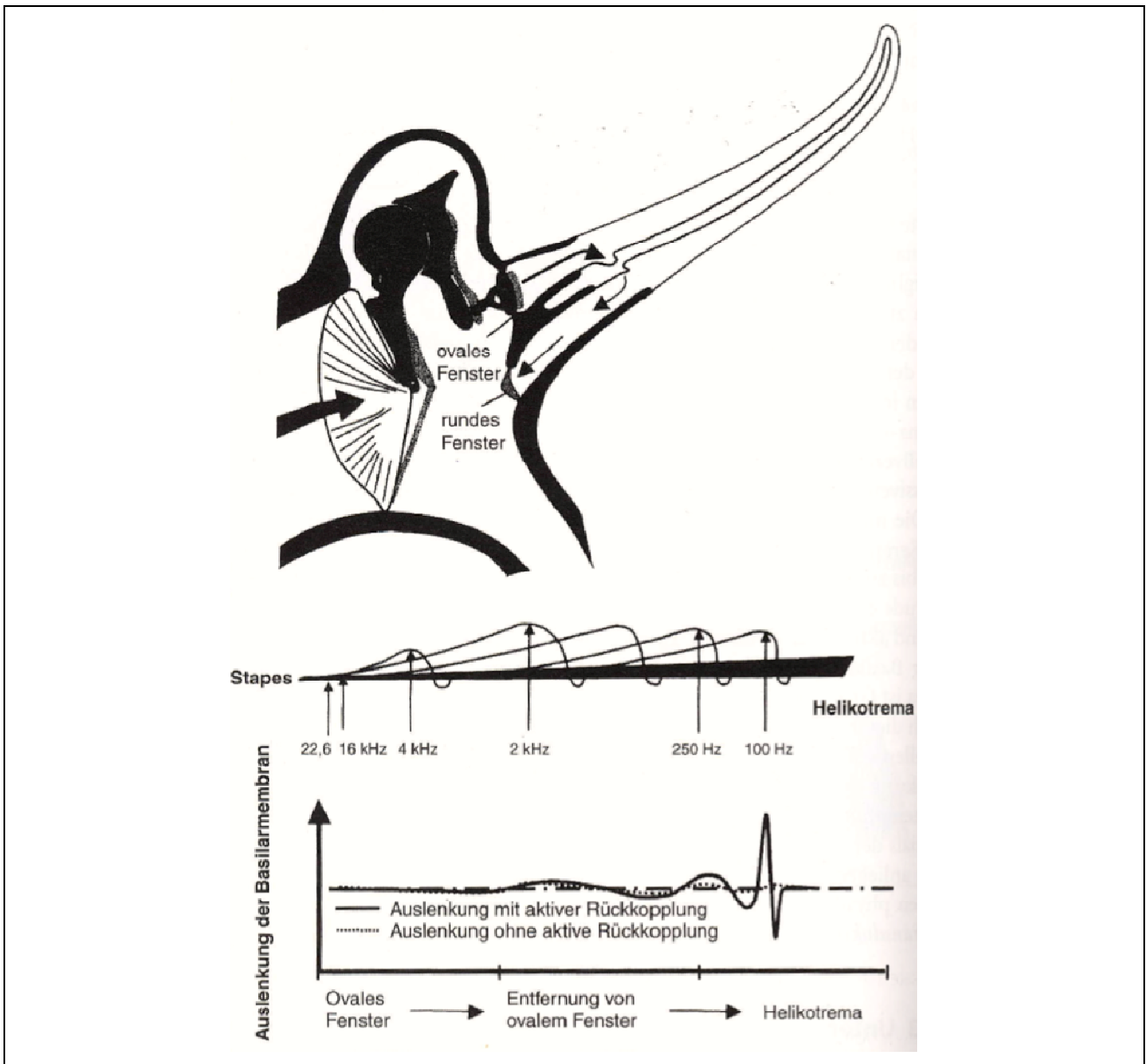
*In der äußeren Wand des Schneckengangs liegt eine gefäßreiche Gewebsschicht. Die Sinneszellen stehen mit Nervenendigungen in Verbindung, welche zur Schneckenspindel ziehen und dort mit ihren Zellkörpern das Spiralganglion bilden. Von dort nimmt dann der Hörnerv seinen Ausgang* (G. Friedrich et al. 2005, S. 331).

Zu 90 bis 95 % münden die afferenten Nervenfasern in die inneren Haarzellen, die sensorischen Rezeptorzellen des Hörorgans. Die efferenten Fasern laufen nur zu den äußeren Haarzellen und haben Einfluss auf das Steuersystem der äußeren Haarzellen bezüglich der aktiven Verstärkerprozesse in der Cochlea (G. Friedrich et al. 2005, S. 331).

### **1.1.5 Corti'sches Organ**

Das eigentliche akustische Sinnesorgan des Ohres ist die Cochlea. Sie übersetzt die Schallereignisse in neuronale Signale. Dies kann nur durch zwei Funktionen erfolgen, nämlich durch die Frequenzanalyse und die biomechanische Verstärkung. In der Frequenzanalyse werden bestimmte Frequenzen bestimmten örtlichen Bereichen der Nervenfasern zugeordnet. Hierbei kommt es zu einer Tonotopie, einer Verschlüsselung der Frequenz (makromechanische Funktion). Bei der biomechanischen Verstärkung werden Schwingungen mit einer niedrigeren Amplitude mithilfe des kochleären Verstärkers vergrößert (mikromechanische Funktion).

In der Cochlea kommt es zu einer passiven Frequenzanalyse. Laut Békésy's Wanderwellentheorie kommt es zu einer Übertragung einer Druckschwankung, die von der Steigbügel Fußplatte auf die Perilymphe (= lymphähnliche Flüssigkeit) ausgeht und zu einer Ausbildung einer Flüssigkeitsdruckwelle in der Schnecke führt. Die angeregte Schwingung dieser Frequenz bestimmt schließlich die Lage des Wellenmaximums der so entstehenden Wanderwelle der Basilarmembran (bei tiefen Frequenzen in der Schneckenspitze, bei hohen Frequenzen in der Schneckenbasis) (siehe Abb.4.) (G. Friedrich et al. 2005, S. 332 – 333).



**Abb.4.: Oben: Übertragung der Schwingungen vom Trommelfell über Mittelohrstrukturen und Auslösung einer Wanderwelle in der Schnecke (Cochlea abgerollt). Mitte: Frequenz – Ortsabbildung (Tonotopie): Maximum der Auslenkung an unterschiedlichen Orten der Basilarmembran. Unten: Auslenkung der Basilarmembran bei Stimulation mit einer einzigen Frequenz und verstärkte Wanderwelle durch aktive Biomechanik (kochleärer Verstärker)**

(G. Friedrich et al. 2005, S. 334)

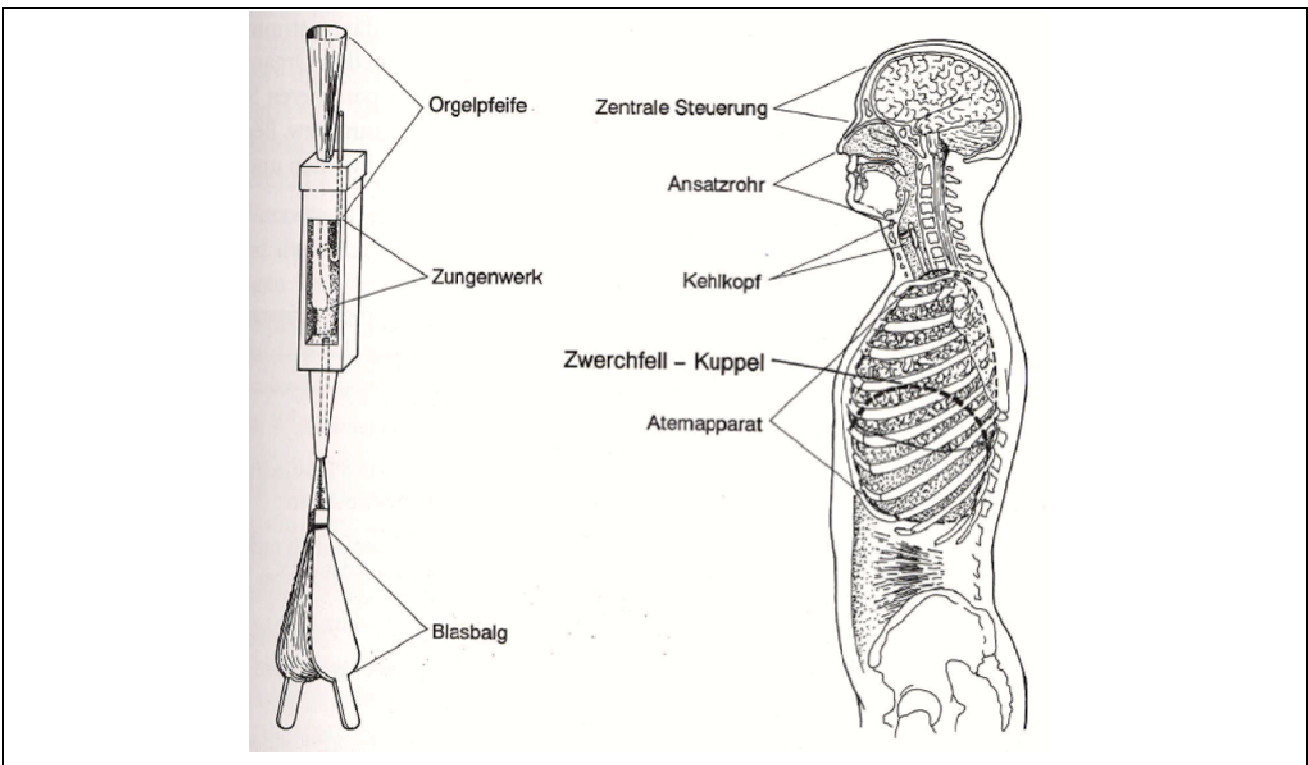
Die mikromechanische Funktion der Cochlea verfeinert das Auflösungsvermögen der passiven Wanderwelle, denn sie wäre sonst zu grob für eine differenzierte akustische Analyse. *Die äußeren Haarzellen besitzen die Fähigkeit, zu aktiven rhythmischen Kontraktionen (bis zu 30 000 Hz), die eine Vergrößerung von Schwingungen mit niedriger Amplitude ermöglichen (kochleärer Verstärker)* (G. Friedrich et al. 2005, S. 332 – 333).

Durch diese Verstärkung und Feinabstimmung kommt es zu einer scharfen und kontrastreichen Abbildung auf der Basilarmembran. Da die Cochlea die Frequenzen unterscheiden kann, ist dies die Grundlage für eine Sprachdiskrimination (G. Friedrich et al. 2005, S. 332 – 333).

*Nach dieser Vorverarbeitung wird die Spitze der Wanderwelle von den inneren Haarzellen aufgenommen. Im Bereich des Wellenmaximums werden durch eine Auslenkung der Basilarmembran die Härchen der Sinneszellen gegenüber der Deckmembran verschoben. Es entstehen dadurch Veränderungen des elektrischen Potentials der inneren Haarzellen und in der Folge wird diese Sinneszellerregung auf die anliegenden Nervenendigungen übertragen. Die inneren Haarzellen wandeln den physikalischen Reiz der akustischen Schwingung in Nervenpotenziale um (Transduktion) (G. Friedrich et al. 2005, S. 333).*

## **2. Sprachorgane**

Der Sprech – Stimmapparat gliedert sich in den Atemapparat, die Zwerchfell - Kuppel, den Kehlkopf, das Ansatzrohr und die zentrale Steuerung. Durch die zentrale (zentralnervöse) Steuerung und Koordination werden die einzelnen Organe zu einer Funktionseinheit zusammengefügt (G. Friedrich et al. 2005, S. 27). *Der Stimm- und Sprechapparat muss in seiner normalen und gestörten Funktion als Einheit aus peripheren Stimmorganen und zentraler Steuerung verstanden werden (G. Friedrich et al. 2005, S. 27).*



**Abb.5.: der menschliche Stimmapparat im Vergleich mit einer Orgel**

(G. Friedrich et al. 2005, S. 27)

### **2.1.1 Atmung**

Primär dient die Atmung zum Gasaustausch (Transport von Sauerstoff und Abtransport von Kohlendioxid). Der Ausatemstrom wird jedoch sekundär zur Stimmerzeugung benutzt. Die sogenannte Windkesselfunktion der Lungen wird für die Stimmproduktion genutzt. Als Atmungsorgane dienen die paarig angelegten Lungen, diese befinden sich im Thorax, der vom Brustkorb gebildet wird. Der Brustkorb setzt sich aus der Wirbelsäule, den zwölf Rippenpaaren und dem Brustbein zusammen. Zwischen den Rippen befinden sich die Interkostalmuskeln. Das Diaphragma (Zwerchfell) trennt die untere Brustkorböffnung gegen das Abdomen (Bauchraum) ab. Die Lunge selbst bewegt sich unwillkürlich, jedoch zieht sie sich zusammen durch ihre elastische Eigenschaft. Das Lungengewebe besteht aus Alveolen (Lungenbläschen), diese sind von feinen Blutgefäßen umspinnen und in einem elastischen Stützgewebe eingebettet (G. Friedrich et al. 2005, S. 29).

