

**COCHLEA IMPLANTATE,
KONVENTIONELLE HÖRGERÄTE
UND DIE AUDITIVE PERZEPTION
DER SPRACHE**



Janet Jones-Ullmann

Dissertationsthema:

COCHLEA IMPLANTATE, KONVENTIONELLE HÖRGERÄTE UND DIE AUDITIVE PERZEPTION DER SPRACHE:

Eine empirische Untersuchung der auditiven
Sprachperzeptionsfähigkeiten hörgeschädigter Kinder

Gutachter:

1. Frau Prof. Dr. G. Renzelberg,
Erziehungswissenschaften, Universität Hamburg

2. Herr Prof. Dr. K. Günther
Erziehungswissenschaften, Universität Hamburg

3. Herr Prof. Dr. R. Laszig
Universitätsklinik, Freiburg

Mündliche Prüfung: 04.12.02

**Lebenslauf der Verfasserin:
Janet Jones-Ullmann
(B.Ed., M.Sc., TD.)**

Geburtsdatum:	25.11.52
Geburtsort:	Wales, Großbritannien
Schulabschluss:	„A“ levels, Rhondda, Wales
1971-74:	Lehrerausbildung, Swansea College of Education
1975-80:	Lehrerin, Englisch als Fremdsprache Hamburg und München
1980-82:	Englischlehrerin im Auftrag des Deutschen Entwicklungsdienstes in Tansania, Ostafrika
1983-84:	Aufbaustudium: Hörgeschädigtenpädagogik, Oxford (T eacher of the D eaf)
1984-92:	Lehrerin für Hörgeschädigte, Coventry und Cardiff
1990-92:	Aufbaustudium: Linguistik (M.Sc)
1992-95:	Englisch Lehrerin: British Council, München
1995-99:	Wissenschaftliche Assistentin: Ludwig Maximilian Universität, München
Seit 1999:	Lehrerin für Hörgeschädigte:

Samuel-Heinicke-Schule für
Schwerhörige, München

Acknowledgements

I herewith wish to express my thanks to the many people who have supported my long-held ambition to complete a doctoral thesis within the area of auditory perception. The individuals and institutions listed below all contributed in different ways:

The RNID (Royal National Institute for the Deaf) Library, London whose excellent archives and prompt service provided me with access to practically any article I required.

The CID (Central Institute for the Deaf) St. Louis who offered advice and information on the selection of speech tests.

The participating institutions and individuals without whom this research would not have been possible:

- Freiburg Cochlear Implant Centre
- Straubing Cochlear Implant Centre
- Hannover Cochlear Implant Centre
- Dr. Karl-Kroiß-Schule für Gehörlose und Schwerhörige, Würzburg
- Zentrum für Hörgeschädigte (SVE) Nürnberg
- Schule für Schwerhörige, München
- The parents for giving their permission to test their children....
-and, above all, the children who (most of the time) patiently allowed a stranger to carry out tests when they could have been doing something far more interesting with their friends.

Dr. A. Yassouridis, statistician at the Max Planck Institute for Psychiatry, Munich for his help with the statistical analysis.

Finally, the person to whom I owe the most thanks and appreciation for his patience and endless practical support during the stressful periods implicit in the completion of a doctorate is my husband, Hans Ullmann. Both he and my three children deserve honorary doctorates.

My sincere thanks to all those mentioned above and to the many unnamed helpers whose assistance, however small, was greatly appreciated.

Thank you.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung

i

1. Hören, Hörschädigung und die auditive Perzeption der Sprache

1.1. Hören und Hörschädigung

1.1.1. Hören: Anatomie und Physiologie	1
1.1.2. Hörschädigung	5
1.1.2.1. Art des Hörverlustes	6
1.1.2.2. Grad des Hörverlustes	10
1.1.2.3. Verlauf der Hörschwelle	15
1.1.2.4. Eintritt des Hörverlustes	16

1.2. Auditive Perzeption der Sprache

1.2.1. Akustische Merkmale	23
1.2.2. Segmentale Merkmale	27
1.2.3. Suprasegmentale Merkmale	30

1.3. Auditive Sprachperzeption und sensorineuraler Hörverlust

1.3.1. Auditive Sprachperzeption und der Grad des Hörverlustes	34
1.3.2. Auditive Sprachperzeption segmentaler Sprachmerkmale	38

2. Sensorische Hilfen für die auditive perzeption der sprache

2.1. Konventionelle Hörgeräte

2.1.1. Historische Entwicklung	41
2.1.2. Komponenten und Funktionen	43
2.1.3. Grenzen des konventionellen Hörgerätes	47
2.1.4. Neue Entwicklungen	48

2.2. Cochlea Implantat

2.2.1. Komponenten und Hörvorgang	50
2.2.2. Historische Entwicklung	52
2.2.3. Nucleus 22 (Cochlear) und Combi 40 (Med EL)	60
2.2.3.1. Zahl der Kanäle	60
2.2.3.2. Sprachverarbeitungsstrategien	61
2.2.4. Pädiatrische Cochlea Implantation	64
2.2.5. Sprachperzeption und CI: Internationale Forschungsergebnisse	66
2.2.6. Grenzen des Cochlea Implantats	81
2.2.7. Neue Entwicklungen	82

Inhaltsverzeichnis

3. Empirische Untersuchung der auditiven Sprachperzeptionsfähigkeiten hörgeschädigter Kinder

3. Empirische Untersuchung	84	
3.1. Ziele		86
3.1.1. Methoden		89
3.1.2. Auswahl der Probanden	90	
3.1.3. Das Messinstrument	94	
3.1.3.1. Early Speech Perception Test (ESP)	96	
3.1.3.2. Voruntersuchung		101
3.1.4. Hauptuntersuchung		104
3.1.4.1. Die Testpersonen		105
3.1.4.2. Die Untersuchungen	109	
3.2. Ergebnisse		113
3.2.1. Gruppeninterne Untersuchungen: Gruppe A	113	
3.2.2. Gruppeninterne Untersuchungen: Gruppe B	123	
3.2.3. Vergleichsuntersuchungen: Gruppe A und Gruppe B	129	
3.2.4. Merkmale der Probanden in den Kategorien 4* und 1: Gruppe A	140	
3.2.5. Merkmale der Probanden in den Kategorien 4* und 1: Gruppe B	142	
3.3. Diskussion der Ergebnisse		145
3.3.1. Gruppeninterne Untersuchungen: Gruppe A		145
3.3.2. Gruppeninterne Untersuchungen: Gruppe B		149
3.3.3. Vergleichsuntersuchungen: Gruppe A und Gruppe B		151
3.4. Zusammenfassung und Schlussbemerkungen	157	
Abstract		161
Literaturverzeichnis		163
Anhang		173
Tabellenverzeichnis		194
Abbildungen		196

Einleitung

„In order to understand why and how hearing impairments have their effects upon receptive and expressive language ability, it is necessary to consider in detail our rather limited knowledge of auditory perception and auditory processing in the hearing-impaired.....This is a crucial interface, and the better it can be mapped, the more we will understand the why and how of the effects of hearing-impairment on language ability, and the greater the prospect of alleviating these effects by properly underpinned rehabilitative procedures“

(Bamford und Saunders, 1994: x)

Sensorineuraler Hörverlust und seine Auswirkungen auf die auditive Perzeption ist, wie Bamford und Saunders oben beschreiben, ein wenig verstandenes Gebiet. Wir sind zwar in der Lage immer komplizierter technische Systeme zur Unterstützung des Hörens zu entwickeln, sei es in der Form von digitalen Hörgeräten oder komplexen Sprachprozessoren. Unser Verständnis der sich dabei abspielenden auditiven Mechanismen und deren Einfluss auf die Sprachperzeption bleiben jedoch an der Oberfläche.

Um ein besseres Gleichgewicht zwischen den sich ergänzenden Kräften des technischen Wissens und den linguistischen Erkenntnissen zu erreichen, sind intensive Forschungsanstrengungen notwendig, welche wiederum eine fruchtbare und effektive Zusammenarbeit ermöglichen. Die vorliegende Arbeit soll einen kleinen Teil zu diesem Prozess beitragen.

Im Verlaufe dieses Projektes, (in dem die auditiven Perzeptionsfähigkeiten von 40 hörgeschädigten Kindern mit Hörgeräten oder Cochlea Implantat getestet wurden), wurde die Komplexität von Hörschädigungen immer deutlicher und die Schwächen der Tonaudiometrie traten immer offensichtlicher zu Tage.

Eine Anzahl von Kindern mit vergleichbar gutem Hörvermögen erreichten geringe Punktzahlen während andere, die sich an der Grenze zur Gehörlosigkeit befinden, mit die besten Resultate erzielten. In ähnlicher Weise erreichten einige Kinder mit sehr gutem Kommunikationsvermögen unterdurchschnittliche Ergebnisse, während andere, von denen ein

unkommunikatives Verhalten berichtet wurde, durchaus fortgeschrittene auditive Fähigkeiten demonstrierten.

Dies kann natürlich teilweise dadurch erklärt werden, dass auditive Sprachperzeption nur ein kleines Rädchen in dem Getriebe der Kommunikation ist. Andere Faktoren, wie z.B. der soziale und linguistische Hintergrund, die Persönlichkeit und die individuellen Fähigkeiten des Kindes, um nur ein paar zu nennen, spielen eine ebenso bedeutende Rolle in diesem Prozess. Auditive Perzeption stellt dennoch einen wesentlichen Schritt auf dem Weg zum Verständnis der gesprochenen Sprache und der Entwicklung kommunikativer Fähigkeiten dar.

Im Brennpunkt dieser Arbeit stand die auditive Sprachperzeption von zwei Gruppen hörgeschädigter Kinder im Alter zwischen ca. 4 und 7 Jahren. Beide Gruppen mit je 20 Probanden erfüllten die relativ strengen Auswahlkriterien (siehe 3.1.2.), die vom Autor als wesentlich betrachtet wurden, um zu aussagefähigen Ergebnissen zu gelangen. Der entscheidende Unterschied zwischen beiden Gruppen lag in der Art der Hörhilfe, die benutzt wurde:

GRUPPE A: COCHLEA IMPLANTAT

GRUPPE B: HÖRGERÄT

Auf der Basis der Ergebnisse erzielt im „Early Speech Perception Test“ (ESP, Moog and Geers 1990), wurden verschiedene Untersuchungen sowohl innerhalb der Gruppen als auch miteinander durchgeführt. Diese Untersuchungen bilden den zentralen Teil der in dieser Arbeit beschriebenen empirischen Forschung.

Diese Studie ist in 3 Bereiche aufgeteilt.

Im ersten Teil (Hören, Hörschädigung und die auditive Perzeption der Sprache) werden einige der differierenden Definitionen und Meinungen, die international festzustellen sind, dargestellt und diskutiert. Es wird deutlich, dass hier keine Übereinstimmung besteht.

Der zweite Teil beschäftigt sich mit den zwei hauptsächlich eingesetzten sensorischen Hilfen für die auditive Perzeption der Sprache: Konventionelle Hörgeräte und Cochlea Implantate. Anhand von technischen Informationen und Forschungsergebnissen wird die Komplexität bei der Amplifikation von akustischen Signalen, bzw. der Versuch die Funktion des Hörnervs mit

Elektroden zu ersetzen, beschrieben. Dies soll das Verständnis der Forschungsziele und Ergebnisse unterstützen.

Teil drei stellt die empirischen Untersuchungen und Ergebnisse dar.

Im Jahre 1997, als die erste praktische Planungsphase der Forschungsarbeit begann, war ich zuversichtlich, anhand der wachsenden Zahl jüngerer Implantat Kandidaten - trotz der strengen selbst festgesetzten Auswahlwahlkriterien - genügend mit CI versorgte Kindern für das Forschungsvorhaben zu gewinnen. Noch zuversichtlicher war ich bezüglich der schwerhörigen Probanden mit Hörgeräten.

Leider haben sich meine Erwartungen nicht erfüllt. Durch Mangel an Interesse und Offenheit seitens einiger Einrichtungen wurde die Suche nach den passenden Probanden erheblich erschwert. Die Tatsache, insgesamt 40 Kinder in die Endauswertung aufnehmen zu können, habe ich den Einrichtungen und Individuen, die mich unterstützten, zu danken. Ihre Hilfe hat mich ermutigt, trotz Schwierigkeiten und Verzögerungen weiter zu arbeiten.

Empirische Forschung im Bereich der Hörgeschädigtenpädagogik lebt von der Zusammenarbeit mit schulischen und therapeutischen Einrichtungen. Die Ergebnisse dieser Forschung dienen sowohl der Theorie als auch der Praxis.

Ich plädiere dafür, die Türen der Einrichtungen auch für externe Forschungsvorhaben weiter zu öffnen, um eine intensive Kooperation zu ermöglichen, die letztendlich den hörgeschädigten Kindern in unserer Obhut zugute kommen soll.

1.1. HÖREN UND HÖRSCHÄDIGUNG

1.1.1. Hören: Anatomie und Physiologie

Nachfolgende kurze Beschreibung der Anatomie und Physiologie des Hörens, dient dem grundlegenden Verständnis der auditiven Perzeption (1.2) und der Cochlea Implantation (2.2).

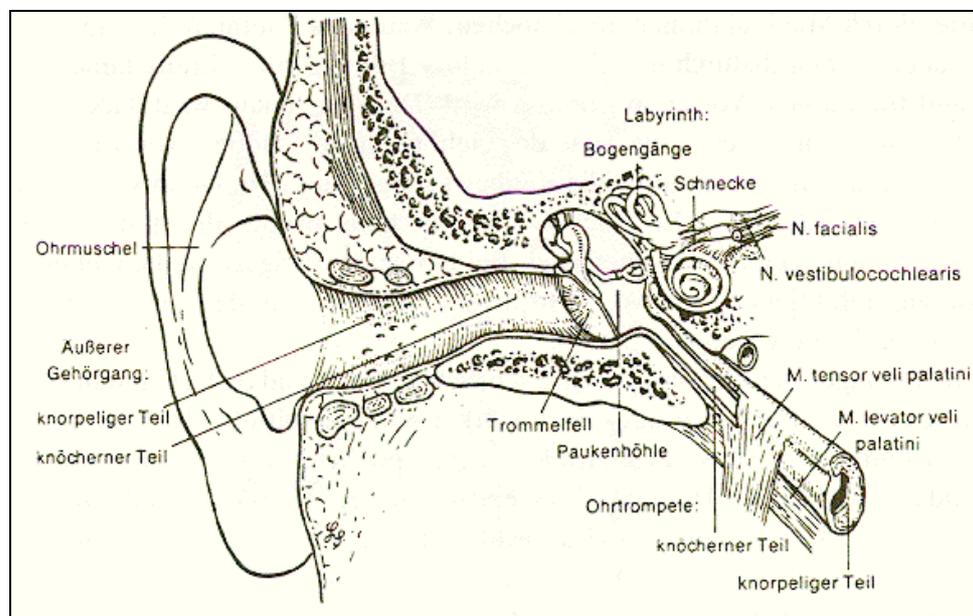
Eine ausführliche Beschreibung wird der Leser in Davis und Silverman 1978, Calvert und Silverman 1983, und Plath 1992 finden.

Die Anatomie des Ohres

Die Anatomie des Ohres gliedert sich in drei Teile:

- das Außenohr mit Gehörgang
- das Mittelohr
- das Innenohr

Abb.1: Die Struktur des Ohres (Jussen und Claußen 1991:33)



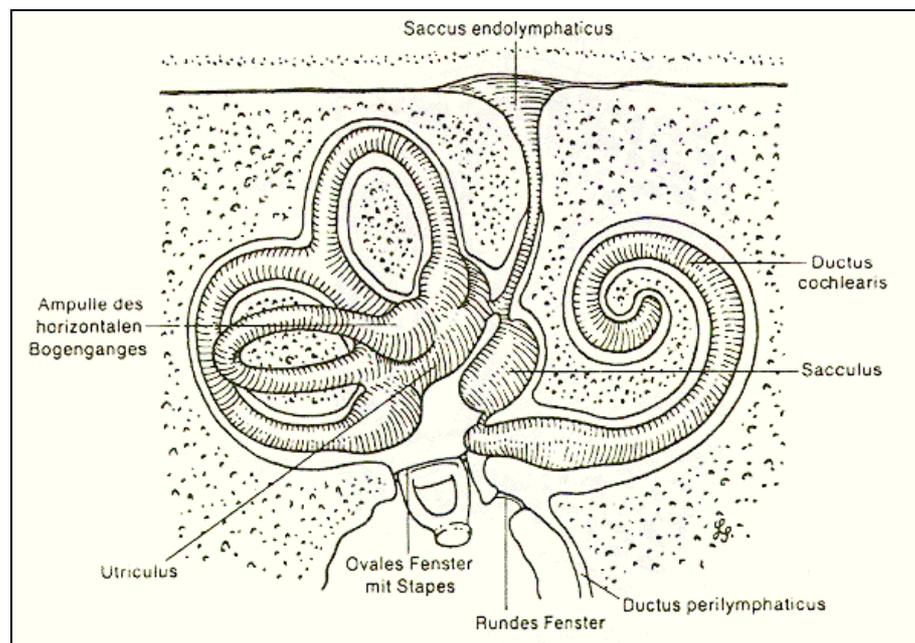
Das Außenohr: Das äußere Ohr leitet die akustische Energie in den Gehörgang. Obwohl sie die Sensibilität bei hohen Frequenzen unterstützt,

ist die Ohrmuschel, vom Standpunkt der Akustik, für den Menschen relativ unwichtig. Der Gehörgang variiert in Form und Größe von einem Menschen zum anderen. In manchen Fällen ist er fast rund, in anderen nicht viel mehr als ein Schlitz.

Das Mittelohr: Im Mittelohr befindet sich das Trommelfell, dahinter liegend ein mit Luft gefüllter Raum sowie die sehr kleinen Gehörknöchelchen (Amboss, Maleus, Steigbügel).

Das Innenohr: Das Innenohr umfasst eine Reihe von komplizierten Kanälen und Bogengängen, das Labyrinth.

Abb.2: Das Innenohr (Jussen und Claußen 1991: 36)



Die Kanäle sind mit einer klaren, wasserähnlichen Flüssigkeit gefüllt, in der sich die Sinneszellen (mit ihren unterstützenden Strukturen) befinden. Der zentrale Teil (Scala vestibuli) verbindet die Schneckenwindungen des Hörorganes mit den Bogengängen. Die Cochlea ist von schneckenartiger Form und besteht aus einer Spirale von zweieinhalb Windungen.

Der darin enthaltene ca. 35mm lange Kanal endet in dem Apex. Auf der Basilarmembran innerhalb der Cochlea befindet sich das Cortische Organ mit seinen Sinneszellen (Sinneshärchen).

Die Physiologie des Hörens

Der Hörvorgang erfolgt in zwei Phasen:

- Die Leitung der Schallwellen zum Perzeptionsmechanismus.
- Der Perzeptionsmechanismus, welcher den Schall analysiert.

Die Leitung der Schallwellen: Der Schall wird über die Luft in den Gehörgang geleitet und über den Mittelohrraum von den Gehörknöchelchen zum ovalen Fenster übertragen. (Obwohl dies die primäre Route darstellt, kann Schall auch direkt durch die Knochen des Schädels geleitet werden). Sobald die Schallwellen das Trommelfell erreichen, beginnt dieses zu schwingen. Die Schwingung wird durch den Malleus an der Innenfläche des Trommelfells zum Mittelohr weitergeleitet und gelangt über die Gehörknöchelchen zum Stapes. Die nach innen gerichtete Bewegung der Fußplatte der Stapes leitet die Schallwellen über den oberen Gang der Scala vestibuli zur Cochlea. Die Bewegung der Flüssigkeit in der Cochlea bringt die Basilar-membran und das sich darauf befindende Cortische Organ zur Vibration. Hier endet der Prozess der Leitung und die Perzeption beginnt.

Die Perzeption der Schallwellen: In der Cochlea befindet sich das Hörorgan. Hier werden die Schallwellen zunächst in entsprechende Frequenzen geordnet, bevor sie zur Speicherung und Interpretation in die höheren Zentren des Gehirns gelangen.

- Die Vibrationen in der Basilarmembran, in Form einer Wanderwelle, beginnen an der Basis der Cochlea und wandern zum Apex. Hier wird die mechanische Energie der Schallwellen in elektrische Impulse in Form von

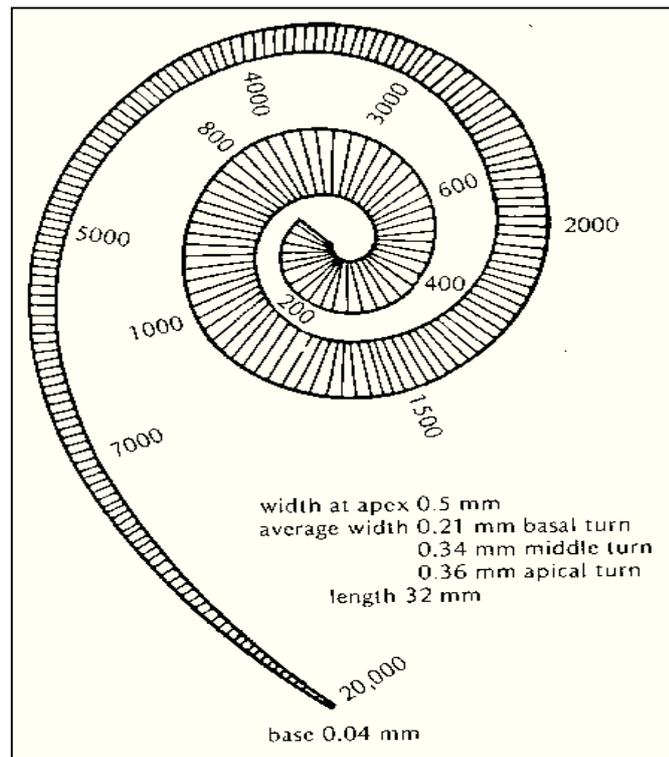
Nervenpotentialen umgewandelt. Der Punkt, an dem der Schall seine maximale Amplitude erreicht, wird von der Frequenz des Tones bestimmt:

- Hohe Frequenzen verursachen kürzere Wanderwellen und enden in den basalen Windungen der Cochlea.
- Tiefe Frequenzen verursachen längere Wanderwellen, mit einer maximalen Amplitude nahe dem Apex.

Dies wird in Abbildung 3 deutlich:

Abb.3: Die Frequenzbereiche in der Cochlea

(Davis und Silverman 1978: 58)



Die Vibrationen, verursacht durch die Wanderwellen, führen zur Verschiebung der Sinneshärchen (häufig als Wever-Bray-Phänomen bezeichnet), wobei Frequenz und Wellenform der stimulierenden

Schallwellen reproduziert werden, was wiederum die Stimulierung des auditiven Nervs hervorruft.

1.1.2. Hörschädigung

„At the outset, it should be acknowledged that any attempt to provide complete and accurate descriptions of deafness and deaf people is unlikely to succeed“ (Marschark, 1993: 11)

Die Begriffe „Gehörlosigkeit“ und „Hörschädigung“ sind, wie Marschark oben andeutet, schwer zu definieren. Dies liegt unter anderem an der Verschiedenartigkeit der Hörgeschädigten als Gruppe, der Komplexität der Rahmenbedingungen (u.a. der familiären und linguistischen Situation, persönlichen, sozialen und kognitiven Faktoren usw.) und nicht zuletzt hängt es auch vom Standpunkt des Autors ab.