*Die Atemluft wird durch die Luftröhre (Trachea), die Bronchien und deren baumartigen Verzweigungen (Bronchialbaum) zu den Alveolen geführt* (G. Friedrich et al. 2005, S. 29).

Die Lungen sind mit einem Lungenfell, der Pleura visceralis überzogen. Die Innenfläche des Brustkorbs wird durch die Pleura parietalis ausgekleidet. Diese beiden Pleuren (Pleura Spalt) unterliegen einem Unterdruck. *Die beiden Strukturen sind mit einer Flüssigkeitsschicht aneinandergeschlossen, sodass die Lungen den Thoraxbewegungen während der Atmung folgen* (G. Friedrich et al. 2005, S. 29).

Das Diaphragma, die Zwischenrippenmuskulatur, die Bauchmuskulatur, die Rückenmuskulatur und die Atemhilfsmuskulatur (Muskeln des Schultergürtels und des Halses, Stellung und Bewegung der Brustwand) bilden die eigentliche Atemmuskulatur. Ihre Kontraktionen führen zu einer Inspiration. Das Atemzentrum im Hirnstamm reguliert die Steuerung der Atmung über Rezeptoren, die auf den Kohlendioxidgehalt im Blut reagieren. In Ruhe beträgt die Atemfrequenz eines Erwachsenen 10 bis 20 Atemzüge pro Minute (G. Friedrich et al. 2005, S. 29).

### **2.1.2 Ruheatmung und Sprechatmung**

Während der Ruheatmung kommt es aufgrund der Inspiration zu einer Erweiterung des Brustkorbs, die durch die Atemmuskulatur unterstützt wird. Dieser Vorgang führt zu einer passiven Mitbewegung der Lunge, in der der Druck absinkt und die Einatemluft gleichmäßig eingeatmet wird (G. Friedrich et al. 2005, S. 32).

*Am Ende der Einatemphase erschlaffen die Eigenmuskeln und der Brustkorb sinkt infolge der eigenelastischen Kräfte passiv in die Atemruhelage zurück. Die Luft strömt entsprechend der Expiration (Ausatmung) aus der Lunge* (G. Friedrich et al. 2005, S. 32).

Die Sprech- und Stimmatmung (Phonationsatmung) ist eine stark verlängerte Ausatemungsphase gegenüber der Einatemungsphase.

Die Expiration ist normalerweise ein passiver Vorgang, jedoch in der Phonationsatmung ist sie eine aktive. Das Inspirations- und Expirationsverhältnis beträgt bei der Ruheatmung 1:1,2 und bei der Sprechatmung 1:3 bis 4:8 (G. Friedrich et al. 2005, S. 33).

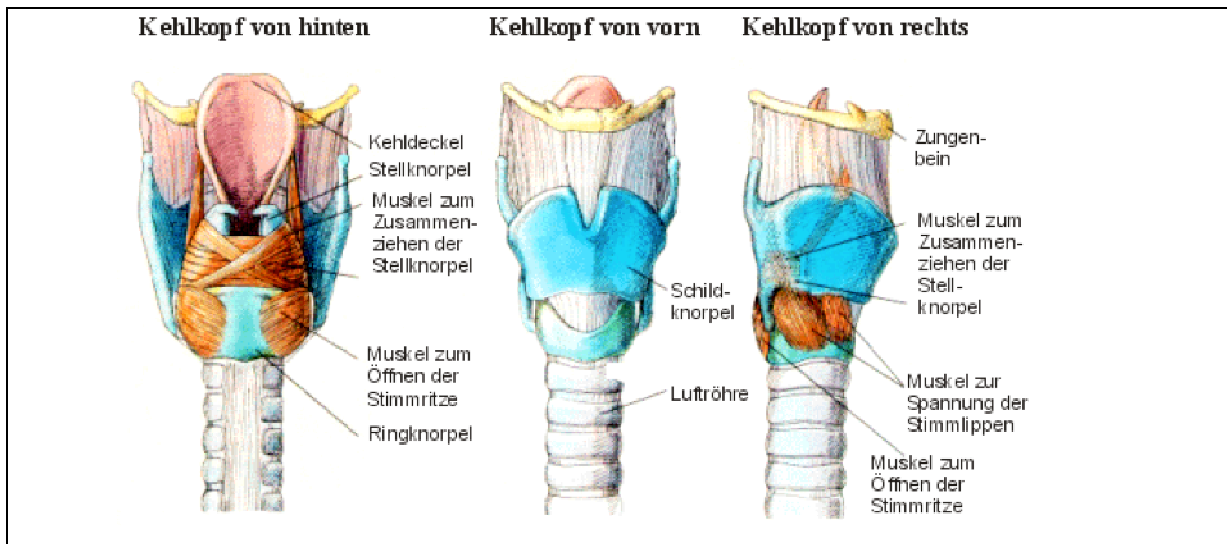
*Die Verlängerung der Ausatemungsphase wird durch eine vertiefte Inspiration, durch eine bewusste aktive Abschwächung und Führung des Ausatemstromes und durch ein Ausatmen bis unter die Atemruhelage ermöglicht. Das aktive Führen der Ausatmung wird als Atemstütze (Appoggio) bezeichnet. Sie ist derjenige Halt, den die Einatemungsmuskulatur dem Zusammensinken des Atembehälters entgegensetzt, um eine optimale Dosierung der Luftabgabe zu erzielen (G. Friedrich et al. 2005, S. 33).*

### **2.1.3 Kehlkopf**

Der Kehlkopf hat einerseits die Aufgaben die unteren Luftwege vor Fremdkörpern zu sichern. Die Glottis dient der Stimmerzeugung. Der Kehlkopf besteht aus einem Knorpelgerüst (Schildknorpel, Ringknorpel, Stellknorpel, Kehildeckel, Zungenbein).

Der Schildknorpel (Cartilago thyroidea) setzt sich aus zwei Schildknorpelplatten zusammen, die vorne V-förmig zusammenstoßen. Der Winkel zwischen diesen Platten ist bei Männern und Frauen unterschiedlich. Die Cartilago thyroidea ist nach hintenhin offen (G. Friedrich et al. 2005, S. 34).

Der Ringknorpel (Cartilago cricoidea) weist eine siegelringähnliche Struktur auf, mit einer Platte nach hinten. Der Aryknorpel (Stellknorpel) ist pyramidenförmig mit einer dreieckigen Grundfläche aufgebaut. Die Epiglottis (Kehildeckel) ist löffelförmig aufgestellt. Das Zungenbein auch genannt Os hyoideum, ist eine Knochenspanne, die sich wie die Epiglottis oberhalb des Kehlkopfes befindet (siehe Abb.6.) (G. Friedrich et al. 2005, S. 34).



**Abb.6.: Aufbau des Kehlkopfs**

([www.fb10.uni-bremen.de/khwagner/phonetik/kapitel4.aspx](http://www.fb10.uni-bremen.de/khwagner/phonetik/kapitel4.aspx) , 9. September. 2013)

*Schild- und Ringknorpel sind miteinander gelenkig verbunden. Die Kippbewegung zwischen Ring- und Schildknorpel dient der Stimmlippenspannung. Durch die Gelenke zwischen den beiden Stellknorpeln und der Ringknorpelplatte können sich die Stimmlippen öffnen und schließen. Die Anteile des Kehlkopfskeletts sind durch Bänder und Membranen miteinander verbunden. Von besonderer Bedeutung für die Stimmproduktion sind die elastischen Bindegewebsfasern in der Stimmlippe (=eigentliches Stimmband) (G. Friedrich et al. 2005, S. 35).*

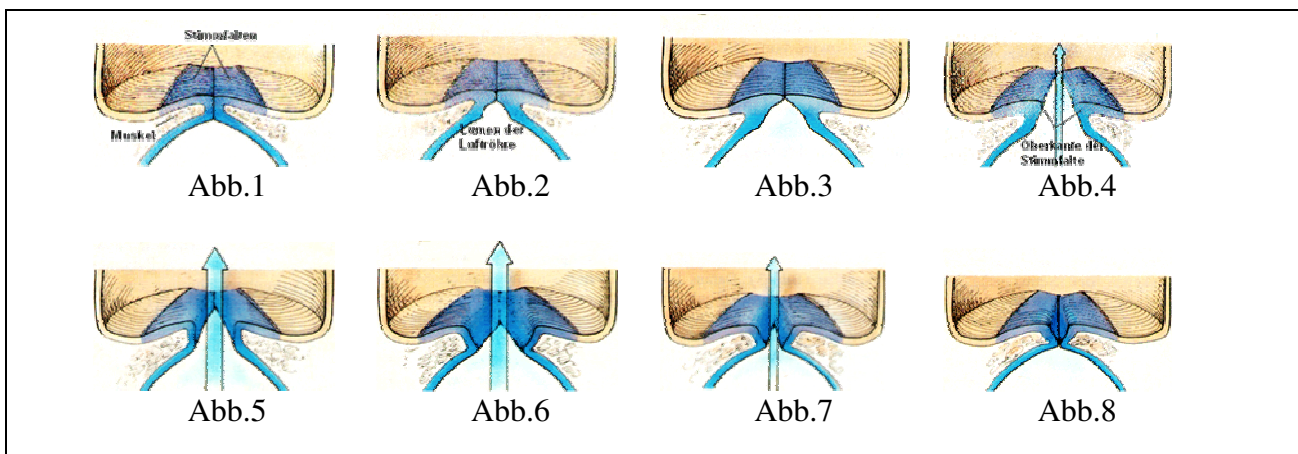
Die äußere Muskulatur des Kehlkopfes wird für die Hebung, Senkung und Fixierung des Kehlkopfes benötigt. Die innere Muskulatur hat drei Funktionen, nämlich die des Öffnens (Abduktion – Respirationsstellung) und des Schließens (Abduktion – Phonationsstellung) der Glottis und der Spannungsregulation der Stimmlippen (G. Friedrich et al. 2005, S. 35).

Das Innere des Kehlkopfes ist mit einer Schleimhaut ausgekleidet und besteht aus drei Räumen, der Glottis, der Supraglottis und der Subglottis.

Der Raum zwischen den Stimmlippen wird als Glottis (Stimmritze) bezeichnet. In diesem Raum ziehen die Stimmlippen von der Innenfläche des Thyroids zu den Aryknorpeln und bestehen vorne aus einem Muskel- und Bindegewebe und hinten aus einem Knorpel. Die Supraglottis ist ein Raum oberhalb der Glottis und hat seitliche Ausbuchtungen oberhalb der Stimmlippen, der Taschenfalten, der aryepiglottischen Falten und der Epiglottis. Die Subglottis ist ein Raum unterhalb der Glottis bis zum Beginn der Luftröhre (G. Friedrich et al. 2005, S. 37).

### 2.1.3.1 Stimmerzeugung im Kehlkopf

Die Stimmerzeugung wird durch die Stimmlippenbewegungen, unter Anblasen der adduzierten Stimmlippen mit dem Atemstrom, hervorgerufen. Die Stimmlippen werden durch die innere Kehlkopfmuskulatur von der Respiurationsstellung in die Phonationsstellung gebracht. Es kommt zu einem Stimmlippenverschluss, der durch den subglottischen Druck gelöst wird und die Luft somit durch die geöffnete Glottis strömen kann. Der Abfall des subglottischen Drucks, der durch die myoelastischen und aerodynamischen Kräfte entsteht, ermöglicht den Verschluss der Glottis. Dieser immer schnellere und regelmäßiger werdende Vorgang wird als phonatorische Stimmbewegung bezeichnet. Zudem führt dieser Vorgang zu einer periodischen Verdichtung und Verdünnung der strömenden Luftsäule in der Glottis (siehe Abb.7.) (G. Friedrich et al. 2005, S. 37 - 38).