Die Literatur zeigt eine Vielzahl von auseinander gehenden Definitionen, welche die unterschiedlichen Ausgangspunkte der Autoren aufzeigen. Braden (1994: 25) z.B. schlägt eine „funktionale“ Definition im Rahmen des Spracherwerbs vor; Davis und Silverman (1978: 88) führen soziale Kriterien ein und benutzen den Begriff „sozial gehörlos“; Jackson (in Hull, 1997:37) stellt ein psychosoziales und ökonomisches Profil von Gehörlosigkeit vor; Fischer und Lane (1993: 482) verwerfen die traditionellen medizinischen und audiologischen Definitionen und bieten stattdessen ein „kulturelles Modell“ an.

Im Vorwort zu ihrem Buch über Hören und Gehörlosigkeit heben Davis und Silverman (1978:v) die Komplexität hervor, die mit dem Definitionsprozess verbunden ist. Sie beginnen mit der Frage: *„Was ist Gehörlosigkeit wirklich?“* Ihre eigenen Antworten darauf sind unter anderem: eine Zahl auf einer Dezibel-Skala; eine spezielle Form der

Kommunikation; eine Kristallisation der Einstellungen einer bestimmten Gruppe; eine Behinderung, die besiegt werden muss; die teilweise Isolierung von der realen Welt usw.

Sie stellen fest, dass alle diese Beschreibungen berechtigt sind und dass eine spezifische Definition von Gehörlosigkeit vom Hintergrund, von den Motiven, sowie von den Zielen des Autors/Forschers abhängt.

Die Zielrichtung dieser Arbeit liegt allein auf dem Gebiet der auditiven Sprachperzeption. Die für diese Studie relevanten Definitionen stammen daher, ohne die Bedeutung der psychologischen, kulturellen und sozialen Aspekte der Hörschädigung herabsetzen zu wollen, aus dem Bereich der Audiologie und der Linguistik.

Audiologische Definitionen von Hörschädigung

Auch im Bereich der Audiologie gibt es keine generell gültige Definition von Gehörlosigkeit und Schwerhörigkeit.

Einige Autoren bezeichnen die Grenze zwischen hochgradiger Schwerhörigkeit und Gehörlosigkeit als den Bereich, in dem das Auge die Hauptverbindung des Kindes zur Welt darstellt. (Quigley und Paul, 1984: 1). Dieser Wechsel vom Hören zum Sehen liegt bei ca. 90 dB Hörverlust (Ling 1989; Conrad 1979; Braden 1994).

Andere Autoren beschreiben den Unterschied zwischen schwerhörigen und gehörlosen Kindern auf der Basis der Sprachanbahnung. So bezeichnen Rodda und Grove (1987:1) Kinder als schwerhörig, die zwar in ihrem Hörvermögen beeinträchtigt sind, deren Sprachentwicklung jedoch im Vergleich zum hörenden Kind auf ähnliche Weise, wenn auch verlangsamt, abläuft.

Die grundlegenden audiologischen Eigenschaften einer Hörschädigung werden durch vier Kriterien beschrieben: die Art, der Grad, der Verlauf der Hörschwelle und der Eintritt des Verlustes:

1.1.2.1. Art des Hörverlustes

Über die Art des Hörverlustes besteht Übereinkunft.

Die Mehrheit der Autoren (Braden, 1994, Calvert und Silverman, 1978, Ballantyne, 1977) unterscheiden zwischen zwei Arten, nämlich Schalleitungs- und Schallempfindungsstörungen und einer dritten „gemischten“ Form, einer Kombination der beiden.

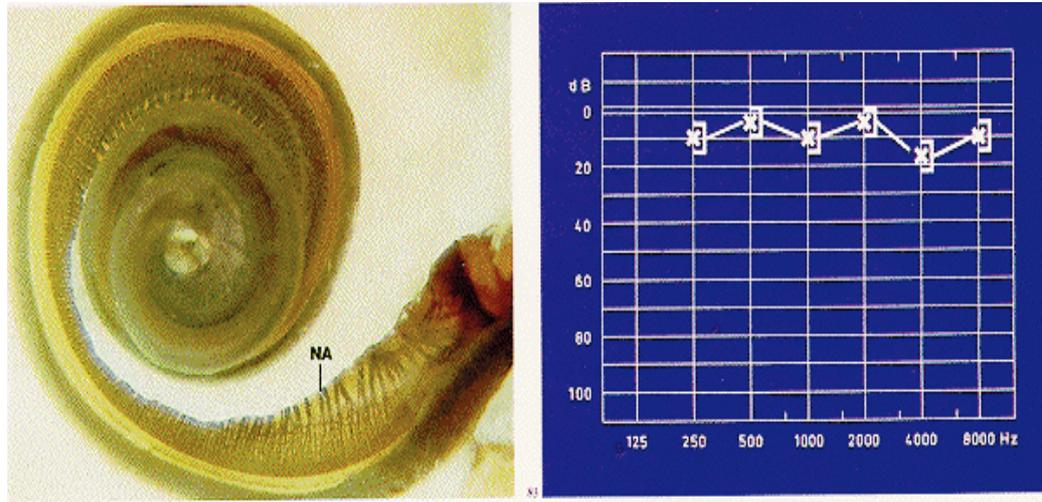
Schalleitungsstörungen: Hier wird der Verlust durch Probleme im Leitungssystem verursacht, wie z.B. die Blockierung des auditiven Kanals, Risse im Trommelfell oder Verkalkung der Mittelohr-knöchelchen. Dies führt zu Verzerrung und verminderter Sensibilität gegenüber dem Schall. Ursachen für Schalleitungsstörungen sind u.a. Verformungen im Gehörgang, Sklerose des Trommelfells, akute oder chronische Entzündung des Mittelohrraumes und Otitis Media.

Diese Art der Beeinträchtigung ist meist weniger schwer und kann oft medizinisch behandelt, gelindert oder umgangen werden (z.B. über Knochenleitung).

Schallempfindungsstörungen: Der zweite Bereich, in dem das Hören beeinträchtigt werden kann, vollzieht sich bei der Umwandlung von Bewegung in neurale Impulse. Schallempfindungsverluste können in der Cochlea selbst vorkommen (sensorisch) oder im auditiven Nerv (neural), der die Cochlea mit dem Gehirn verbindet.

Die folgenden Abbildungen zeigen eine normale Cochlea mit allen intakten äußeren und inneren Haarzellen (4a) und eine Cochlea mit

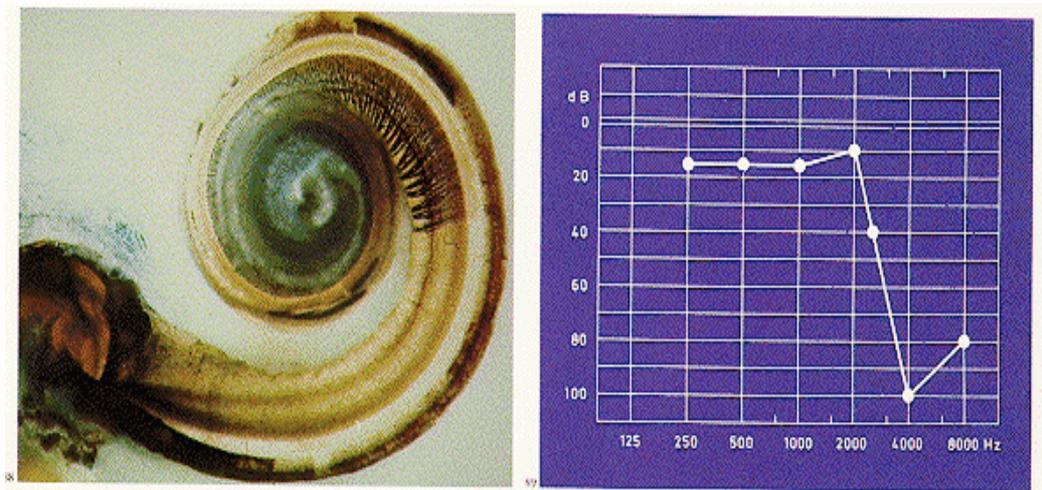
Abb.4a: Normale Cochlea (Van het Schip 1983: 38)



geschädigten Haarzellen und Hörverlust in den hohen Frequenzen. (4b)

Abb.4b: Cochlea mit Verlust von Haarzellen

(Van het Schip 1983: 39)



Bei cochleären Hörstörungen werden leise Signale schlecht oder gar nicht gehört und laute Geräusche als unangenehm empfunden (siehe Rekrutment unten).

Typisch für eine neurale Störung ist die verminderte Sensibilität für Unterschiede im Bereich der Lautstärke. Laute Signale werden nur sehr leise oder gar nicht wahrgenommen, und bei höheren auditiven Belastungen kann eine pathologische Ermüdung auftreten (Plath 1992).

Die Ursachen der Schallempfindlichkeitsstörungen sind zahlreich, z.B.:

- genetische Fehler
- pränatal (z.B. Rubella, Herpes)
- perinatal (z.B. Frühgeburt, Anoxie, Atemprobleme)
- postnatal (z.B. Masern, Meningitis, Mumps).

Calvert und Silverman (1983) beschreiben die zwei wesentlichen Unterschiede zwischen Schalleitungs- und Schallempfindungsstörungen als Parakusis und Rekrutment.

Parakusis ist typisch für einen Schalleitungsverlust, der oft in Verbindung mit der Otosklerose auftritt. Er wird als die Fähigkeit beschrieben, in lauten Umgebungen besser hören zu können als in ruhigen. Die genauen Mechanismen dieses Phänomens können nicht vollständig erklärt werden. Calvert und Silverman (1983) bieten eine mögliche Erläuterung an: Menschen mit einem Schalleitungsverlust bleiben relativ unberührt von Nebengeräuschen. In einer lauten Umgebung erhebt der Gesprächspartner automatisch und unbewusst die Stimme und erhöht dadurch die Lautstärke. Diese Zunahme an Intensität ist besser hörbar für Menschen mit einem Schalleitungsverlust.

Rekrutment: Schallempfindungsstörungen verursachen eine grundsätzlich andere Reaktion auf Lautstärke. Für diese Menschen kann hohe Lautstärke als unangenehm, sogar als schmerzhaft empfunden werden. Dabei wird Schall mit niedriger Intensität kaum oder gar nicht wahrgenommen, aber eine relativ geringe Steigerung der Intensität wird disproportional verstärkt erlebt. Innerhalb der Sprache treten plötzliche und schnelle Zunahmen der Lautstärke auf. (Wie in 1.2.1. erklärt wird, kann der Unterschied zwischen dem leisesten und dem lautesten Signal bis zu ca. 28dB betragen).

Einige Autoren (Bamford und Saunders, 1994; Quigley und Paul, 1984; Hull, 1997) geben noch eine weitere Kategorie an, nämlich die **zentrale Hörschädigung** („central hearing loss“)

Quigley und Paul (1984) beschreiben die zentrale Hörschädigung (auch als „zentraler Wahrnehmungsverlust“ bezeichnet) als Ergebnis eines Schadens am auditiven Cortex oder am auditiven Nerv, der sensorische Informationen vom Innenohr zum auditiven Cortex übermittelt. Bamford und Saunders (1994) benutzen den Begriff **zentrale auditive Dysfunktion** („central auditory disfunction“). Hierbei kann die Hörschwelle im Tonaudiogramm durchaus normal verlaufen, einige komplexere Perzeptions- und interaktive Prozesse sind jedoch gestört. Dies kann bei ungünstigen auditiven Bedingungen (z.B. exzessive Nebengeräusche) zu Schwierigkeiten in der Perzeption von Sprache führen.

Allerdings sind hier die Ursachen, Erkennungsmerkmale, Messmöglichkeiten und Behandlungsmethoden noch unklar und umstritten (Bamford und Saunders, 1994).

1.1.2.2. Grad des Hörverlustes

Zur Bestimmung des Grades des Hörverlustes findet man in der Literatur weit auseinander gehende Meinungen. Die häufigste Form die Hörschädigung zu messen ist die Tonaudiometrie. Obwohl in der klinischen Audiologie weit verbreitet, ist das Tonaudiogramm nur eine Form der Hörmessung. In Anbetracht der Komplexität von Sprachsignalen ist ein Tonaudiogramm nur begrenzt als Indikation der potentiellen Sprachfähigkeit des hörgeschädigten Menschen einsetzbar. Hierzu eignet sich eher die Sprachaudiometrie (Ling 1989; Bamford und Saunders, 1994).

Hinzu kommt, dass die spezifische Situation des Kindes eine wichtige Rolle in seiner Entwicklung spielt. Unter bestimmten günstigen Voraussetzungen kann ein Kind mit einem Hörverlust über 90dB als

schwerhörig fungieren. Auf ähnliche Weise kann ein Kind mit einem geringeren Verlust als 90dB die typischerweise von einem gehörlosen Kind erwarteten linguistischen und kommunikativen Fähigkeiten aufweisen. Trotz ihrer Schwächen bleibt die Tonaudiometrie dennoch die am meisten genutzte Methode, die ein gewisses Maß an Vergleichsmöglichkeiten bietet.

Sogar innerhalb des relativ engen Rahmens der Tonaudiometrie gibt es jedoch eine große Bandbreite an unterschiedlichen Meinungen und audiologischen Kategorien.

Ein frühes Beispiel dafür wird im folgenden Vergleich der Kategorien, die in den 60er Jahre international üblich waren, aufgeführt:

Tab.1: *ASA und *ISO Kategorien des Hörverlustes (1966)

(*ASA: American Standards Association

*ISO: International Standards Organisation)

DEGREE OF HANDICAP	*ASA	*ISO
SLIGHT	16-29dB	27-40dB
MILD	30-44dB	41-55dB
MARKED	45-59dB	56-70dB
SEVERE	60-79dB	71-90dB
EXTREME	80dB or more	91dB or more

(Quigley und Paul 1984: 4-5)

Obwohl die Meinungen zur Kategorisierung des Hörverlustes heutzutage nicht so weit auseinander gehen, wie es in Tabelle 1 der Fall ist, bleiben eine bedeutende Anzahl wichtiger Unterschiede weiterhin bestehen.

Lindner (1992) teilt den Grad des Hörverlustes wie folgt ein:

Tab. 2: Audiologische Kategorien nach Lindner

-MITTELGRADIGE SCHWERHÖRIGKEIT:	ca. 40dB-60dB Verlust*
- STARKE SCHWERHÖRIGKEIT:	um 70dB Verlust*
- HOCHGRADIGE SCHWERHÖRIGKEIT:	ca. 70dB-90dB Verlust*
- GEHÖRLOSIGKEIT:	ab 90dB Verlust*
* Im Hauptsprachbereich d.h. zwischen 500-4000Hz	
(Lindner, 1992: 161-162)	

Löwe, (1992) stimmt mit Lindner im Bereich des leichten bis mittleren Hörverlustes überein, unterscheidet sich aber in den Bereichen der hochgradige Schwerhörigkeit und der Gehörlosigkeit:

Tab.3: Audiologische Kategorien nach Löwe

- HOCHGRADIGE SCHWERHÖRIGKEIT:	70dB-90dB Verlust
- AN TAUBHEIT GRENZENDEN SCHWERHÖRIGKEIT:	Über 85dB Verlust
- GEHÖRLOSIGKEIT:	Ab 100db Verlust
(Löwe, 1992: 16-17)	

Wirth (1994) unterscheidet wie folgt:

Tab.4: Audiologische Kategorien nach Wirth

- GERING- BIS MITTELGRADIGE SCHWERHÖRIGKEIT:	41dB-58dB
- MITTELGRADIGE SCHWERHÖRIGKEIT:	41dB-70dB
- MITTEL- BIS HOCHGRADIGE SCHWERHÖRIGKEIT :	56dB-70dB
- HOCHGRADIGE SCHWERHÖRIGKEIT:	71dB-90dB
- HOCHGRADIGE, AN TAUBHEIT GRENZENDE	

SCHWERHÖRIGKEIT:	ab 91dB
- RESTHÖRIGKEIT:	keine audiologischen Angaben
- GEHÖRLOSIGKEIT:	keine audiologischen Angaben

(Wirth, 1994: 264-266)

Wirths Kategorien von gering- über mittelgradige bis hochgradige Schwerhörigkeit überlappen sich in verschiedener (und etwas verwirrender) Weise von 41-70dB Verlust. Darüber hinaus beginnt seine Kategorie „an Taubheit grenzende Schwerhörigkeit „ bei 91dB (vgl. Löwe: ab 85dB). Obwohl Wirth keine genaueren Angaben zur Gehörlosigkeit bietet, schreibt er Folgendes:

„Von Gehörlosigkeit sollte dann bei einem Kind gesprochen werden, wenn bei besonders schlechter Hörschwellenkurve mehrfache (!)..... Hörgeräte Anpassungen im Rahmen der Rehabilitationsmaßnahmen fehlschlagen“ (Wirth 1994: 265-266).

Bei Hull (1997) liegt der Unterschied vor allem in seiner Definition des geringen- und mittelgradigen Hörverlustes (vgl. Lindner und Wirth). Er unterteilt die hochgradige Hörschädigung in zwei Bereiche (55-69dB und 70- 89dB):

Tab.5: Audiologische Kategorien nach Hull

ESSENTIALLY NORMAL:	0-24dB
MILD:	25-39dB
MODERATE:	40-54dB
MODERATELY SEVERE:	55-69dB
SEVERE:	70-89dB
PROFOUND:	90dB+
	(Hull 1997: 26)

Die audiologischen Kategorien der „British Association of Teachers of the Deaf“ (BATOD) unterscheiden sich erheblich von denen der meisten anderen Autoren vor allem im Bereich der Gehörlosigkeit:

Tab.6: Audiologische Kategorien nach BATOD

SLIGHTLY HEARING-IMPAIRED:	average hearing loss, regardless of age at onset, does not exceed 40dBHL.
MODERATELY HEARING-IMPAIRED:	average hearing loss regardless of age at onset, from 41dB-70dBHL
SEVERELY HEARING-IMPAIRED:	average hearing loss 71- 95dBHL (prelingual) and those with a greater loss who acquired the loss after 18 months of age (postlingual)
PROFOUNDLY HEARING-IMPAIRED:	average loss of 96dB or greater acquired before the age of 18 months.
(BATOD, 1985. In Gregory und Hartley 1994: 110-112)	

Außer deutlichen Unterschieden im Bereich der hochgradigen Schwerhörigkeit und der Gehörlosigkeit, liegt hier eine weitere Differenz in der Berücksichtigung des Alters beim Eintritt der Hörschädigung. So wird z.B. ein Kind, das nach dem Alter von 18 Monaten ertaubte, als hochgradig hörgeschädigt (und nicht gehörlos) bezeichnet, auch wenn der Hörverlust größer ist als 96dB.

Boothroyd (in Tyler 1993) bietet eine differenzierte Beschreibung von Gehörlosigkeit an, wobei er zwischen vier Stufen auf der Basis von zwei Komponenten der auditiven Perzeption unterscheidet:

Hörverlust: Zwischen 90 und 120 dB Verlust. Hörverlust größer als 120 dB wird als „absolut gehörlos“ (totally deaf) definiert.

Dynamischer Bereich: Der Unterschied in Dezibel zwischen der Hörschwelle und der Unbehaglichkeitsschwelle.

Unter dieser Voraussetzung unterscheidet Boothroyd zwischen folgenden Kategorien der Gehörlosigkeit:

Tab.7: Audiologische Kategorien nach Boothroyd

CATEGORY 1: Profoundly deaf people with considerable auditory capacity

Hearing-loss: ca 90dB
Dynamic range: ca 30dB

CATEGORY 2: Profoundly deaf people with moderate auditory capacity

Hearing-loss: ca. 100dB
Dynamic range: ca. 20dB

CATEGORY 3: Profoundly deaf people with minimal auditory capacity

Hearing-loss: Region of 110dB
Dynamic range: ca. 10dB

CATEGORY 4: Profoundly deaf people with no auditory capacity

Hearing-loss: ca 120dB
Dynamic range: close to zero

(Boothroyd in Tyler, 1993: 7- 9)

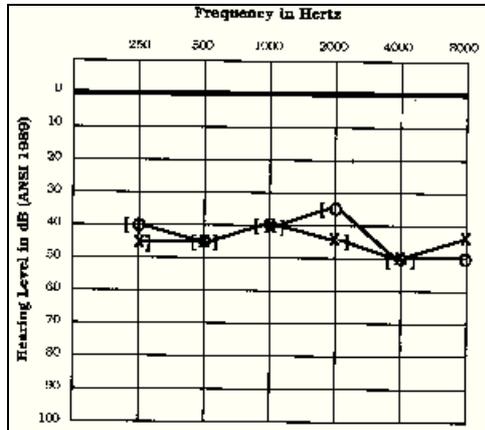
Diese kurzen Beispiele aus der Literatur lassen klar erkennen, dass keine Übereinstimmung darin besteht, wie der Grad des Hörverlustes zu definieren ist.

1.1.2.3. Verlauf der Hörschwelle

Zusätzlich zum Grad und der Art des Verlustes ist der Verlauf der Hörschwelle ein wichtiger Faktor. Die Differenz zwischen der Knochenleitungs- und Luftleitungs-Hörschwelle wird häufig als Schalleitungskomponente bezeichnet (Böhme und Welzl-Müller 1988). Diese Differenz gibt Auskunft über die Zufuhr von Schallwellen zum Innenohr und daher über die Art der Hörschädigung (ob Schalleitungs- Schallempfindungs- oder kombinierte Schwerhörigkeit). Hull (1997) beschreibt die verschiedenen Formen der Hörschädigung in Bezug auf die Konfiguration der Hörkurve wie folgt:

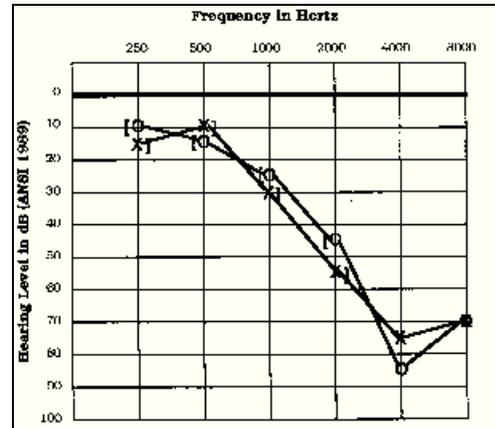
Abb.5a, 5b, 5c, und 5d.: Hörkurven (Hull 1997: 28-31)

5a. Frequenzunabhängiger Verlust



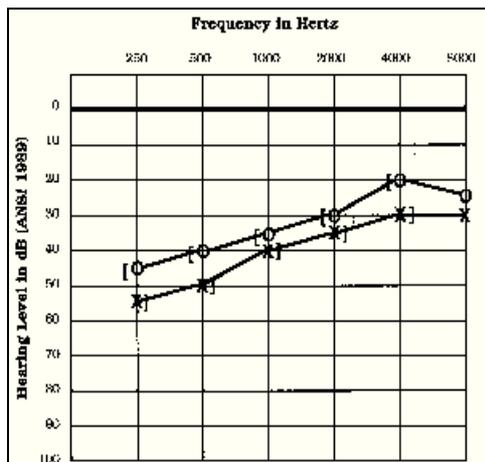
5a. Hier besteht relativ wenig Unterschied in den verschiedenen Frequenzbereichen.

5b. Hochtonverlust



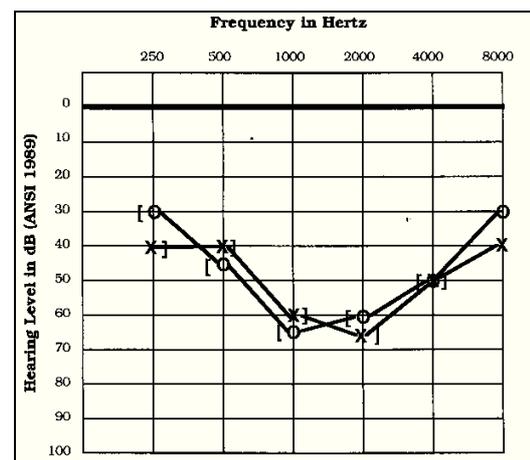
5b. Hier liegt der Verlust vorwiegend im Hochtonbereich.