**Abb.7.:** Abb.1 und die folgenden Abbildungen zeigen das Öffnen und Schließen der Glottis aus der Perspektive von vorn auf den Kehlkopf, die Stimmfalten sind zudem in der Mitte quer angeschnitten.

([www.fb10.uni-bremen.de/khwagner/phonetik/kapitel4.aspx](http://www.fb10.uni-bremen.de/khwagner/phonetik/kapitel4.aspx) , 9. September. 2013)

#### Erläuterung

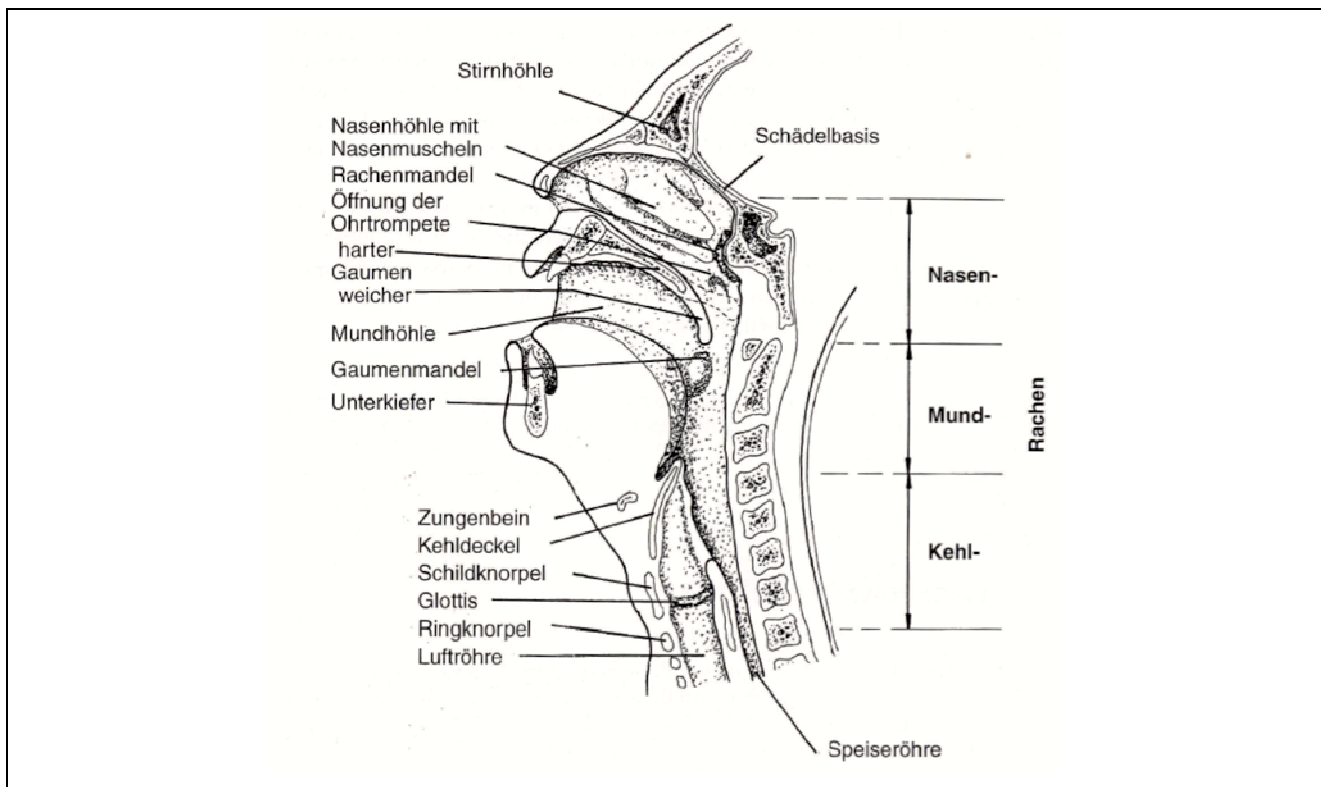
*In der Ruhe oder zu Beginn eines Phonationszyklus berühren sich die Stimmfalten. Drückt die Atemluft von unten gegen die Stimmfalten, entsteht ein subglottaler Druck, der bei Erreichen eines Schwellwertes diese auseinanderpresst (siehe Abb.2). Dabei trennen sich zunächst die unteren Ränder. Später trennen sich auch die oberen Ränder (siehe Abb.3). Sind die Stimmfalten geöffnet, kann die Atemluft wie durch eine Düse in den Rachenraum entweichen (siehe Abb.4). Durch diese schnelle Strömung entsteht jedoch eine seitliche Sogwirkung, der sog. Bernoulli Effekt, der die Stimmlippen, unterstützt durch deren Elastizität, quasi ansaugt und zusammenzieht (siehe Abb.5). Dabei schließen sich zuerst die unteren Ränder, die oberen folgen, wenn der subglottale Luftstrom abgeschnitten ist (siehe Abb.6). Als Folge davon wird unterhalb der erneut Glottis ein Druck aufgebaut, der sie den Phonationszyklus von vorne beginnen lässt. Auf diese Weise wiederholt sich*

*dieser Zyklus immer wieder und erzeugt die regelmäßige Vibration, die wir Stimme nennen. Die Vibrationsgeschwindigkeit und damit die Stimmhöhe eines stimmhaften Lautes hängt von der Spannung der Stimmlippen ab, die von der Kehlkopfmuskulatur kontrolliert wird (siehe Abb.7 und Abb.8)*  
(www.fb10.uni-bremen.de/khwagner/phonetik/kapitel4.aspx , 9. September. 2013)

Die schwingenden Stimmlippen bewegen sich nur in der Horizontalebene und kaum vertikal, sprich in Richtung des Luftstromes. Die Stimmlippenschleimhaut weisen eine komplizierte Eigenbewegung, die sogenannte Randkantenverschiebung auf. Der Stimmlippenkörper und die Stimmlippenschleimhaut sind nur locker miteinander verbunden und sie rollt über den Stimmlippenkörper ellipsenförmig ab. Die Stimmlippenstruktur ist von Bedeutung für einen regelrechten und periodischen Ablauf der Stimmlippenschwingungen (G. Friedrich et al. 2005, S.39).

#### **2.1.4 Ansatzrohr (Vokaltrakt)**

Das Ansatzrohr entspringt über den Stimmlippen mit den Kehlkopfventrikeln. Diese stellen Rudimente dar, die beim Menschen Einfluss auf die Klangfülle und Tragfähigkeit der Stimme haben.



**Abb.8.: Ansatzrohr und angrenzende Strukturen**

(G. Friedrich et al. 2005, S.40)

### 2.1.4.1 Rachen

Der nächste Abschnitt des Ansatzrohrs ist der Rachen, der in drei Etagen (Nasenrachen, Mundrachen und Kehlrachen) unterteilt wird. Der Nasenrachen erstreckt sich über dem Gaumensegel und grenzt vorne an die Nasenhöhle mit den Choanen an. Oberhalb des Nasenrachens befindet sich die Rachenmandel und seitlich befinden sich die Eingänge in die Ohrtrompeten, wo es zu einer Belüftung der Mittelohrräume kommt. In den Mundrachen kann man größtenteils direkt hineinsehen. Die vorderen und hinteren Gaumenbögen mit den dazwischenliegenden Gaumenmandeln (Tonsillae palatinae) gehören zu diesem Bereich. Am Übergang zur Mundhöhle befinden sich die Gaumensegel, die Zäpfchen und der Zungenrücken. Nur der Mensch besitzt so einen geräumigen Mundrachen, der durch den Tiefstand des Kehlkopfes entsteht und dadurch die akustische Ankoppelung des Kehlkopfes an die Mundhöhle bedingt. Der Kehlrachen ist ein Muskelschlauch, der durch eine Schleimhaut ausgekleidet ist und vor der Wirbelsäule liegt. Im unteren Bereich geht er hinter dem Kehlkopf in die Speiseröhre über. Im oberen Bereich kreuzt sich der Speiseweg mit dem Atemweg (G. Friedrich et al. 2005, S. 39 – 41).

### 2.1.4.2 Mundhöhle

Der Zungengrund und der weiche Gaumen begrenzen nach hinten die Mundhöhle. Der Mundvorhof wird durch die Alveolarfortsätze des Unterkiefers und Oberkiefers sowie die Zahnreihen gebildet. Die Lippen begrenzen den Mundvorhof. In der Mundhöhle kommt es zur Speisenvorbereitung für die Verdauung und die Geschmacksempfindung. Die Zunge ist durch die Beweglichkeit und variable Form das wichtigste Artikulationsorgan. Der Tiefstand des Kehlkopfes ermöglicht erst die Verwendung der Mundhöhle als Artikulationsorgan und stellt dafür den Aufbau einer differenzierten Lautsprache dar. Die Lippen haben eine ringförmige Muskulatur, die sehr formbar ist. Sie sind vor allem für die bilabiale und labiodentale Lautbildung wichtig. Diese Muskeln werden vom Nervus facialis versorgt. Die Zunge ist ein Muskelkörper, der von einer Schleimhaut überzogen ist. Durch ihre enorme Beweglichkeit dient sie zur Vokalmodulation und Konsonantenbildung. Für eine richtige Artikulation ist eine korrekte Okklusion und Bisslage des Gebisses eine wichtige Voraussetzung. Der harte Gaumen bildet das Dach der Mundhöhle. Der weiche Teil, auch Gaumensegel (Velum) genannt, ist eine bewegliche Muskelplatte, die von einer Schleimhaut überzogen ist. Diese setzt am harten Gaumen an und endet bei den frei beweglichen Zäpfchen (Uvula) (G. Friedrich et al. 2005, S. 41).

*Zwischen den seitlichen Gaumenbögen liegen die Gaumenmandeln (Tonsillen). Das Gaumensegel hat primär die Aufgabe, den Nasenrachen und die Nasenhöhle beim Schlucken gegen den Oropharynx abzuschließen, sodass der Speisebrei in den Hypopharynx gepresst werden kann (Speise- bzw. Flüssigkeitsaustritt durch die Nase bei Gaumensegelfunktionsstörungen). Sekundär – für die Sprachlautproduktion – dient das Gaumensegel der Differenzierung zwischen Oral- und Nasallauten (G. Friedrich et al. 2005, S. 41 - 42).*

Die Nase wird durch eine mediane Scheidewand in eine rechte und linke Nasenhöhle geteilt. Diese erstrecken sich von den Nasenlöchern über die Choanen bis in den Nasenrachenraum. Die Aufgaben der Nase sind die Atmungs-, die Riech- und die Resonanzfunktion. (G. Friedrich et al. 2005, S. 42).

*Durch das Gaumensegel kann die Nasenhöhle als Resonanzraum zum Ansatzrohr akustisch zu- oder weggeschaltet werden. Gesenkt ist das Gaumensegel vor allem bei den Nasallauten (im Deutschen /m/, /n/, /ng/<sup>2</sup>), während es bei den Orallauten den Nasenrachen mehr oder weniger vollständig gegen die Mundhöhle abschließt. Die normale Beimischung von nasalem Klanganteil – auch bei Orallauten – nennt man Nasalität (G. Friedrich et al. 2005, S. 42).*

### **3. Cochlea Implantat (CI)**

#### **3.1.1 Auswahlkriterien des Cochlea Implantats**

*Die Voraussetzung für eine Cochlea – Implantation müssen interdisziplinär auf der Grundlage von medizinischen, audiologischen und phoniatriisch – pädaudiologischen, logopädischen, psychologischen Untersuchungen geprüft werden (G. Friedrich et al. 2005, S. 404). Wenn Kinder ein CI erhalten, muss eine Beobachtungsphase durchgeführt werden. Das Kind muss in den ersten Lebensjahren eine optimale Hörgeräteversorgung und eine intensive Frühförderung über sechs Monate erhalten. Ausschlusskriterien wären, wenn eine Ertaubung nach einer Meningitis auftritt oder das Kind an einer schweren Innenohrmissbildung leidet (G. Friedrich et al. 2005, S. 404 - 405).*

In den meisten Fällen wird ein Cochlea Implantat dann in Betracht gezogen, wenn eine hochgradige Schallempfindungsschwerhörigkeit vorliegt. Bei einer Schallempfindungsschwerhörigkeit ist die Umwandlung des Schalls in der Cochlea in ein neuronales Erregungsmuster gestört. Diese Störung kann entweder im Innenohr auftreten oder den Hörnerv und anschließende periphere Anteile der Hörbahn betreffen (Graser 2007, S. 20).