5c. Tieftonverlust:



5c. Diese Hörkurve weist eine verminderte Hörfähigkeit im Tieftonbereich auf. Diese Art von Hörverlust ist ungewöhnlich und verursacht

5d. Mitteltonverlust



5d. Hier weist die Hörkurve eine verminderte Hörfähigkeit im Mitteltonbereich auf

die wenigsten perzeptiven Problemen.

Böhme und Weltzl-Müller (1988) weisen auf eine weitere Hörkurve hin, eine Hörsenke, wobei die Sensibilität im Frequenzbereich zwischen 3000-6000Hz typischerweise gestört ist. Dieser Verlust tritt häufig als Folge von Lärmschädigung auf.

1.1.2.4. Eintritt des Hörverlustes

Die Hauptbereiche, zwischen denen hier unterschieden werden muss, sind angeborene und erworbene Hörstörungen.

Angeborene Hörstörungen entstehen vor oder während der Geburt.

Erworbene Hörstörungen beziehen sich auf den Eintritt des Hörverlustes bei einem Kind oder einem Erwachsenen, welche mit normalen Hörfähigkeiten geboren wurden. Zusätzlich zu diesen zwei Hauptkategorien gibt es noch **progredivente** Hörstörungen, wobei das Kind mit keinem oder geringem Hörverlust geboren wurde, der Grad sich aber mit zunehmendem Alter vergrößert.

Ein erworbener Hörverlust kann vor dem Spracherwerb (**prälingual**), oder nach dem Spracherwerb (**postlingual**) eintreten. Die Interpretation des Begriffes „prälingual“ ist jedoch umstritten und bedarf näherer Betrachtung.

Prälingualer Hörverlust

„Because the point at which language emerges varies considerably among normal children, the point at which language is „acquired „ cannot be accurately defined. It is therefore difficult to quantify the distinction between prelingual and postlingual onset“

(Braden, 1994: 25)

Die Trennlinie zwischen prälingual und postlingual ist schwer zu definieren (Braden, 1994). Der Begriff „prälingual hörgeschädigt“ wird in der Literatur unterschiedlich behandelt und weist auf die Schwierigkeiten bei der Definition hin. Die unten aufgeführten Beispiele verdeutlichen diese unterschiedlichen Auffassungen:

- **Bench, (1992: 24)** beschreibt Hörschädigung als prälingual, wenn sie bei oder kurz nach der Geburt eintritt.
- **Boothroyd (in Tyler 1993: 16)** unterscheidet zwischen frühem (von Geburt bis zu einem Jahr) und spätem (1-3 Jahre alt) prälingualem Hörverlust.
- **Tye-Murray et al (1995a: 328)** und **BATOD (in Gregory und Hartley 1994: 112)** setzen dabei den Beginn der Hörschädigung nicht später als 18 Monate an.
- **Quigley und Paul (1984: 3)** bezeichnen Hörschädigung als prälingual, wenn sie vor dem Alter von zwei Jahren eintritt.
- **Löwe (1992: 14)** spricht von einer prälingualen Hörschädigung, die im „Säuglings-oder Kleinkindesalter“ eintritt.
- **Wisotzki (1994: 49)** spricht von einem prälingualem Hörschaden vor der Vollendung des vierten Lebensjahres.
- **Wirth (1994: 104)** beschreibt die Phase des Spracherwerbs als die zwischen 1,6 und 4 Jahren.

Die Gründe für die verschiedenen Meinungen, die sich in den oben angeführten Aussagen ausdrücken, liegen zum Teil am Verständnis der sprachlichen Entwicklung und den Komponenten, die in den Definitionen der verschiedenen Autoren enthalten sind. Die Definitionen von Wisotzki und Wirth z.B. umfassen die hervortretende Grammatik und Syntax sowie die Sprachproduktion in ihren Parametern, während die von Bench oder Tye-Murray sich primär mit der Perzeption befassen.

Einige Autoren halten auch die pränatalen Einflüsse für wichtig und behaupten, dass Säuglinge schon in den ersten Wochen und Monaten viele Sprachsignale erkennen können (Bamford und Saunders 1994,

Alegria und Noirod 1978, Quigley und Paul 1984). Dennoch erscheint die Definition von Bench „kurz nach der Geburt“ als unklar und zu früh, denn dementsprechend wäre auch postlingual kurz nach der Geburt. Diese Auffassung scheint etwas gewagt zu sein, da der Gebrauch der Sprache als Hauptkommunikationsmittel in den ersten Monaten noch nicht gefestigt ist. In diesem Alter ist die nicht-verbale Kommunikation von größerer Bedeutung.

Obwohl Boothroyds Kategorien bei seiner Unterscheidung zwischen früher und später prälingualer Hörschädigung bis zum Alter von 3 Jahren reichen, so fügt er hinzu, dass die linguistische Erfahrung der Kinder in den ersten drei Jahren die zukünftige Entwicklung des gehörlosen Kindes erheblich fördert. Gemäß Boothroyd kann nur dann angenommen werden, dass keine sprachlichen Vorkenntnisse in die weitere Entwicklung miteingebracht werden, wenn das Kind gehörlos geboren oder innerhalb des ersten Lebensjahres gehörlos wird.

Zwischen dem Alter von 18 Monaten und zwei Jahren produzieren viele Kinder schon zwei oder drei zusammenhängende Wörter, und bis Ende des zweiten Lebensjahres sind Mehrwortäußerungen bereits vorhanden (Becker und Becker 1993). Die Grenzlinie von 2 Jahren, die von Quigley und Paul vorgeschlagen wird, erscheint daher als etwas spät.

Die von Wisotzki angewandten und bei Wirth implizierten Definitionen werden ebenfalls in ihrem zeitlichen Ansatz für zu spät gehalten. Im Alter von 4 Jahren verstehen und produzieren die Kinder bereits komplexe Äußerungen und die Bereiche der Syntax, des Wortschatzes und der Phonologie, obwohl noch in der Entwicklung, sind durchaus im Sprachrepertoire des Kindes etabliert (Szagun 1991). Zwischen dem Alter von 3 und 4 Jahren wird die Syntax gefestigt, die Konjunktion „dass“ ist vorhanden und auch die Formen der Deklination und Konjugation festigen sich (Becker und Becker 1993). Zu diesem Zeitpunkt ist die Sprache als wichtigste Form der Kommunikation fest integriert. Die bereits erworbenen linguistischen Erfahrungen sind für ein Kind, welches in diesem Alter eine

Hörschädigung erleidet, von großer Bedeutung. (BATOD 1985, Boothroyd in Tyler 1993).

Aus den oben erwähnten Gründen werden die Definitionen von Tye-Murray (1995) und BATOD (1985), in dem eine Hörschädigung als prälingual bezeichnet wird, wenn sie vor dem Alter von 18 Monaten eintritt, von der Verfasserin als die zutreffendste betrachtet.

Die in dieser Studie angewandten audiologischen Parameter werden unter Punkt 3.1.2. erläutert.

1.2. AUDITIVE PERZEPTION DER SPRACHE

Die Perzeption der Sprache spielt für den Säugling innerhalb der ersten Stunden bzw. Tage nach der Geburt eine einzigartige und wichtige Rolle. Es wird berichtet, dass bereits Neugeborene Sprachsignale von anderen Schallsignalen unterscheiden können (Algeria und Noirot, 1978), früh eine Bevorzugung für die Stimme der Mutter gegenüber anderen weiblichen Stimmen zeigen (De Caspar und Fife, 1980) und bereits im Alter von vier

Monaten einen Unterschied zwischen der Anwesenheit oder Abwesenheit von Vokalen erkennen können (Quigley und Paul, 1984).

In den letzten 25 Jahren hat das Forschungsinteresse an der Sprachentwicklung des Kindes stark zugenommen. Davis und Silverman beschrieben schon 1978 die wichtigsten Bereiche der Sprachanalyse:

Akustik: Die Beziehung zwischen den Vibrations- und Resonanzmechanismen des Körpers und den akustischen Eigenschaften von Sprachschall, nämlich Frequenz, Intensität und Dauer.

Physiologie: Die Interaktion von Muskeln, Knorpeln und Knochen und/oder neurologischer Aktivität.

Psycholinguistik: Die Verknüpfung der Sprache mit der Persönlichkeit, Motivation, Aufmerksamkeit, Wahrnehmung, Erkennung und Gedächtnis.

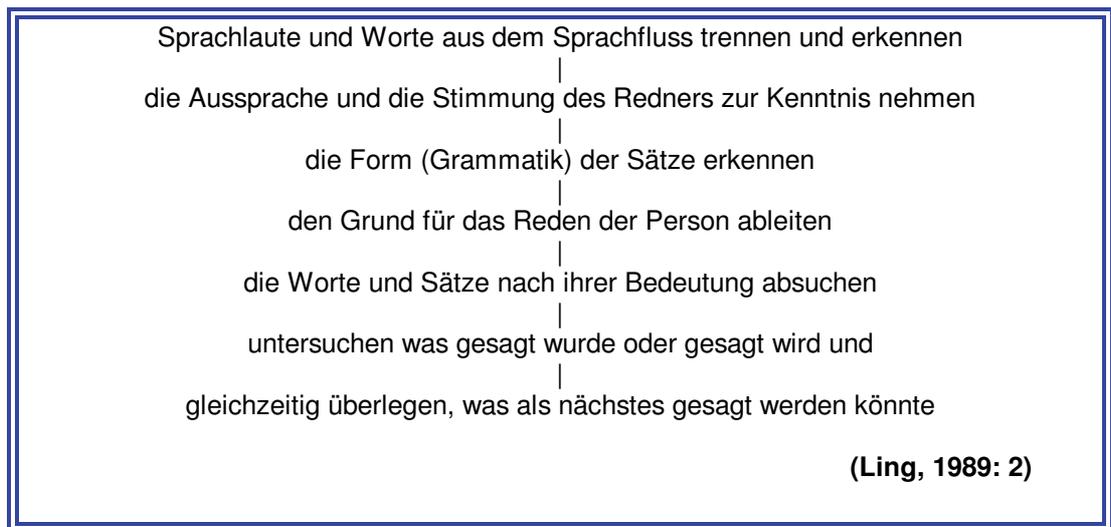
Soziolinguistik: Das gesprochene Wort (speech) ist der wichtigste Träger, um die Bedeutung der Sprache (language) auszudrücken und ein wichtiges Medium, mit dem Menschen kommunizieren.

In seiner Beschreibung der komplexen Vorgänge, die in der Sprachproduktion und -perzeption enthalten sind, betrachtet Ling (1989) die Sprache als eine Kombination von audiologischen, physiologischen, linguistischen und paralinguistischen Vorgängen. Tabelle 8 illustriert die Hauptphasen dieses Prozesses.

Tab.8: Der Sprachperzeptionsvorgang nach Ling

**Um die gesprochene Botschaft wahrzunehmen und zu verstehen,
muss der Hörer:**

die Worte von den Nebengeräuschen trennen



Fry (1979) beschränkt seine Beschreibung von Sprachperzeption und -produktion (die er als „speech-chain“ bezeichnet) auf die damit verbundenen akustischen und physiologischen Komponenten. Er beschreibt die Botschaft, die der Sprecher vermitteln will, auf der Basis von vier sehr unterschiedlichen und klar definierbaren Formen:

- eine Reihe von Sprachelementen
- eine Kette neuraler Impulse
- eine Sequenz der Muskelbewegung
- eine Serie von Schallwellen

Die Phasen der auditiven Perzeption werden meist in vier Bereiche unterteilt, die jeweils unterschiedliche Fähigkeiten voraussetzen (Ling, 1989; Estabrooks, 1998):

Wahrnehmung:

Die Fähigkeit, auf vorhandene oder nicht vorhandene Geräusche und Laute zu reagieren.