*In Hinblick auf eine audiologische Einteilung der Hörfähigkeit finden sich abweichende Klassifizierungen (Graser 2007, S. 20).*

Graser (2007) erläutert in seinem Buch vier Grade der Hörschädigung. Eine leichtgradige Schwerhörigkeit liegt bei einem mHv (= mittleren Hörverlust) von < 40 dB, eine mittelgradige bei einem mHv von 40 bis < 70 dB und eine hochgradige bei einem mHv von 70 bis < 100 dB. Von Gehörlosigkeit spricht man bei einem mHv ab 100 dB (Graser 2007, S. 20). Für die meisten kindlichen Hörstörungen ist der Ausfall oder sind die Funktionsbeeinträchtigungen der Haarzellen im Innenohr verantwortlich. Hierbei handelt es sich um cochleäre Hörstörungen. In diesen Fällen kann das CI als therapeutisches Instrument sehr gut eingesetzt werden. Für die anderen Arten von Hörschädigungen wie Schalleitungsschwerhörigkeiten, die auf Störungen der Schallübertragung im Gehörgang, durch das Trommelfell oder im Mittelohr, beruhen oder retrocochleär bedingte Störungen und zentral – auditive Hörstörungen (die zu den funktionellen Wahrnehmungsstörungen zählen) ist das Cochlea Implantat nicht geeignet (Graser 2007, S. 20 - 21).

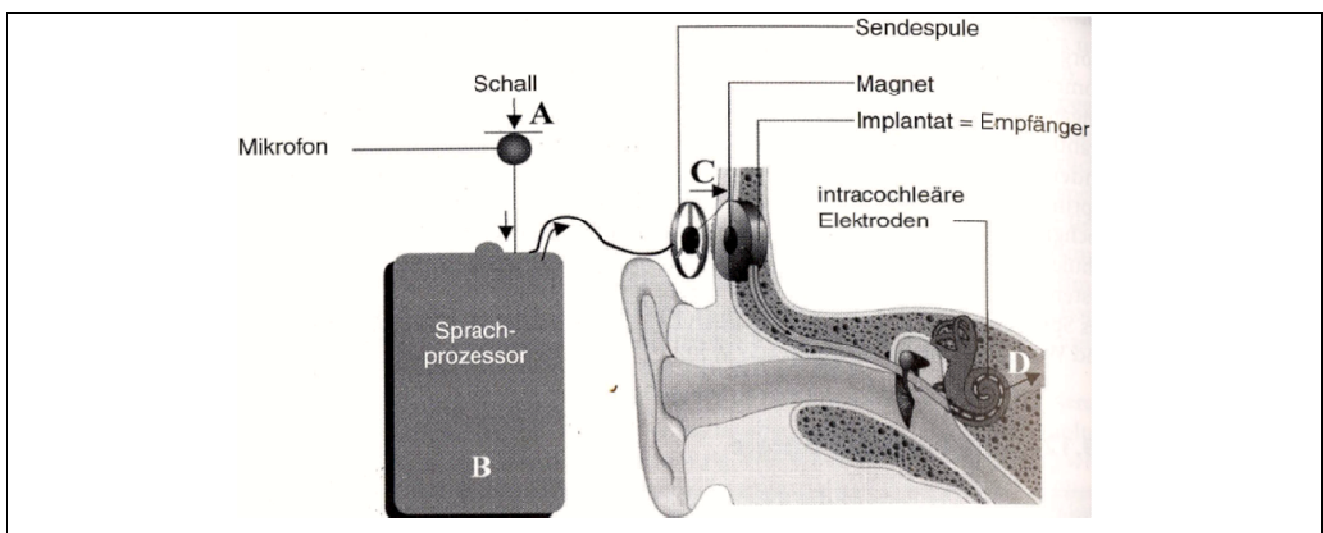
*Das Cochlea Implantat kann deswegen bei cochleär bedingten Hörstörungen hilfreich eingesetzt werden, weil es dafür konstruiert wurde, die nicht mehr oder nur noch eingeschränkt stattfindende Umwandlung der Schallenergie in nervöse Reizimpulse durch die Rezeptoren des Cortischen Organs auf der Basilarmembran in gewisser Weise zu ersetzen (Graser 2007, S. 21).*

Dieser Ausgleich gelingt dadurch, dass ein dünner Elektrodenträger operativ 30 mm in die Scala tympani eingeschoben wird und künstlich elektrische Impulse an die Hörnerven versendet und es somit zu einer Reizung kommt (Graser 2007, S. 21).

*So kann eine Weiterleitung der akustischen Information über die intakten Hörbahnen an die subkortikalen und kortikalen Hörzentren erfolgen, in denen schließlich die Information als Höreindruck interpretiert wird (Graser 2007, S. 21).*

### **3.2 Aufbau des Cochlea Implantates**

Das CI besteht aus einem implantierten Empfänger (Stimulator) mit einer oder mehreren Elektroden und einem extern getragenen Sprachprozessor, der über ein Kabel mit Mikrofon und Sender verbunden ist. Der Sprachprozessor selber wird am Kopf des Kindes getragen. Das Mikrofon nimmt den Schall auf und leitet das elektrische Signal (über das Kabel) an den Sprachprozessor. Dort angekommen wird das elektrische Signal umgewandelt in ein Muster von elektrischen Impulsen nach bestimmten Sprachcodierungsstrategien (siehe Abb.9.). Die Information des Impulsmusters wird codiert und weitergeleitet über das Kabel an den Sender. Die Empfängerelektronik des Implantats wandelt den Signalcode um und sendet dieses Impulsmuster direkt an die Elektroden zur elektrischen Stimulation der Hörnervenfasern. Fazit dieser Stimulation ist, dass es zu einem Aktionspotenzial am Hörnerv kommt und dieses zum auditorischen System weitergeleitet wird. Das Gehirn interpretiert dies als Höreindruck. Durch einen Magneten befinden sich Sender und Empfänger immer an der richtigen Position (G. Friedrich et al. 2005, S. 403 - 404).



**Abb.9.: Funktionsschema eines Cochlea Implantates** (G. Friedrich et al. 2005, S. 404)

### **3.3 Funktion**

Die Aufgabe des Cochlea Implantates besteht darin, die Hörnerven mittels elektrischer Impulse, die durch die intrakochleär platzierten Elektroden abgegeben werden, zu erregen, damit es zu einer nahezu normalen physiologischen Verarbeitung eines Schallsignals kommt (Graser 2007, S. 26).

Bei hörenden Menschen verarbeitet das intakte Innenohr die Schallreize und Sprachlaute. Um die Information an das Gehirn weiterzuleiten, kommt es zu einer einfachen Codierung des Schallreizes, der zuerst in seine Frequenzkomponenten zerlegt wird. Dies erfolgt nur dann, wenn es zu einer strikten Zuordnung der Schallfrequenzen zu bestimmten räumlichen Abschnitten entlang der Basilarmembran kommt. Am Eingang der Cochlea liegen Sinneszellen, die auf hohe Frequenzen und in der Spitze die welche auf tiefe Frequenzen reagieren (Graser 2007, S. 26 - 27).

*Das Prinzip der Ortskodierung beruht auf der Tonotopie des Innenohrs. Zum anderen wird der Schallreiz auch hinsichtlich seiner zeitlichen Abfolge analysiert und dieses Muster durch die Erzeugung paralleler periodischer Aktionspotentiale kodiert und weitergeleitet. Im inaktiven Ohr werden diese Analyse-, Kodierungs- Übertragungskationen von ca. 16. 000 Sinneszellen und ca. 30. 000 Hörnervenfasern vollzogen (Graser 2007, S. 27).*

Das CI versucht nun, diese Tonotopie im Innenohr zu imitieren, indem es die Hörnerven durch 22 einzelne Elektroden, die in die flüssigkeitsgefüllten Hörschnecke eingeführt werden, zu stimulieren. Das Mehrkanal – Elektrodensystem reizt die schmalen Bereiche der Hörschnecke und löst Höreindrücke unterschiedlicher Tonhöhen dadurch aus.

Das Mikrofon verstärkt die gewandelten Schallsignale und komprimiert und digitalisiert diese. Der Signalprozessor (Sprachprozessor) realisiert die Signalcodierung und deren Algorithmus.

Der Algorithmus kann bei gehörlosen Menschen nicht mehr die vorhandene Zeit- und Ortskodierung des Schallsignals im Innenohr nachbilden und sie für die Wahrnehmung der Sprache optimieren. Die meisten Cochlea Implantate enthalten mehrere Kanäle und eine pulsatile Stimulation. Diese Kanäle berechnen das Stimulationsmuster aus der Wellenform, der Einhüllenden oder aus bestimmten spektralen Anteilen des Schallsignals. Die Übertragung der Information geschieht drahtlos durch die Sende- und Empfängerspule zum implantierten Empfänger und Stimulator. Hierbei kommt es zur Decodierung der Informationen und die elektrischen Impulse werden für die eingeführten Elektrodenträger im Innenohr aufbereitet. Je nach Hersteller gibt es eine Strategie, die den Signalverarbeitungsalgorithmus unterstützen soll. Beispielsweise unterzieht die CIS Strategie (Continuous Interleaved Sampling – Strategie) das digitalisierte Eingangssignal einer Frequenzanalyse. Es werden zuerst begrenzte Eingangsfrequenzbereiche durch Bandpässe auf die durch die Elektrodenanzahl festgelegte Kanalzahl aufgeteilt. Die ermittelte Amplitudeninformation aus der Hüllkurve wird in eine elektrische Stimulation transformiert.

Zuletzt kommt es zur Übertragung der codierten Information an die Empfängerelektronik des Implantates. Das Signal wird decodiert und es werden Rechteckimpulse (250 – 3500 Impulse / Sekunde) je Elektrode erzeugt. Die noch intakten Nervenzellen werden durch diesen Vorgang stimuliert (Mühler et al. 2010, S. 2 - 3).

### **3.4 Komplikationen des CI**

In einer retrospektiven Analyse wurden 697 Patienten und Patientinnen davon 366 Kinder (Durchschnittsalter 4,3 Jahre), die an der HNO – Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover mit einem Cochlea Implantat versorgt wurden, im Zeitraum von 1984 bis Ende 1995 bezüglich Komplikationen untersucht. Die Auswertung erfolgte in verschlüsselter Form. Man zog alle relevanten Daten der Krankenunterlagen, wie Ursache und Dauer der Ertaubung, Ergebnisse der prätherapeutischen Eignungsdiagnostik mit Ergebnissen der bildgebenden Verfahren, intraoperative Befunde, Operationstechnik, intraoperative und direkt postoperative Probleme und Komplikationen innerhalb der ersten drei Monate heran (Kempf et al. 1999, S. 530 – 531).

Allgemein gab es keine lebensbedrohlichen Ereignisse bei den Kindern weder intraoperativ, postoperativ noch Meningitisfälle (Kempf et al. 1999, S. 531).

Intraoperativ hatten 7 Kinder ein Gusher – Phänomen und 8 hatten Schwierigkeiten aufgrund einer Missbildungssituation. Bei 66 Kindern lag eine kochleäre Obliteration vor, wobei 12 eine totale und 54 eine partielle Obliteration der basalen Windung hatten. Bei 60 Kindern musste die Dura (äußere Hirnhaut) freigelegt werden, um ein geeignetes tiefes Implantatbett zu bekommen, ohne dass weitere Komplikationen entstehen (Kempf et al. 1999, S. 531).

Die Frühkomplikationen bezogen sich auf Probleme wie Serom- und Hämatombildung, Gesichtsschwellungen und Hautempyeme sowie prolongierte Schmerzzustände. Die meisten von ihnen klangen spontan ab oder heilten durch lokale Maßnahmen schnell (Kempf et al. 1999, S. 531). Postoperativ musste man einem Kind das Implantat entfernen, da es sechs Wochen nach der Operation zu einer Pseudomonas aeruginosa – Infektion kam. Die Spätkomplikation der Kinder waren meist ipsi- und kontralaterale Mittelohrentzündungen, die unter konservativen Maßnahmen abheilten. Drei Kinder hatten wegen einer manifesten Mastoiditis eine retroaurikuläre Inzision ohne Implantatverlust. Zu beobachten war auch, dass sieben Kinder eine Otapostasis und zehn weitere Kinder eine Keloidneigung im Narbenbereich vorwiesen (Kempf et al. 1999, S. 532). Wegen eines technischen Defekts musste man bei sieben Kindern das Implantat austauschen (Kempf et al. 1999, S. 534).

*Es zeigt sich, daß die Cochlea Implantat – Chirurgie ein sehr sicheres operatives Verfahren ist und auch im Langzeitverlauf die Patienten mit nur wenigen operationsspezifischen Komplikationen behaftet sind (Kempf et al. 1999, S. 534).*

#### **4. Hörempfinden mit Cochlea Implantat**

Für ein „angenehmes“ Hörempfinden muss der Sprachprozessor angepasst werden, hierbei werden die Daten der Hörschwelle und eine angenehme Lautheit für jede Elektrode bzw. jeden Kanal neu bestimmt. Die Reizstromstärke wird an die Schwellenwerte der minimalen und maximalen Stärke eingestellt. Bei Kleinkindern müssen die Grenzwerte sehr vorsichtig und über einen längeren Zeitraum hinweg immer wieder neu angepasst werden. Kindern fällt es schwer, genaue Angaben zum Erreichen von Hörschwellen bzw. von Empfindungen angenehmer Lautheit eines auditiven Ereignisses zu machen (Graser 2007, S. 28).

Die Kinder sollten am Anfang nur den Unterschied von Hören und Nichthören eines Signals wahrnehmen. Dies wird also durch die Wahrnehmungsschwelle bei der Stimulation einiger weit auseinanderliegender Elektroden getestet (T – Werte). Anfangs interpoliert man die restlichen T – Werte. Die Einschätzung dieser Einstellungen ist nur wenig objektiv, da die erhaltenen Stapediusreflexschwellen während der Operation und die NRT – Werte nicht exakt sind, um eine ausführliche Korrelation zwischen den Größen abzuleiten (Graser 2007, S. 29).

Der Schwellenwert der angenehmen Lautstärke (C – Wert) ist bei Kleinkindern schwierig einzustellen, da sie noch keinen Bezug zu Veränderungen der Lautheit haben. Bei dieser Einstellung greift man auf die Verhaltensbeobachtung zurück, um die Grenzen des Lautheitsempfindens zu ertasten. Die genaue Anpassung des Sprachprozessors muss unter Zusammenarbeit von Fachkräften aus dem pädaudiologischen – technischen Bereich mit solchen aus der Hörgeschädigtenpädagogik erfolgen (Graser 2007, S. 29).

#### **5. Allgemeine Sprachentwicklung bei hörenden Kindern**

Die Sprachentwicklung ist nicht nur eine Konditionierung und Imitation der Sprache, sondern die Kinder entwickeln ein Sprachverständnis (G. Friedrich et al. 2005, S. 238).

*Der Spracherwerb erfolgt durch Entfaltung angeborener Sprachfähigkeit, der Umwelt kommt dabei eine auslösende Funktion zu. Es liegt somit eine Interaktion zwischen linguistischen Erfahrungen des Kindes und seiner angeborenen Sprachfähigkeit vor. Sowohl anlagebedingte als auch umweltbedingte Faktoren sind für die Sprachentwicklung entscheidend (G. Friedrich et al. 2005, S. 238).*

Die Voraussetzung für eine normale Sprachentwicklung ist ein Teil der Gesamtentwicklung des Menschen. Anhand des „Sprachbaumes“ kann sich die Sprache (Baumkrone), also der Wortschatz, die Artikulation und die Grammatik nur dann entwickeln, wenn die grundlegenden Fähigkeiten (Wurzeln) entsprechend ausgebildet sind und ein Sprachverständnis und eine Motivation zum Sprechen (Stamm) vorliegen. Die Lebensumwelt, die Kultur und die Gesellschaft (Erdreich der Wurzeln) prägen auch die Sprache des Kindes.

Damit die Sprache sich auch entwickeln kann, ist es notwendig, dem Kind Wärme, Liebe und Akzeptanz (Sonne) zu geben und es mit Kommunikation (Wasser) und Sprachanregung (Nährstoffe) zu ermutigen. Sekundär sollten die Eltern bzw. die Bezugspersonen Blickkontakt mit dem Kind aufbauen, es nicht (nur) nachsprechen lassen, sondern ihm zuhören und das Kind auch aussprechen lassen. Darüber hinaus sollte man dem Kind eine Sprachanregung ermöglichen und die Eltern sollten ein gutes Sprachvorbild sein (G. Friedrich et al. 2005, S. 238).



Die Phase des Spracherwerbs ist die zweite Stufe und findet zwischen eineinhalb und vier Jahren statt. In dieser Phase entwickelt sich die Fähigkeit mit Symbolen umzugehen und die Sprachentwicklung entfaltet sich durch Spielhandlungen und Imitationen der Tätigkeiten der Erwachsenen. Die Phase der Wahrnehmungsentwicklung findet im Alter zwischen vier und sieben Jahren statt und das Kind versucht intuitiv, die Welt direkt zu verstehen (G. Friedrich et al. 2005, S. 239 - 240). *Eine Unterscheidung von z.B. Größe, Form, Farbe etc. ist noch anschauungsgebunden, jedoch ohne direktes << sensomotorisches Begreifen >> möglich* (G. Friedrich et al. 2005, S. 240). Vom achten bis zwölften Lebensjahr ist die Phase der konkreten Operationen, hier werden Denkprozesse höherer Ordnungen entwickelt. Ab zwölf Jahren kommt es zur Phase des formalen Denkens gegenüber der Realität des abgehobenen Denkens (G. Friedrich et al. 2005, S. 240). Der Verlauf der Sprachentwicklung läuft in Entwicklungsstufen (präverbale Phase, Sprachverständnis und verbale Phase) ab und weist ein unterschiedliches individuelles Entwicklungstempo auf. Der Sprechbeginn, der Verlauf, der Wortschatz und die Grammatikentwicklung dienen zur Beurteilung der Entwicklung (G. Friedrich et al. 2005, S. 243).

### **5.1. Präverbale Phase**

Die präverbale Phase beginnt bei der Geburt und endet bis zum ersten Lebensjahr. In dieser Stufe lernt das Kind, seine intakten Sprechwerkzeuge, seine altersentsprechende Motorik, seine Sinnesorgane gemäß der altersentsprechenden kognitiven, psychischen und emotionalen Entwicklung zu verwenden.

Die erste Kommunikation findet in der Schreiperiode (ein bis drei Monate) statt. Das Schreien des Kindes ist eine physiologische Aktivität, welche als ein reflexartiges Verhalten verstanden werden kann, um auf Hunger, Kälte oder Schmerz aufmerksam zu machen. Ab den vierten und fünften Lebenswochen verwendet der Säugling zwei unterschiedliche Schreie, nämlich das Lustschreien und das Unlustschreien. Ab der sechsten bis achten Woche kommt es zur Gurrperiode. Diese gilt als erste Form der Artikulation. Am Ende dieser Phase fangen die Kinder an, Konsonanten mit einem Vokal zu verbinden. Das neu erlernte Lallen klingt bei allen Kleinkindern gleich, egal ob sie gehörlos sind oder eine mentale Entwicklungsstörung haben.

Die nächste Phase ist das sekundäre Lallen also die Lallperiode. Dieses Lallen unterscheidet sich vom herkömmlichen Lallen, denn das Kind lallt nun als eine lustbetonte und spielerische Bestätigung der Sprechorgane. Es kommt auch zu ersten gewollten Lautnachahmungen und Wiederholungen von silbenähnlichen Konsonant – Vokal – Konsonant – Verbindungen (Lallketten wie bababab, gugugu). Im achten und neunten Monat ahmen die Kleinkinder ihre Umwelt durch Echolalien (=Wiederholung eines Wortes oder von Wortteilen bei Kindern im 9.–12. Lebensmonat) nach.

Um dies imitieren zu können, ist eine akustische Wahrnehmung, eine auditive Differenzierung und optische Absehbarkeit der Laute sowie eine motorische Sprechgeschicklichkeit von großer Bedeutung. (G. Friedrich et al. 2005, S. 244 - 245).

Ab dem achten Monat kommt es zum Sprachverständnis. Die Kinder werden in dieser Phase ruhiger und beobachten und hören die Worte und Sätze der Erwachsenen und versuchen Laute und Silben zu imitieren. Darüber hinaus lernt das Kleinkind Sprachmelodien, Betonungen und mimische Ausdrucksfähigkeiten. Am Ende dieser Stufe kommt es zum richtigen Gebrauch von Worten wie Mama (G. Friedrich et al. 2005, S. 245 - 246).

## **5.2. Verbale (linguale) Phase**

Die verbale Phase ist in vier Ebenen unterteilt, nämlich in die phonetisch – phonologische (Artikulation), die morphologisch – syntaktische (grammatikalische Struktur), die semantisch – lexikalische (Wortschatz) und die pragmatisch – kommunikative. Mit etwa zehn bis zwölf Monaten spricht das Kleinkind seine ersten Worte wie Mama und Papa. Am Anfang werden die ersten Worte für alle möglichen Gegenstände verwendet. Der Lauterwerb erfolgt durch Kontraste von Phonemen (G. Friedrich et al. 2005, S. 246).

*Das /a/ ist ein Vokal, bei dem sich die Mundhöhle maximal öffnet, /p/ ein bilabialer Plosiv mit dem stärksten Schluss. Das /p/ wird im Weiteren dem nasalen bilabialen /m/ gegenübergestellt. Danach folgen /t/, /i/, /u/, /k/. Frikative werden nach Plosiven erworben, hinter Konsonanten setzen vordere voraus. Das Kind erwirbt die Phoneme der Sprache also nicht vereinzelt, sondern in einer Folge (G. Friedrich et al. 2005, S. 245 - 246).*

Die Holophrasen (Einwortsätze) beginnen mit zwölf bis achtzehn Monaten und das Kind lernt, die Symbolfunktion der Sprache zu verstehen. Es verbindet nun auch Wörter mit Gegenständen, zum Beispiel das Kind sieht einen Mantel und sagt Papa, da es sich um den Mantel des Vaters handelt. In der zweiten Lebensphase erfolgt die Intellektualisierung der Sprache, die bis in die Schulzeit andauert (G. Friedrich et al. 2005, S. 246 - 247).

*Im Einwortsatzstadium werden substantielle und rationale Wörter verwendet. Substantielle Wörter leiten sich aus der Klasse der Substantive der Erwachsenensprache her. Sie beziehen sich auf einzelne Gegenstände oder auf eine Klasse von Gegenständen, z.B. << Auto >>.*

*Rationale Wörter sagen aus, was mit Gegenständen geschehen kann und in welchem Zustand sie sein können, z.B. << kein da >> (G. Friedrich et al. 2005, S. 247).*

Im Zweiwortsatzstadium verwendet das Kleinkind eine sprachliche Äußerung für mehrere Bedeutungen. Wenn es meint „Mami Tasche“ kann dies bedeuteten, dass ihr die Mutter die Tasche geben soll oder die Mutter fragen will, wo die Tasche ist. Die letzte Bedeutung wäre, dass das Kind die Tasche der Mutter meint (G. Friedrich et al. 2005, S. 247).