Diskrimination:

Die Fähigkeit, die Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen zwei oder mehreren Schallsignalen zu unterscheiden.

Identifizierung:

Die Fähigkeit, das Schallsignal zu erkennen und zu benennen.

Verstehen:

Die Fähigkeit, die Bedeutung des Schallsignals zu verstehen.

Die Mehrheit der Schallsignale, die uns umgeben, und darunter fällt auch Sprache, sind nicht reine Töne. Sie sind komplexe Signale, die schnell wechselnde Frequenzspektren beinhalten (Bamford und Saunders, 1994; Fry, 1979) und deren Perzeption drei Sinne benötigt, nämlich das Hören, Sehen und Fühlen. Obwohl hörende Menschen zur Sprachwahrnehmung hauptsächlich das Hören benutzen, berücksichtigen sie auch die Mimik und Gestik des Sprechers und empfinden kinaesthetisch die Bewegungen ihres eigenen Sprechorgans:

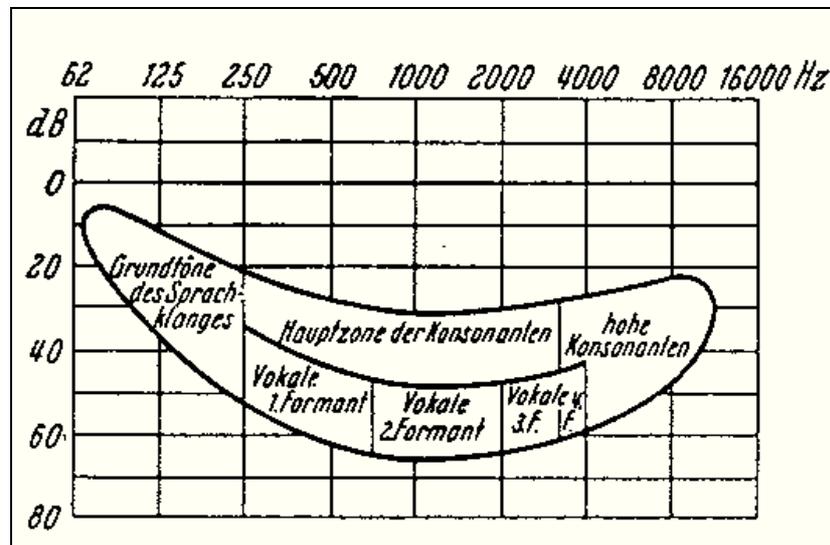
„For people to understand speech addressed to them they must, through the ears, the eyes and/or the skin, be able to detect, discriminate and identify sufficient information in the spoken message to comprehend it“
(Ling in Hull, 1997: 135)

Der Schwerpunkt dieser Studie liegt auf der auditiven Sprach-perzeption, daher behandelt die folgende Diskussion nur diesen spezifischen Aspekt. Für eine ausführliche Beschreibung der taktilen, visuellen und/oder kinaesthetischen Merkmale der Sprache wird der Leser auf Calvert und Silverman (1983), Ling (1989), Hull (1997) und Plant und Spens (1995) verwiesen.

1.2.1. Akustische Merkmale

Sprachschall wird vornehmlich auf der Basis seiner drei Haupt-merkmale beschrieben: Intensität, Frequenz und Dauer. In Abbildung 6 werden die relative Intensität und Frequenzbereiche der Vokale und Konsonanten der deutschen Sprache gezeigt. Zu diesem Zweck wird das Sprachfeld in das Audiogrammschema projiziert:

Abb. 6: Das Sprachfeld (Plath 1992: 73)



Zunächst ist Folgendes zu erkennen:

- Die Konsonanten sind in ihrer Intensität schwächer als die Vokale
- Die Konsonanten befinden sich zum Teil in den höheren Frequenzen
- Die Vokale befinden sich in den tiefen und mittleren Frequenzbereichen

Im folgenden Abschnitt werden diese Faktoren im Rahmen einer Beschreibung der drei akustischen Hauptmerkmale der Sprache erläutert.

INTENSITÄT (Energie, Lautstärke)

Intensität, die am meisten veränderbare Dimension der Sprache, bezieht sich auf die Energie des Schalls. Sie wird in Dezibel gemessen und als Lautstärke wahrgenommen. Der Schalldruckpegel des leisesten hörbaren Geräusches ist der Anfangspunkt der Dezibel Skala (0 dB). Im täglichen Leben ist der Mensch den unterschiedlichsten Schallpegeln ausgesetzt. Es folgen einige typische Messungen:

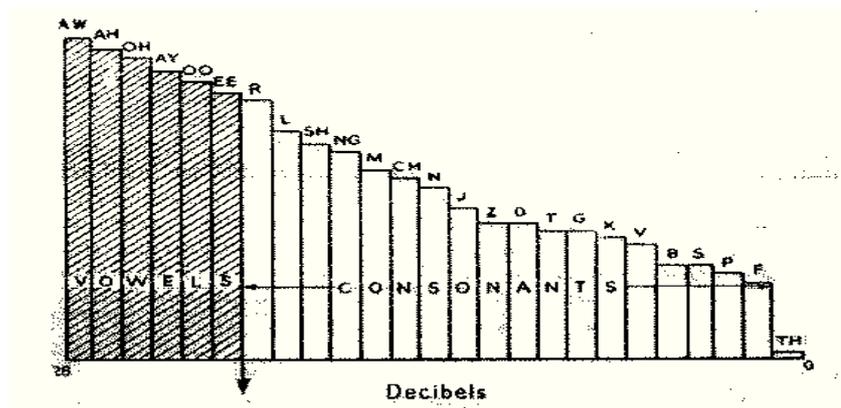
- 30-42dB: normaler Hintergrundschall im Hause
- 50-60dB: Zimmerlautstärke von Rundfunk und Fernsehen

- 65-85dB Pkw im Stadtverkehr
- 70- 90dB Lkw im Stadtverkehr
- 90- 105dB: Presslufthammer
- 105-130dB: Standlauf eines Düsenflugzeuges

(Renzelberg 1994: 5)

Der Sprachschall ist in seiner Intensität variabel. Der Unterschied z.B. zwischen dem schwächsten und dem stärksten Sprachlaut in der englischen Sprache beträgt ca. 28 dB (Abb. 7)

**Abb. 7: Intensität der Sprachlaute
(Calvert und Silverman 1983 : 21)**



Obwohl Abbildung 7 die relative Lautstärke der englischen Sprachlaute darstellt, können daraus auch wichtige Erkenntnisse für die deutsche Sprache entnommen werden. Es wird z.B. deutlich, dass die Vokale lauter sind als die Konsonanten und dass ein langer Vokal wie /a/ in „Grad“ ca. 20dB mehr Energie enthält als ein Konsonant wie /f/ in Fenster.

FREQUENZ (Häufigkeit der Lautschwingungen, Tonhöhe)

Die Frequenz ist ein Maß für die Anzahl der Lautschwingungen, die pro Sekunde von einem Schallsignal ausgehen und als Tonhöhe wahrgenommen werden. Der Umfang des durchschnittlichen menschlichen Gehörs reicht von ca. 20Hz bis 20000Hz. Der

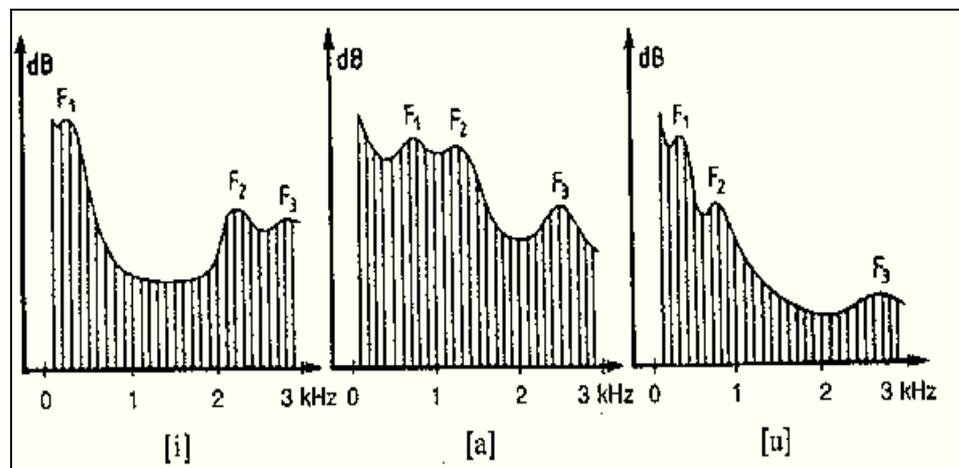
Hauptsprachbereich liegt zwischen ca. 200 und 8000Hz, wobei das menschliche Ohr am sensibelsten auf Schall im Frequenzbereich von 500-4000Hz reagiert (Nolan und Tucker, 1988; Lindner, 1992).

Der Grundton (F_0) wird als Tonlage der Stimme wahrgenommen. Calvert und Silverman (1983) listen folgende typische Grundton-frequenzen auf:

- Weinendes Kleinkind: 512Hz
- Kind vor der Pubertät: 265Hz
- Erwachsene Frau: 225Hz
- Erwachsener Mann: 125Hz

Der Grundtonfrequenz (F_0) für Erwachsene kann zwischen einem männlichen Bass-Sänger (80Hz) und einem Sopran (1100Hz) variieren. Vokale werden von zwei oder drei Formanten (Gruppen von deutlich hervortretenden Teiltönen) gekennzeichnet (F_1 , F_2 , F_3). Jeder Vokal hat spezifische, charakteristische Formanten, die ihn von anderen Vokalen unterscheiden. Die Vokalspektren dreier deutscher Vokale werden in Abbildung 8 gezeigt.

Abb.8: Drei Vokalspektren (Jussen et al 1994: 56)



Die Artikulation der Sprache besteht jedoch nicht aus einem einfachen Aneinanderreihen von isolierten Elementen in der Form von Vokalen, Diphthongen und Konsonanten. Die Bewegungen der Sprechorgane hin zum oder weg vom Konsonanten über den Vokal beeinflussen die angrenzenden Phoneme und werden als Formant Übergänge bezeichnet

(T1, T2, T3). Diese Koartikulation spielt eine wesentliche Rolle sowohl in der Perzeption als auch der Produktion der Sprache.

Die verschiedenen Frequenzbereiche enthalten unterschiedliche Informationen, die für die auditive Perzeption der Sprache wichtig sind. Dies wird in Tabelle 9 angelehnt an Ling (1989) illustriert:

Tab. 9: Frequenzbereiche einiger Sprachkomponenten

Frequenzbereiche einiger Sprachkomponenten	
125Hz:	F0 der männlichen Stimme
250Hz:	Stimmhaftigkeit F0 der weiblichen und kindlichen Stimme
500Hz:	Der intensive Bereich in den tiefen Frequenzen des Sprachspektrums enthält die F1 Energie der Vokale sowie Informationen über die Stimmhaftigkeit und den Artikulationsmodus der Konsonanten
500Hz-2000Hz:	Der mittlere Frequenzbereich enthält F2 und T2 Energie, welche wichtig ist für die Identifikation der Vokalen sowie Informationen über die Artikulationsort der Konsonanten
4000Hz:	F3 und T3 der meisten Vokale sowie Informationen über Plosive und Frikative

(Ling 1989: 69)

DAUER (Länge)

Die Dauer (zeitliche Ausdehnung) der Sprachsignale ist unterschiedlich und wird als Länge, Betonung und Rhythmus wahrgenommen. Informationen, die aus der Dauer des Sprachlautes entnommen werden, unterstützen die Unterscheidung zwischen stimmhaften und stimmlosen Sprachsignalen. Zusätzlich kann ein Wort auch beim Weglassen der Stimme (z.B. Flüstern) aufgrund der relativen Dauer des Vokals und /oder

des Konsonanten identifiziert werden z.B. „Schall“ und „Schal“. (Ling 1989)

Die Nutzung der Dauer des Sprachsignals als Unterstützung für die Sprachperzeption bedarf jedoch beträchtlicher auditiver Erfahrung (Calvert und Silverman, 1983).