Mit dem Erwerb von Wörtern lernen die Kinder sehr schnell die Grammatik. Die erste Verwendung der Grammatik geschieht mit dem Gebrauch von Mehrzahl, Artikeln und Verbendungen. Mit dieser Grundlage gelingt es nun den Kindern, erste kleine Sätze zu bilden. Zu Beginn enthalten diese Sätze nur zwei Wörter, wie Katze raus oder Hund bellt. Im Laufe der Sprachentwicklung kommt es zum Hinzufügen von Modalverben, die Vergangenheit wird gebildet und Eigenschaftswörter werden zwischen Artikel und Hauptwort eingesetzt zum Beispiel „ ein kleiner Hund“. Später bilden die Kinder immer längere Sätze und können sogar die Form des Artikels im Satz verändern, wie „ Ich seh den kleinen Hund“ (G. Szagun et al. 2006). In der Tabelle 1 wird dargestellt, wie die Sprachentwicklung gegenüber den Lebensmonaten verläuft. In den ersten Lebensmonaten verwendet das Kleinkind nur Einwortsätze. Die Sätze werden mit zunehmendem Alter immer länger und komplexer. Am Anfang kommt es noch zu Fehlern in der Grammatik, dies kann bis zum fünften Lebensjahr andauern. Die Kinder lernen jedoch sehr schnell aus den grammatischen Fehlern und der richtigen Verwendung (G. Szagun et al. 2006).

Sprachentwicklung parallel zu den Lebensmonaten	
Alter (in Jahren und Monaten) Zeitspanne: 18 Monate	Beispielsätze
1;4	Da.
1;5	Mam.
1;6	Ab.
1;8	Affe.
1;9	Reingucken.
1;10	Pferd rein.
2;0	Is was runterfall'n.
2;1	Das nich kein Schaf.
2;2	Kann der Mund da aufmachen.
2;4	Kann Mäuse fang'n.
2;5	Du soll's die einsperr'n.
2;6	Die ham Hörner auf'er Nase.
2;8	Aber ein böser Huhu war oben im Dunkeln.
2;9	Ein Hund hat mal mit'n Sranz (Schwanz) mal gewedelt, un dann hab ich den gestreichelt den klein'n Hund.
2;10	Und ihr müsst alle auf'n Pferd reitet mit Gewehr.

**Tab.1.:** (G. Szagun et al. 2006)

## **6. Sprachentwicklung von Kindern mit einem CI**

An der Oldenburg Universität wurde von 1996 bis 2000 eine Studie bezüglich der Sprachentwicklung bei Kindern mit einem Cochlea Implantat durchgeführt. Die Universität arbeitete mit dem Cochlea Implant Centrum Hannover zusammen. Es handelt sich hierbei um eine Langzeitstudie, die 22 Kinder mit einem Implantat untersuchte. Das durchschnittliche Alter während der Implantation war zwei Jahre und fünf Monate. Jedes Kind wurde beim Sprechen in einer zweistündigen Spielsituation auf einem Tonband aufgenommen. Die Aufnahmen wurden sechs Monate nach der Operation begonnen und fanden in regelmäßigen Abständen über drei Jahre lang statt.

Die Studie hatte auch eine Kontrollgruppe, nämlich hörende Kinder im gleichen Alter und Sprachverstand wie die Kinder mit einem CI. Das Ziel der Studie war der Verlauf des Spracherwerbes bei Kindern mit einem Cochlea Implantat (G. Szagun et al. 2006).

Während der Sprachentwicklung produzieren hörende, aber auch Kinder mit einem CI Vokalisierungen. Auffällig ist aber, dass CI – Kinder häufigere und längere Vokalisierungen, wie „hamomamomah, abpuhan oder ap e piebi wawebi“ benutzen als hörende. Bei der Aussprache von Wörtern weichen die Kinder mit CI stärker ab und es entstehen Varianten wie zum Beispiel „Mo, Momo, Mot, Moho für Motorrad oder Diebe oder Flieger“. Oft wissen nur Bezugspersonen wirklich was das Kind eigentlich sagen will.

Während des Spracherwerbes ahmen die Kinder die Wörter und Sätze ihrer Eltern oder ihrer Umgebung nach. Bei den Tonbandaufnahmen wurde festgestellt, dass die Kinder mit einem Cochlea Implantat um 30 % mehr Äußerungen nachsprachen als hörende Kleinkinder (G. Szagun et al. 2006).

In der Studie stellte man fest, dass es drei Gruppen von Kindern mit einem Cochlea Implantat gibt, die eine unterschiedliche Sprachentwicklung haben. Die erste Gruppe hat eine schnelle Sprachentwicklung und die zweite Gruppe weist eine langsamere Entwicklung auf (aber vergleichbar mit hörenden Kindern). Die Letzte beinhaltet jene, die eine deutlich verlangsamte Sprachentwicklung haben. Im Verlauf der Studie verlief die Sprachentwicklung bei drei Kindern mit CI so schnell wie bei hörenden Kindern mit schneller Sprachentwicklung. Diese konnten bereits nach einem Jahr nach der Implantation Zweiwortsätze bilden. Später wurden ihre Sätze immer länger (siehe Tab.2.) (G. Szagun et al. 2006).

Sieben Kinder mit einem CI hatten die gleich langsame, normale Sprachentwicklung wie bei hörenden Kindern. Am Anfang nützten sie lange Einwortsätze und erst eineinhalb Jahre nach der Operation fingen sie, an Zweiwortsätze zu bilden. Drei Jahre nach der Implantation konnten diese Kinder längere Sätze bilden (siehe Tab.3.) (G. Szagun et al. 2006).

<b>Schnelle Sprachentwicklung eines CI Kindes wie bei einer schnellen Entwicklung eines hörenden Kindes</b>		
<b>Lebensalter</b> (in Jahren und Monaten) Zeitspanne: 22 Monate	<b>Höralter *</b> (in Jahren und Monaten)	<b>Beispielsätze</b>
2;9	0;6	Baby.
3;0	0;9	Auf.
3;2	0;11	Da Mütze.
3;5	1;1	Ein Hund.
3;8	1;4	Mama kaputt emacht (gemacht)
3;11	1;7	Das is die Badezimmer.
4;2	1;10	Dann muss da aufsteh'n die Mami
4;5	2;1	Und in Sommer kriegen die keine Schuhe an.
4;8	2;4	Und wenn er alles aufgegessen hat, dann darf der Zoo ein Tannenbaum.
* die Berechnung des Höralters begann mit dem Zeitpunkt der Operation, der das Höralter 0 darstellt.		

**Tab.2.:** (G. Szagun et al. 2006)

Zwölf Kinder hatten eine deutlich langsamere Sprachentwicklung, dass sie sich sehr von anderen Kindern mit einem Cochlea Implantat und hörenden Kindern unterschieden. Zwei Jahre nach der Operation fingen sie an, Zweiwortsätze zu bilden. Eineinhalb Jahre später waren sie noch immer nicht in der Lage, längere Sätze zu bilden (siehe Tab.4.) (G. Szagun et al. 2006).

<b>Ein CI – Kind, das einem langsamen, normal hörenden Kind ähnelt</b>		
<b>Lebensalter</b> (in Jahren und Monaten) Zeitspanne: 33 Monate	<b>Höralter *</b> (in Jahren und Monaten)	<b>Beispielsätze</b>
1;9	0;6	Hao (Hallo).
1;11	0;8	Ab.
2;1	0;10	Apu (kaputt).
2;4	1;1	Tatze (Katze).
2;6	1;3	Darein.
2;9	1;6	Auto saschan (waschen).
3;0	1;9	Mama klingel.
3;4	2;1	Der anstell'n.
3;8	2;5	Diese Telefon nich hier.
4;0	2;9	Der hat geschlafen.
4;3	3;0	Da kann man mit Schnee machen.
4;6	3;3	Ham noch kein Eisbär nich gemalt, ne?
* die Berechnung des Höralters begann mit dem Zeitpunkt der Operation, der das Höralter 0 darstellt.		

**Tab.3.:** (G. Szagun et al. 2006)

<b>Ein CI – Kind, das sich deutlich von hörenden und schnelleren CI – Kindern unterscheidet</b>		
<b>Lebensalter</b> (in Jahren und Monaten) Zeitspanne: 37 Monate	<b>Höralter *</b> (in Jahren und Monaten)	<b>Beispielsätze</b>
2;11	0;6	Da.
3;2	0;9	Ab.
3;4	0;11	Schla (Schlafen).
3;6	1;1	Baby.
3;9	1;4	Auto.
4;0	1;7	Alle.
4;4	1;11	Aua Puppe.
4;7	2;2	Da falsch.
4;10	2;5	Ich mü (müde).
5;1	2;8	Mama einkaufe.
5;4	2;11	Ich mach.
5;7	3;4	Papa helfe.
6;0	3;7	Komm ich Tisch.
* die Berechnung des Höralters begann mit dem Zeitpunkt der Operation, der das Höralter 0 darstellt.		

**Tab.4.:** (G. Szagun et al. 2006)

## **6.1. Resultat der Studie**

Das Resultat der Studie war, dass weniger als die Hälfte der Kinder mit einem Cochlea Implantat der natürlichen Sprachentwicklung von hörenden Kindern gleich. Festzustellen war aber auch, dass etwas mehr als die Hälfte der Kinder mit einem CI durch eine nicht natürliche Sprachentwicklung lief. Die erste Gruppe der schnell lernenden CI – Kinder gleich nicht nur hörenden Kindern, sondern diese erweiterten sehr schnell ihren Wortschatz, bildeten längere Sätze und erlernten schnell die Mehrzahlbildung, die Verbformen inklusive Hilfsverben und die Artikel. Diese Kinder wendeten die Formen korrekt an und machten typische Fehler während der Sprachentwicklung. Die einzige Ausnahme war, dass sie Schwierigkeiten beim Gebrauch von Artikeln hatten. Die dritte Gruppe der CI – Kinder, bei denen sich der Spracherwerb sehr langsam entwickelte, hat über einen Zeitraum von drei bis dreieinhalb Jahren nach der Operation Mühe, ganze Sätze zu bilden.

Ihnen fiel es auch schwer, Gebrauch von Mehrzahl oder korrekten Endungen an Verben zu machen. Die Verwendung von Artikeln und Hilfswörter fehlte bei diesen Kindern gänzlich (G. Szagun et al. 2006).

## **7. Basistherapie und Folgetherapie**

Die Basis- und Folgetherapie ist ein wesentlicher Bestandteil der Cochlea Implantat – Versorgung und hat einen großen Einfluss auf den Rehabilitationserfolg. Bei der Versorgung des Cochlea Implantates handelt es sich um eine multidisziplinäre Vorgehensweise, die in Zentren mit entsprechenden Fachkompetenzen durchzuführen ist. Ratsam wäre, dass man Kliniken für die Implantation wählt, die die klinische Basistherapie selbst durchführen oder entsprechende CI – Zentren und Reha – Kliniken zur Verfügung stellen, in denen eine Folgetherapie mit Aufsicht und Verantwortung einer ärztlichen Leitung angeboten wird. Die Therapie sollte strukturiert und inklusive in einen multidisziplinären Team ablaufen. Die Basis- und Folgetherapie sollte ganzjährig und stationär bereitgestellt werden. Die jeweiligen Implantationskliniken oder Implantationsärzte indizieren und delegieren die jeweilige Therapie (Lenarz et al. 2012, S. 15).

### **7.1. Basistherapie**

Die Basistherapie fängt fünf Wochen nach dem poststationären Aufenthalt an.

Die Versorgung beinhaltet:

- *Medizinische Nachbetreuung*
- *Ersteinstellung des Sprachprozessors*
- *Schrittweise Optimierung der Sprachprozessoreinstellung*
- *Initiales Hör – Sprach – Training*
- *Sprachtherapeutische Maßnahmen*
- *Technische und audiometrische Kontrollen*
- *Hörtests, auch mit Sprache*
- *Sprachtest in Ruhe und im Störgeräusch*
- *Psychologische Betreuung (u.a. zur Auflösung therapiebehindernder Konflikte)*
- *Dokumentation und Evaluation der Ergebnisse*
- *Schulung in der Handhabung (Pflege, Wartung, Fehlererkennung) und in der Nutzung von Zusatzgeräten (z. B. Telefonadapter, Ladegerät, Zusatzmikrofon, Infrarot- oder FM – Anlage, Induktions- oder T – Spule)*

(Lenarz et al. 2012, S. 16)

## **7.2. Folgetherapie**

Die auditive Wahrnehmung muss sich langsam an die neue künstliche Stimulation gewöhnen und je nach erreichtem Fortschritt ist es wichtig, dass die Wahrnehmung weiter trainiert und der Sprachprozessor angepasst wird sowie eine erneute audiometrische Kontrolle erfolgt. Die therapeutischen Maßnahmen, die in der Basistherapie begonnen wurden, werden in der Folgetherapie abhängig vom individuellen Fortschritt weitergeführt. Die Kontrollen werden je nach notwendiger Behandlung und sozialer Situation ambulant, stationär oder teilstationär ausgeführt (Lenarz et al. 2012, S. 16).

*Die Anzahl der notwendigen technischen und klinischen Kontrollen sowie der durchgeführten Einstellungen des Implantats ist stark vom Alter, von der Kooperationsfähigkeit, der Ertaubungsursache und –dauer abhängig und daher individuell sehr verschieden (Lenarz et al. 2012, S. 16).*

Im Monat der Ersteinstellung werden vier bis acht Nachsorgetage angeboten. In den nächsten zwei bis sechs Monaten nach der Ersteinstellung haben die Kinder ein bis zwei Sitzungen pro Monat. Sechs Monate nach Inbetriebnahme des Cochlea Implantat Systems müssen zwei bis sechs Nachsorgetage pro Jahr wahrgenommen werden. Bei den technischen und medizinischen Kontrollen und der Cochlea Implantat – Anpassungsoptimierung ist es erforderlich, die Hör- und Sprachtests auch mit Störgeräuschen abzuwickeln. Im ersten Jahr nach der Ersteinstellung sollten die Kontrollen in drei Monatsabständen, nach zwei Jahren in sechs Monatsabständen und nach drei Jahren jährlich erfolgen (Lenarz et al. 2012, S. 17).

## **7.3. Ziel der Therapie**

Nach einer Cochlea Implantation ist es wichtig, dass das Kind erlernt, mit dem Implantat zu leben, seine kommunikativen und sprachlichen Fähigkeiten zu entwickeln und diese über Jahre zu verbessern. Während der Therapie ist es erforderlich, die Pädagogen und die Pädagoginnen der Fördereinrichtungen und die Eltern / Bezugspersonen des Kindes intensiv mit einzubeziehen.

Von Bedeutung sind vor allem die Erstanpassung und die Optimierung des Sprachprozessors. Diese Durchführung der Verhaltens- und Spielaudiometrie sollte in kindgerechten und altersgemäßen Rahmenbedingungen abgewickelt werden. Eine enge Kooperation der implantierenden Kliniken mit Audiologen und Audiologinnen, kooperierenden HNO – Fachärzten und Fachärztinnen, Phoniatern und Phoniaterinnen, Pädaudiologen Pädaudiologinnen, Therapeuten und Therapeutinnen und Eltern sollte nicht außer Acht gelassen werden.

Das Konzept der Therapie sollte immer die individuellen Bedürfnisse wie Alter des Kindes, Zeitpunkt der Ertaubung und Dauer der Taubheit, Hör- und Sprachentwicklungsstand, die Kommunikationsfähigkeit und den allgemeinen Entwicklungsstand mit einkalkulieren (Lenarz et al. 2012, S. 17 - 18).

## **8. Therapieformen**

### **8.1. Audiopädagogische Therapie**

Die Prinzipien der audiopädagogischen Therapie sind eine rechtzeitige Frühförderung, eine ganzheitliche Entwicklungsförderung, eine familiennahe und interdisziplinäre Zusammenarbeit der verschiedenen Professionen um Bezugspersonen und Familien zu beraten bzw. zu begleiten. Die audiopädagogische Frühförderung und Familienbegleitung besteht aus verschiedenen interdisziplinären Netzwerken wie Selbsthilfegruppen, Logopäden, HNO – Fachärzten, Psychologen und Hörgeräteakustikern. Durch diese Bereitstellung fachlicher Qualität soll das Leben der schwerhörigen Kinder und deren Eltern verbessert werden, damit der Alltag der Familie gelingt. Das Ziel ist es, dass es zu einer Integration und Inklusion in allen Lebensbereichen kommt. In der Kommunikation und in Hör- und Sprachspielen erleben und entdecken die Kinder, dass es eine Sprachstruktur und eine akustische Welt gibt. Durch dieses Erkennen und Erfahren lernen sie, dass Sprachgeräusche nicht zufällig passieren, sondern eine Bedeutung haben.

Am Anfang sprechen die Eltern oft für das Kind (Kiffmann – Duller et al. 2011, S. 6).

*Sie fangen Sprachäußerungen des Kindes auf und geben Antwort. Das ermöglicht dem Kind in einen „Handlungsdiallog“ einzutreten. Können solche Handlungsdialloge im Alltag genützt werden, ergibt sich daraus die sicherste Grundlage für die auditiv – verbale Förderung schwerhöriger Kinder (Kiffmann – Duller et al. 2011, S. 6).*

Die Anpassung des Sprachprozessors bei einem Cochlea Implantat ist für die Hörerziehung und das Hörtraining von großer Bedeutung, denn nur bei einer optimalen Anpassung hat das Kind Freude am Lernen. Somit steht die auditive – verbale Förderung im Vordergrund der Entwicklung eines Hörbewusstseins (Kiffmann – Duller et al. 2011, S. 6 - 7).

*Audiopädagogen sind „Kommunikationsfachleute“, die Kinder im Erschließen eines Sprachsystems unterstützen und die Eltern, Kindergartenpädagogen und andere Partner anleiten in der Förderung und Begleitung schwerhöriger Kinder (Kiffmann – Duller et al. 2011, S. 8).*

Audiopädagogen und Audiopädagoginnen versuchen durch die Begleitung der Eltern, die Entwicklung von deren schwerhörenden Kinder optimal zu unterstützen und zu fördern (Kiffmann – Duller et al. 2011, S. 8).

## **8.2. Rhythmisch – musikalische, mototherapeutische Therapie**

Die rhythmisch musikalische Therapie kann auf eine sehr natürliche Art und Weise dem Hören eine besondere Aufmerksamkeit zukommen lassen. Die Grundlage der Therapie ist, dass der Rhythmus, der in der Musik und in der Sprache sich wiederfindet, auch beim Einsatz der Körperinstrumente und in der Bewegung sichtbar und hörbar gemacht wird. Die Ziele der Betreuung sind nicht nur die Sinnes- und die Bewegungsschulung mit vorrangig akustischen Bewegungsimpulsen, sondern auch Atem-, Stimm- und Sprechschulungen. Die Bildung der Persönlichkeit und die Entwicklung der sozialen Kompetenzen des Kindes werden durch den rhythmisch –musikalischen Unterricht gefördert. Diese Förderung kann dazu beitragen, dass es zur Schulung der Atmung und Stimme kommt und zum Erlangen einer ausdrucksstarken Sprache. Die Kinder sollen erfahren, dass der Sprach- und Höreindruck Freude machen kann, aber dass sie das Gehörte (vom Geräusch bis zur Musik) selbst auch erzeugen können. Die Therapie setzt auf die Umsetzung und Aktivierung des zu Hörenden in Bewegung.

Die Therapeuten und Therapeutinnen setzen im rhythmisch – musikalischen Unterricht auf Bewegungen, die sich auf die Entwicklung der motorischen Grundfähigkeiten und Grundfertigkeiten beziehen (<http://qeswhic.eu/downloads/letter06de.pdf> Stand 24. Juli. 2013).

*Als Bewegungsanreiz dienen die Phantasie und verschiedene Materialien, z.B. Gymnastikgeräte, speziell für die Rhythmik entwickelte Säckchen, Stäbe, Bänder, Tücher etc.*

*Bewegung im rhythmisch – musikalischen Unterricht erscheint als freie Bewegung im Spiel und zur Musik oder als gebundene Bewegung in Bewegungsfolgen im Singspiel und im Tanz sowie als Rollenspiel bis hin zum Theaterspiel.*

*Eine gute apparative Versorgung ermöglicht die Hörwahrnehmung, aber vor allem unser kommunikatives Sprachverhalten und die ganzheitliche Unterstützung, z. B. durch rhythmisch – musikalische Förderung, kann wesentlich zum umfassenden Hör- und Lautspracherwerb eines hörgeschädigten Kindes beitragen* (<http://qeswhic.eu/downloads/letter06de.pdf> , Stand 24. Juli. 2013).

### **8.3. Logopädie bei Kindern mit einem CI**

Zum Einsatz der Logopäden und Logopädinnen kommt es erst, wenn Auffälligkeiten in der Sprachentwicklung auftreten oder keine Audiopädagogen oder Audiopädagoginnen in der Umgebung zur Verfügung stehen. Für Kinder mit einem Cochlea Implantat ist eine gründliche und regelmäßige Erhebung des Sprachstatus für eine passende Auswahl der Therapieziele und –methoden erforderlich.

Bei der Therapie sollte man primär auf das Lebens- und Höralter (Zeitpunkt der ersten CI –Einstellung) Rücksicht nehmen, da diese miteinander nicht übereinstimmen. Die Ziele der logopädischen Therapie sind individuell auf den Hör- und Sprachentwicklungsstand des Kindes abzustimmen. Wesentlich ist aber, eine Kommunikation zu ermöglichen, damit das Kind seine Bedürfnisse und Wünsche definieren kann (Wegmann et al. 2011, S. 7).

*Das Hinzunehmen von Gebärden kann gerade im frühen Spracherwerb eine Brücke zur Lautsprache sein. Wenn das Kind trotz intensiver lautsprachlicher Förderung keine oder kaum Lautsprache erwirbt, müssen andere Kommunikationsformen hinzugenommen werden, um zu vermeiden, dass das Kind mehr und mehr in einen Kommunikationsnotstand gerät* (Wegmann et al. 2011, S. 7).

Die Therapie sollte alters- und kindgerecht, aber auch dem Höralter entsprechend ausgelegt sein, damit das Kind Freude und Spaß am Erlernten hat. Am Anfang jedes Unterrichts sollte das Cochlea Implantat oder andere Hörhilfen überprüft werden, ob das Kind damit hört und für die Lautsprachförderung aufnahmefähig ist.

Die Kommunikation soll natürlich gehalten werden, ebenso wie der Einsatz der Gestik oder Gebärden, der Mimik und des Mundbildes. Während der logopädischen Betreuung sind jedoch gewisse Kommunikationsgrundsätze zu beachten. Der Blickkontakt und die Aufmerksamkeit des Kindes sollten während der Sitzung gesichert sein. Um es nicht zu überfordern, sollten angemessene, kurze und korrekte Sätze gebildet werden. Das Gesicht der Therapeuten und der Therapeutinnen sollte immer gut ausgeleuchtet sein und das Kind darf nicht geblendet werden von Lichtquellen (Wegmann et al. 2011, S. 7 - 9).

*Generell sollte dem Kind mehr Zeit zum Verarbeiten gegeben werden und Hörpausen eingehalten werden. Das «künstliche Hören» ist für viele Kinder sehr anstrengend und es kommt schneller zu Unkonzentriertheit und Ermüdung* (Wegmann et al. 2011, S.9).

## **9. Schlussfolgerung**

Durch Studien in Deutschland liegen Zahlen vor, dass etwa 40 – 60% der prälingual gehörlosen Kinder mit einem Cochlea Implantat eine Sprachentwicklung haben, die der Sprachentwicklung von gut hörenden Kindern gleicht. Der restliche Teil der Kinder mit CI hat einen abweichenden Spracherwerbsverlauf und deutliche Probleme mit der Sprache. Der quantitative Vergleich zwischen den verschiedenen Sprachentwicklungen der Kinder mit CI und der Sprachentwicklung der hörenden Kinder lässt feststellen, dass es Besonderheiten geben muss, die die Probleme des Spracherwerbs bei rund der Hälfte der Kinder mit einem CI erklären würden (Graser 2007, S. 43).

Bereits im Mutterleib haben Babys mit einer Hörstörung einen Nachteil, das sie nicht wie andere Babys von der frühen mütterlichen Sprache profitieren können.

Dass diese Säuglinge noch keine Hörhilfen zum Ausgleichen verwenden können, ist es ihnen nicht möglich, die gegebenen Hilfeleistungen der Umwelt zu nützen. Diese wären jedoch für den Aufbau einer besonderen Sensibilität für die sprachrelevanten akustischen Signale des Lautstroms hilfreich und würden ihnen einen erfolgreichen Einstieg in den Sprachlernprozess bieten (Graser 2007, S.46).