Die drei oben beschriebenen akustischen Merkmale dürfen jedoch nicht als getrennte, unabhängige Komponente in der auditiven Wahrnehmung der Sprache verstanden werden. Das akustische/ auditive Zusammenspiel der Merkmale wird in folgendem Zitat aus Jussen et al (1994) deutlich:

„....die hörperzeptorischen Größen: Tonhöhe, Lautstärke und Länge, [sind] nicht eindeutig auf je eines der akustischen Parameter zurückzuführen. Z.B. hören wir zwei Töne mit gleicher Frequenz als verschieden hoch, wenn der eine mehr Intensität hat. Ebenfalls wirkt sich die zeitliche Ausdehnung nicht nur auf die Auffassung von Länge, sondern auch von Tonhöhe und Lautstärke aus, und eine höhere Frequenz gibt gleichzeitig den Eindruck von verstärktem Laut“

(Jussen et al, 1994: 59)

1.2.2. Segmentale Merkmale

Die Beschreibung der segmentalen Merkmale bezieht sich auf die Eigenschaften der Vokale und Konsonanten.

Vokale und Diphthonge

Ling (1989) beschreibt die Bedeutung der Vokale für die Perzeption der Sprache wie folgt:

- Sie unterscheiden Wörter, die sonst ähnliche Phoneme enthalten (z.B. Bier, Bär, Bar).
- Sie helfen, die Prosodie einer Äußerung zu tragen
- Sie enthalten wichtige Informationen über die vorhergehenden oder

- nachfolgenden Konsonanten (Formanten Übergänge)
- Die An- oder Abwesenheit dieser Übergänge beeinflusst die Verständlichkeit der Sprache
 - Die zweiten Formanten der Vokale enthalten die meisten Informationen bezüglich der angrenzenden Konsonanten
 - Vokallaute liefern die Energie der Sprache, tragen aber im Vergleich zu Konsonanten relativ wenig zur Verständlichkeit bei.

Konsonanten

Konsonanten werden als die Informationsträger der Sprache bezeichnet (Nolan und Tucker 1981). Die Bedeutung der Konsonanten für die Perzeption und das Verstehen des Sprachsignals wird in den folgenden Beispielen deutlich gezeigt:

***1. -e- -u--e -o-- -a- -ö---i--e- --ei--- -ü- u-- -e--a-e-.**

Satz 1. enthält nur die Vokallaute der Wörter und ist unmöglich zu entziffern. Der gleiche Satz in dem nur die Konsonanten angegeben werden (2) ist wesentlich leichter zu verstehen:

***2. D-r j-ng- K-ch h-t k-stl-ch-s Fl--sch f-r -ns g-br-t-n.**

* Der junge Koch hat köstliches Fleisch für uns gebraten

Dies liegt zum Teil daran, dass die Anzahl der Wahlmöglichkeiten bei Vokalen und Diphthongen begrenzt ist und diese dadurch leichter zu erraten sind. Erschwerend für die auditive Perzeption der Konsonanten ist jedoch ihre relativ geringe Intensität und teilweise der hohe Frequenzbereich.

Konsonanten werden generell folgendermaßen kategorisiert:

- Artikulationsmodus, d.h. wie sie produziert werden
- Artikulationsort, d.h. wo sie produziert werden
- Stimmhaft oder Stimmlos

Artikulationsmodus

Konsonanten können in verschiedener Weise produziert werden.

Die wesentlichen auditiven Informationen für die Perzeption des Artikulationsmodus der Konsonanten liegen überwiegend im Bereich der Dauer und weniger in der Intensität oder dem Frequenzbereich des Sprachsignals. (Calvert and Silverman 1983)

Artikulationsort

Konsonanten werden unter Einsatz unterschiedlicher Teile des Sprechorgans produziert z.B. mit beiden Lippen (bilabial: /b/) oder mit Lippen und Zähnen (labio-dental: /v/) u.s.w.

Die folgende Abbildung aus Jussen et al (1994) beschreibt die Kategorisation der Konsonanten sowohl nach der Art als auch dem Ort der Produktion.

Abb. 9: Kategorisation der Konsonanten (Jussen et al 1994)

Artikulationsmodus \ Artikulationsstelle	bilabial	labio-dental	koronal-alveolar	apikal-alveolar	dorsal-palatal	dorsal-velar	uvular	glottal
Mund-verschlußlaute	p b m		t d n			k g ŋ		ʔ
Laterallaute			l					
Tremulanten			r r				R	
Reibelaute	ɸ β	f v	s z	ʃ ʒ	ç j	x ɣ		
								(Vokale)

Stimmhaftigkeit/Stimmlosigkeit.

Die Stimme entsteht durch drei simultane und kooperative Vorgänge: den Luftstrom, die Phonation und die Resonation. Zusammen produzieren sie die Unterschiede in der Qualität, Tonhöhe und Intensität der Stimme (Calvert und Silverman, 1983). Einige Konsonanten werden mit Stimmton

produziert, der durch Vibrationen im Kehlkopf erkennbar ist. Drei Beispiele stimmloser/stimmhafter Paare sind folgende.

- /v/ und /f/
- /b/ und /p/
- /k/ und /g/

Auditive Informationen über die Artikulationsart und den -ort sowie die Stimmhaftigkeit der Konsonanten sind über den gesamten Frequenzbereich verstreut. Boothroyd (1978) hat die mittleren Frequenzen und Bandbreiten, welche bei der Perzeption der Konsonanten von Bedeutung sind, berechnet:

Tab.10: Wichtige Frequenzbereiche für die Perzeption der Konsonanten

<u>SPRACHMERKMAL</u>	<u>MITTLERER FREQUENZ</u>	<u>BANDBREITE</u>
Stimmhaftigkeit:	500Hz	3.0
Art der Artikulation:	750Hz	2.6
Ort der Artikulation:	1900Hz	1.6
(Boothroyd, 1978: 117)		

1.2.3. Suprasegmentale Merkmale

Die suprasegmentalen (prosodischen) Merkmale der Sprache sind das Ergebnis von Änderungen in der Intensität, Frequenz und Dauer des Sprachsignals und werden als Betonung, Intonation und Rhythmus wahrgenommen. Ling (1989) beschreibt die Bedeutung der prosodischen Merkmale für das Verstehen der Sprache:

„Appropriately produced prosody, the tunes and rhythms of speech, can be equally as meaningful as vowels, diphthongs, consonants, consonant blends, words and sentences. Sometimes the prosody of a sentence can be even more meaningful than the words it contains“. (Ling, 1989: 278)

Ling behauptet, dass die prosodischen Sprachmerkmale teilweise eine wichtigere Rolle spielen können als die segmentalen.

Crystal (1979) unterstützt diese Aussage, in dem er zwischen 5 verschiedenen Funktionen der prosodischen Merkmale für die Interpretation der Sprache unterscheidet:

- **Die Grammatische Funktion**, um einen Kontrast zu signalisieren.
- **Die semantische Funktion**, in der die wichtigen Teile der Botschaft betont werden.
- **Die „Einstellungs/Haltungs“ Funktion (attitudinal)** um die Stimmung, den Standpunkt usw. des Sprechers zu signalisieren.
- **Die psychologische Funktion**. Bestimmte psychologische Prozesse wie z.B das Erinnerungsvermögen, das Vergegenwärtigen einer zurückliegenden sprachlichen Aussage, werden durch die enthaltenen prosodischen Merkmale ermöglicht bzw. erleichtert.
- **Die soziale Funktion**. Hier werden Informationen über das Alter, das Geschlecht, die soziale Schicht usw. signalisiert.

Trotz ihrer Bedeutung für die Perzeption der Sprache ist der suprasegmentale Sprachbereich kaum erforscht. (Bamford und Saunders, 1994; Bench 1992).

Der Sprachtest, der in dieser Studie verwendet wird (Early Speech Perception Test, Moog und Geers, 1990) beinhaltet sowohl segmentale als auch suprasegmentale Sprachmerkmale (siehe 3.1.3.1.).

1.3. Auditive Sprachperzeption und sensorineuraler Hörverlust

„...we are nowhere near yet being able to identify all the stages of normal analysis of speech signals, and consequently we are unable to isolate fully the defective peripheral mechanisms in the hearing-impaired. What we are left to do is to make plausible guesses as to which perceptual aspects are important and then examine these in the hearing-impaired“ (Bamford und Saunders 1994: 83)

Wie hier von Bamford und Saunders beschrieben, ist relativ wenig über den Bereich der Sprachperzeption bekannt. Unter dieser Voraussetzung sind nur Vermutungen möglich, worin die wichtigsten Aspekte der Sprachperzeption bestehen, um diese dann bei Hörgeschädigten untersuchen zu können.

Die Entwicklung der Sprache ist eng mit einer großen Anzahl von linguistischen und meta-linguistischen Variablen verknüpft. Wie in allen Bereichen der kindlichen Entwicklung, üben die unterschiedlichen sozialen und psychologischen Faktoren eine wichtige Rolle aus. Sie verbinden sich mit den angeborenen Fähigkeiten und dem Persönlichkeitsprofil des Kindes und formen die spezifischen Charakteristika des Individuums.

So wie sich die Sprachfähigkeiten von Hörenden unterscheiden, so unterschiedlich sind auch die sprachlichen Leistungen der Hörgeschädigten. Auf dem Gebiet der Sprachperzeption zeigt sich dies in den weit auseinander klaffenden auditiven Fähigkeiten der Hörgeschädigten, deren Hörverlust in Art und Grad vergleichbar ist. Audiologisch kann dies teilweise der Tatsache zugeordnet werden, dass sich die auditive Perzeption nicht allein auf die Wahrnehmung von Sprachsignalen beschränkt. Obwohl die verminderte Fähigkeit, leise Signale wahrzunehmen, das wesentliche audiologische Merkmal eines

sensorineuralen Hörverlustes ist, so komplizieren doch zusätzliche Faktoren die Sprachperzeption, wie z.B. Rekrutment und der Verlauf der Hörschwelle

Trotz der Heterogenität unter Hörgeschädigten Menschen können doch eine Anzahl von Aussagen getroffen werden, die sich auf die Auswirkung des sensorineuralen Hörverlustes bei der Sprach-Aneignung beziehen. Im Folgenden werden einige Meinungen, die in der Literatur häufig vertreten sind, aufgeführt:

- Die unvollkommene Perzeption anderer Stimmen, sowie die reduzierte Fähigkeit, die eigene über das Gehör zu kontrollieren, beeinträchtigt die Sprachentwicklung des Kindes. (Bench, 1992; Boothroyd, 1985; Subtelny, 1980; Tye-Murray et al 1995b).
- Ältere Kinder und Erwachsene, die postlingual ertaubten, erfahren ebenfalls einen Qualitätsverlust in ihrer Sprache, da sie ihre eigenen Äußerungen nicht mehr über das Gehör kontrollieren können. (Bench 1992).
- Auditive Fähigkeiten stehen in einem losen Zusammenhang zum Grad der Hörschädigung (Ling, 1989; Markides, 1983).
- Die größte Schwierigkeit stellt die Perzeption der Konsonanten dar, da diese überwiegend in den hohen Frequenzbereichen liegen und sich durch eine geringe Intensität des Schallsignals auszeichnen (1.2.1). Aufgrund dessen werden sie vor allem durch gesteigerte Nebengeräusche mehr als Vokale beeinträchtigt (Bench 1992).
- Bei sensorischem Hörverlust sind häufig sowohl die inneren als auch die äußeren Haarzellen beschädigt. Dies führt zu folgenden Konsequenzen:

Einer Reduktion der Dynamikbreite , d.h. der Unterschied zwischen Hör- und Unbehaglichkeitsschwelle (Hellmann und Meiselman 1993; Glasberg und Moore 1989; Plath 1992).

Unterschiede in der Perzeption der Frequenzbereiche. Die gleiche Tonhöhe wird z.B. im linken und rechten Ohr bei gleichem

Hörverlust unterschiedlich wahrgenommen (Burns and Turner 1986).