Nach der Geburt des Kindes versucht man nun, diesen Mangel zu mindern, indem man Hörhilfen wie Hörgeräte zum Ausgleich einsetzt, bevor der Säugling im operationsfähigen Alter für ein Cochlea Implantat ist.

Wenn die hörgeschädigten Kinder nicht früh genug mit solchen adäquaten Hörhilfen ausgestattet werden, führt dies im Bereich der Sprachlaute sowie des eingeschränkten auditorischen Inputs zu einem allmählichen Abflachen der Lallsequenzen (siehe Kapitel 5.1.) und zum weitergehenden Verstummen innerhalb der prälingualen Phase. Die Folgen sind, dass die gelegentliche Lautproduktion melodisch verzerrt ist, die Stimme schrill wirkt und die Mundmotorik dürrig ausfällt (Graser 2007, S.48 - 49).

Das Implantieren des Cochlea Implantats im frühen Kindesalter sowie eine rechtzeitige CI – Versorgung (Anpassung des Sprachprozessors) ist nicht nur ausschlaggebend für den Spracherwerb, sondern auch für die Reifung des zentralen Hörsystems.

Wenn diese Funktionsstörung des Innenohrs nicht ausgeglichen wird, kann eine Reifung des zentralen Hörsystems nicht stattfinden und der anfänglich auf die Peripherie beschränkte Hörschaden führt zu irreversiblen zentralnervösen Defiziten. Im späteren Lebensalter lassen sich diese Defizite der vielen Reifungsprozesse nicht mehr aufholen (Graser 2007, S.51).

Dies lässt die Neurophysiologen und die Neurophysiologinnen aber auch die Therapeuten und Therapeutinnen sowie die Operateure und die Operateurinnen daraus schließen, dass eine frühzeitige Operation nicht nur für den Spracherwerb, sondern auch für die Reifung und Ausbildung des auditorischen Systems ausschlaggebend ist. Weitere relevante Einflussfaktoren wären die Dauer der Ertaubung, die Ersteinstellung des Cochlea Implantats, der Grad des Hörverlusts, die Qualität des präoperativen Hörens und die CI – Versorgung.

Das familiäre bzw. soziale Umfeld hat auch eine spezifische Auswirkung auf den Spracherwerb, nämlich durch den Bilingualismus. Dieser beinhaltet nicht nur den Erwerb der Laut- und Gebärdensprache, sondern auch den Wegfall einer einheitlichen Lautsprachumgebung für das die Sprache lernende Kind, zum Beispiel in einer Migrationssituation.

Der Spracherwerb der schwerhörigen Kinder mit einem CI läuft durch die gegebenen Einflussfaktoren individuell ab. Durch dies kommt es zu unterschiedlichen Sprachentwicklungen bei den Kindern.

## **10. Diskussion**

Faktoren die Einfluss auf den Spracherwerb haben sind:

- eine frühe Cochlea – Implantat – Versorgung
- der Zeitpunkt des Eintritts der Hörschädigung und die Dauer der Ertaubung
- die Qualität der prä- und postoperativen Hörverbesserung
- die Teilnahme an auditiv – verbalen Erziehungs- und Förderungsprogrammen
- ein sprachenreiches und anregendes familiäres und soziales Umfeld

Fazit ist, dass diese Punkte von Kind zu Kind verschieden sind und deswegen auch der Spracherwerb individuell abläuft.

Derzeit werden 50 % der versorgten und geförderten schwerhörigen Kinder mit einem Cochlea Implantat die Therapieziele nicht erreichen, aufgrund der vorliegenden Variabilität der Faktoren. Zukünftig gesehen sollten die spezifischen „Schwächen“ bzw. die Abweichungen im Spracherwerb der CI – Kinder auf neue Aufschlüsse und Perspektiven bzw. auf intrapersonale Faktoren gelenkt werden, um die Kinder gezielter im Bereich der Logopädie oder der Psychologie zu fördern. Die medizinische Versorgung des Implantates und deren Therapieformen werden sich in den nächsten Jahren noch weiter entwickeln und neu definieren.

Das Thema Sprachentwicklung bei schwerhörigen Kindern mit einem CI ist noch ein sehr junges Thema. Es werden noch einige Studien erfolgen um signifikante Ergebnisse zu erhalten bzw. werden neue Leitlinien implementiert um die Probleme des Spracherwerbs zu minimieren.

## **11. Literaturangabe**

W. Becker, H.H. Naumann, C.R. Pfaltz (1986) Hals – Nasen – Ohren – Heilkunde, Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Atlasteil Differentialdiagnostische Tabellen, Prüfungsfragen. 3. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York

G. Böhme, K. Welzl – Müller (1993) Audiometrie, Hörprüfungen im Erwachsenen- und Kindesalter. 3. Auflage, Verlag Hans Huber, Bern, Göttingen, Toronto, Seattle.

G. Friedrich, W. Bigenzahn, P. Zorowka (2005) Phoniatrie und Pädaudiologie, Einführung in die medizinischen, psychologischen und linguistischen Grundlagen von Stimme, Sprache und Gehör. 3. Auflage, Verlag Hans Huber, Bern, Göttingen, Toronto, Seattle

P. Graser (2007) Sprachentwicklungsstörungen bei Kindern mit Cochlea Implant. Universitätsverlag Winter GmbH, Heidelberg

H. G. Kempf, S. Tempel, K. Johann, T. Lenarz (1999) Komplikationen der Cochlea Implant – Chirurgie bei Kindern und Erwachsenen, Laryngo – Rhino – Otologie 78, Georg Thieme Verlag, Stuttgart New York, S. 529 – 537

C. Kiffmann – Duller, A. Meyer, G. Toth (2001) Hör- Frühförderung für schwerhörige Kinder, Audiopädagogische Frühförderung und Familienbegleitung, Österreichische Schwerhörigen Selbsthilfe ÖSSH. [www.oessh.or.at](http://www.oessh.or.at) (19.Juli.2013)

T. Lenarz, R. Laszig (2012) Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Hals – Nasen – Ohren – Heilkunde, Kopf – und Hals – Chirurgie e. V., Bonn, Cochlea – Implantat Versorgung und zentral – auditorische Implantate, AWMF – Register –Nr.: 017 – 071 Klassifikation: S2k

R. Mühler, M. Ziese (2010) Technik – Leitfaden Cochlea Implant, Universitäts – HNO – Klinik Magdeburg

G. Szagun, N. Sondag, B. Stumper, M. Franik (2006) Sprachentwicklung bei Kindern mit Cochlea – Implantat, Carl – von – Ossietzky Universität Oldenburg, Institut für Psychologie, Abteilung Kognitionsforschung

V. Wegmann, C. Ohnsorg, St. Riedmüller, D. Naef – Schürch (2011) Begleitung, Integration, Diagnostik und Therapie, Logopädische Therapie bei schwerhörigen Kindern mit CI, DLV Aktuell 1/2011

[www.qeswhic.eu/downloads/letter06de.pdf](http://www.qeswhic.eu/downloads/letter06de.pdf) (24. Juli. 2013)

## **12. Tabellenverzeichnis**

### **Tab.1.**

G. Szagun, N. Sondag, B. Stumper, M. Franik (2006) Sprachentwicklung bei Kindern mit Cochlea – Implantat, Carl – von – Ossietzky Universität Oldenburg, Institut für Psychologie, Abteilung Kognitionsforschung

### **Tab.2.**

G. Szagun, N. Sondag, B. Stumper, M. Franik (2006) Sprachentwicklung bei Kindern mit Cochlea – Implantat, Carl – von – Ossietzky Universität Oldenburg, Institut für Psychologie, Abteilung Kognitionsforschung

### **Tab.3.**

G. Szagun, N. Sondag, B. Stumper, M. Franik (2006) Sprachentwicklung bei Kindern mit Cochlea – Implantat, Carl – von – Ossietzky Universität Oldenburg, Institut für Psychologie, Abteilung Kognitionsforschung

### **Tab.4.**

G. Szagun, N. Sondag, B. Stumper, M. Franik (2006) Sprachentwicklung bei Kindern mit Cochlea – Implantat, Carl – von – Ossietzky Universität Oldenburg, Institut für Psychologie, Abteilung Kognitionsforschung

### **13. Abbildungsverzeichnis**

**Abb.1.: Anatomie des Ohres**

[www.members.cheilo.at/thomas.knob/ohr.jpg](http://www.members.cheilo.at/thomas.knob/ohr.jpg) (07. Julie. 2013)

**Abb.2.: Auris: das rechte Trommelfell von außen (Ohrenspiegelbild vom Lebenden)**

Roche Lexikon Medizin (2003). 5. Auflage. Verlag Urban und Fischer, München

**Abb.3.: Oben: Schnitt durch die Schnecke, Unten: das Corti'sche Organ**

G. Friedrich, W. Bigenzahn, P. Zorowka (2005) Phoniatrie und Pädaudiologie, Einführung in die medizinischen, psychologischen und linguistischen Grundlagen von Stimme, Sprache und Gehör. 3. Auflage, Verlag Hans Huber, Bern, Göttingen, Toronto, Seattle, S. 331

**Abb.4.: Oben: Übertragung der Schwingungen vom Trommelfell über Mittelohrstrukturen und Auslösung einer Wanderwelle in der Schnecke (Cochlea abgerollt). Mitte: Frequenz – Ortsabbildung (Tonotopie): Maximum der Auslenkung an unterschiedlichen Orten der Basilarmembran. Unten: Auslenkung der Basilarmembran bei Stimulation mit einer einzigen Frequenz und verstärkte Wanderwelle durch aktive Biomechanik (kochleärer Verstärker)**

G. Friedrich, W. Bigenzahn, P. Zorowka (2005) Phoniatrie und Pädaudiologie, Einführung in die medizinischen, psychologischen und linguistischen Grundlagen von Stimme, Sprache und Gehör. 3. Auflage, Verlag Hans Huber, Bern, Göttingen, Toronto, Seattle, S. 334

**Abb.5.: der menschliche Stimmapparat im Vergleich mit einer Orgel**

G. Friedrich, W. Bigenzahn, P. Zorowka (2005) Phoniatrie und Pädaudiologie, Einführung in die medizinischen, psychologischen und linguistischen Grundlagen von Stimme, Sprache und Gehör. 3. Auflage, Verlag Hans Huber, Bern, Göttingen, Toronto, Seattle, S. 27

**Abb.6.: Aufbau des Kehlkopfs**

[www.fb10.uni-bremen.de/khwagner/phonetik/kapitel4.aspx](http://www.fb10.uni-bremen.de/khwagner/phonetik/kapitel4.aspx) (9. September. 2013)

**Abb.7.:** Abb.1 und die folgenden Abbildungen zeigen das Öffnen und Schließen der Glottis aus der Perspektive von vorn auf den Kehlkopf, die Stimmfalten sind zudem in der Mitte quer angeschnitten

[www.fb10.uni-bremen.de/khwagner/phonetik/kapitel4.aspx](http://www.fb10.uni-bremen.de/khwagner/phonetik/kapitel4.aspx) (9. September. 2013)

**Abb.8.: Ansatzrohr und angrenzende Strukturen**

G. Friedrich, W. Bigenzahn, P. Zorowka (2005) Phoniatrie und Pädaudiologie, Einführung in die medizinischen, psychologischen und linguistischen Grundlagen von Stimme, Sprache und Gehör. 3. Auflage, Verlag Hans Huber, Bern, Göttingen, Toronto, Seattle, S.40

**Abb. 9.: Funktionsschema eines Cochlea Implantates**

G. Friedrich, W. Bigenzahn, P. Zorowka (2005) Phoniatrie und Pädaudiologie, Einführung in die medizinischen, psychologischen und linguistischen Grundlagen von Stimme, Sprache und Gehör. 3. Auflage, Verlag Hans Huber, Bern, Göttingen, Toronto, Seattle, S. 404

**Abb.10.: Sprachbaum**

G. Friedrich, W. Bigenzahn, P. Zorowka (2005) Phoniatrie und Pädaudiologie, Einführung in die medizinischen, psychologischen und linguistischen Grundlagen von Stimme, Sprache und Gehör. 3. Auflage, Verlag Hans Huber, Bern, Göttingen, Toronto, Seattle, S. 239