Störungen in dem Frequenzunterscheidungsvermögen d.h. die Fähigkeit des auditiven Systems, die Einzelteile des komplexen Sprachsignals zu unterscheiden (Moore et al, 1985, 1995a).

Schwierigkeiten, Schallquellen zu lokalisieren, dies besonders bei unilateraler Schädigung der Cochlea (Durlach et al 1981).

Eine überdurchschnittliche Sensibilität für relativ kleine Veränderungen der Lautstärke (Turner et al, 1989; Plath, 1992).

Verdeckung der hohen durch die tiefen Frequenzen bei hochgradigem Hörverlust und Gehörlosigkeit (Wightman et al, 1981).

- Es existiert eine enge Beziehung zwischen den Sprachperzeptions- und Produktionsfähigkeiten des hörgeschädigten Kindes (Abberton et al, 1990; Tye-Murray, 1995b; Tyler, 1993).

1.3.1. Auditive Sprachperzeption und der Grad des Hörverlustes

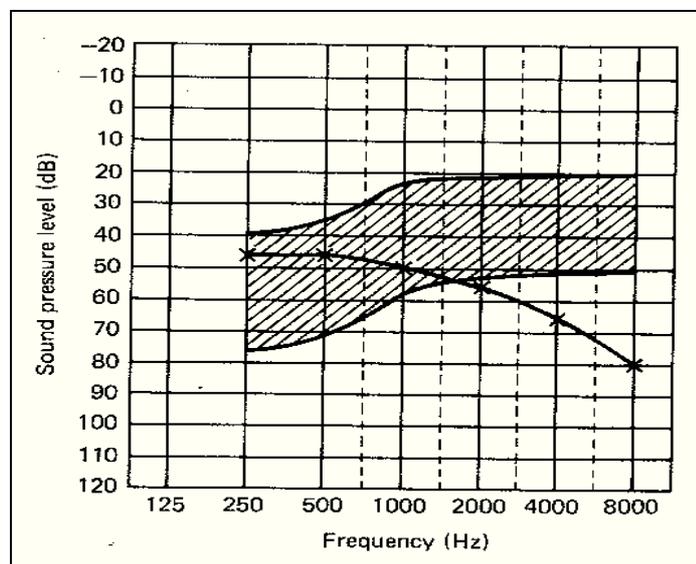
Die Beziehung zwischen Hörschwelle und Sprachperzeption ist komplex und umstritten. Dementsprechend zeigen sich in der Literatur weit auseinander gehende Meinungen über die Einordnung der Hörschädigung auf der Basis tonaudiometrischer Werte und deren Auswirkung auf die Sprachperzeption und -produktion. (vgl. 1.1.2.2.)

Trotz weit verbreiteten Gebrauchs und Akzeptanz, besonders in der Hörgeschädigtenpädagogik, ist die Zuverlässigkeit des Ton-audiogramms als Basis für Aussagen der zu erwartenden Sprach-perzeptionsfähigkeiten von zahlreichen Forschern in Frage gestellt worden (Ling, 1989; Bench, 1992; Bamford und Saunders, 1994; Quigley und Paul, 1984).

Das Tonaudiogramm ermöglicht jedoch eine Vorhersage darüber, welche Sprachelemente auditiv für einen hörgeschädigten Menschen ohne Hörgerät wahrscheinlich **nicht** wahrnehmbar sind.

Die folgende Abbildung illustriert dies durch die Überlagerung des durchschnittlichen Sprachspektrums auf das Audiogramm:

Abb.10: Sprachfeld und mittelgradiger Hörverlust
(Bamford und Saunders 1994: 86)



Hier wird es deutlich, dass bei einer mittelgradigen Schwerhörigkeit ohne Hörgeräte und allein über den auditiven Weg, die sprachlichen Informationen in den Frequenzbereichen ab ca. 1800Hz nicht wahrnehmbar sind. Dies wiederum verursacht Schwierigkeiten vor allem bei der Perzeption der Konsonanten sowie den Formanten F3 und F4 der Vokale. Wie jedoch oben bereits erwähnt, ist die tatsächliche Perzeption für jedes Kind von einer Reihe weiterer Faktoren abhängig.

In jüngster Vergangenheit ist zum Teil auf Grund neuerer technischer und medizinischer Fortschritte der bis dahin akzeptierte 90dB Wert als Trennlinie zwischen hochgradig schwerhörig und gehörlos mit all den

daraus resultierenden Konsequenzen im Bereich der Sprachperzeption in Frage gestellt worden.

Im Jahre 1985 bestimmte z.B. die „British Association for Teachers of the Deaf“ den Wert von 96dB zum neuen Parameter der Gehörlosigkeit und fügte den Beginn der Hörschädigung als weiteres Kriterium der Klassifizierung hinzu (vgl.Tab.6). Die Forschungsergebnisse Boothroyds (1985, in Tyler 1993) schufen im gleichen Jahr die Basis für eine differenziertere Analyse der auditiven Perzeptionsfähigkeiten gehörloser Menschen. In seiner Kategorisierung unterteilt Boothroyd die Probanden (die er als „geübt im Gebrauch des Hörens und der Lautsprache“ bezeichnet) in vier unterschiedliche Gruppen entsprechend dem Grad des Hörverlustes, dem Frequenzunterscheidungsvermögen sowie den Reduzierungen in der Dynamikbreite. Auf der Basis dieser Variablen beschreibt er die perzeptiven Fähigkeiten der verschiedenen Gruppen. In ähnlicher Weise versuchen auch Wirth (1994) und Hull (1997, aus der Sicht des „American National Standards Institute“) die Beziehung zwischen dem Grad des Hörverlustes und der Sprachperzeption zu erfassen. Die Ergebnisse von Boothroyd, Wirth und Hull werden in Tabelle 11 zusammengefasst.

Tab.11: Auditive Perzeptionsfähigkeiten und Grad des Hörverlustes

<p><u>BOOTHROYD (1985)</u></p> <p><u>Gruppe 1:</u> Hörverlust: ca 90dB Dynamikbreite ca 30dB</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Perzeption von Rhythmus, Intonation, der Mehrheit der Vokale und Konsonanten ist möglich. <ul style="list-style-type: none"> • Der Ort der Artikulation bei Konsonanten bereitet die größten Schwierigkeiten <p><u>Gruppe 2:</u> Hörverlust: ca 100dB Dynamikbreite: ca 20dB</p> <ul style="list-style-type: none"> • Volle Perzeption von Sprachrhythmus • Teilperzeption von Intonation, Vokalen und Konsonanten.

Gruppe 3**Hörverlust: ca 110dB****Dynamikbreite: ca 10db**

- Teilperzeption von Rhythmus und Intonation.
- Sehr reduzierte Diskriminationsfähigkeiten bei Vokalen und Konsonanten.

Gruppe 4**Hörverlust: ca 125dB****Dynamikbreite: ca 0dB.**

- Sprachschall wird wahrscheinlich eher taktile wahrgenommen.
 - Absehen ist notwendig.

WIRTH (1994)**Hörverlust: 56-70dB**

- Auch mit Hörgeräten bestehen Schwierigkeiten in der Kommunikation.
 - Sprach-und Hörtraining kann das kompensieren.

Hörverlust: 71-90dB

- Auch mit Hörgeräten ist die Artikulation, Kommunikation, und Sprache eingeschränkt
 - Absehen ist notwendig.

Hörverlust: ab 91dB

- Die akustische Kommunikation ist stark behindert
 - Die Orientierung ist primär visuell

HULL (1997)**Hörverlust: 55-69dB**

- Ohne Hörgeräte ständige Schwierigkeiten, selbst bei lauten Sprachsignalen.

Hörverlust:70-89dB

- Extreme Schwierigkeiten, Sprachsignale wahrzunehmen.
 - Laute oder verstärkter Sprachschall kann zum Teil wahrgenommen werden.

Hörverlust: über 90dB

- Selbst mit Hörgeräten ist die Sprachperzeption extrem begrenzt.
- Verstärkung ermöglicht die Wahrnehmung von Umwelt-Geräuschen und

einigen Sprachlauten.

Wie in Tab.11 ersichtlich, gehen die Meinungen der Autoren sehr auseinander. Vor allem Boothroyd's Beschreibung setzt sich von den anderen beiden ab. Wirth z.B. spricht schon von einer Abhängigkeit vom Absehen zwischen 71-90dB. Boothroyd dagegen erwähnt die Notwendigkeit des Absehens erst bei 125dB Verlust. In den Beurteilungen von Hull und Wirth werden bei einem Hörverlust zwischen 70-90dB Begriffe wie „extreme Schwierigkeiten“, „eingeschränkt“ und „stark behindert“ benutzt. Boothroyds Einschätzung eines Hörverlustes von ca. 90dB ist dagegen weitaus optimistischer. (Die Perzeption sowohl segmentaler als auch suprasegmentaler Merkmale ist möglich)

1.3.2. Auditive Perzeption segmentaler Sprachmerkmale

Detaillierte Studien über die Perzeption spezifischer segmentaler Sprachmerkmale hörgeschädigter Kinder sind vergleichsweise selten. Innerhalb der kleinen Gruppe dieser Arbeiten haben sich nur wenige mit einer größeren Anzahl von Kindern beschäftigt und Langzeitstudien sind praktisch nicht existent (Hazan et al, 1990).

Die wenigen Studien auf diesem Gebiet zeigen jedoch eine Anzahl interessanter (obwohl sich teilweise widersprechender) Ergebnisse. Einige davon werden in Tabelle 12 aufgelistet.

Tab.12: Auditive Perzeption segmentaler Sprachmerkmale

PERZEPTION VON VOKALEN

-Mit zunehmendem Hörverlust wird es schwieriger zwischen Vokalen zu unterscheiden, die sich akustisch durch höhere Frequenzen voneinander absetzen (Pickett et al., 1983).

-Die vorderen Vokale sind schwieriger zu erkennen als die mittleren oder hinteren. (Bamford und Saunders, 1994)

-Bei hochgradigem sensorineuralem Verlust bereitet die Diskrimination zwischen Vokalen, deren F1 Werte im gleichen Frequenzbereich liegen, große Schwierigkeiten. Vokale mit F1 Werten im tiefen Frequenzbereich sind am schwierigsten zu unterscheiden. (Pickett et al., 1972)

-Bei hochgradigem Hörverlust und Gehörlosigkeit werden Vokale verwechselt auch wenn die Frequenzbereiche der Formanten sehr unterschiedlich sind. (Risberg, 1976).

-Kinder mit hochgradigem Hörverlust identifizieren Vokale hauptsächlich auf Grund deren F1 Werte (Fourcin, 1976).

Die oben erwähnten Forschungsergebnisse sind zum Teil jedoch die Resultate isolierter Versuche. Bei den meisten fehlt noch die Bestätigung durch weitere Forschungsarbeiten.

Eine generelle Aussage, die sich auf die auditive Sprachperzeption von prälingualen hochgradig schwerhörigen und gehörlosen Kindern bezieht, möchte die Verfasserin dieser Arbeit jedoch treffen: Es handelt sich nicht um eine vereinfachte oder modifizierte Version der auditiven Perzeption eines hörenden Menschen. Die sehr komplexen Vorgänge der Hörschädigung (Verzerrung, Verdeckung, Rekrutment, usw.) wirken dagegen. Bench (1992) drückt dies wie folgt aus:

„the vowel and consonant perception of hearing-impaired listeners is far from a simple attenuation or other modification of speech as perceived

PERZEPTION VON KONSONANTEN

-Hörverlust in den hohen Frequenzbereichen verursacht Probleme bei der Perzeption der stimmlosen Konsonanten. (Bench, 1992)

-Mittelgradige Schwerhörigkeit bis Gehörlosigkeit verursacht verminderten Zugang zu spektralen Informationen, die für die Diskrimination zwischen Konsonanten wichtig sind. (Revoile et al, 1991; Boothroyd 1984; Preminger und Wiley, 1985)

-Hochgradig schwerhörige und gehörlose Kinder weisen unterschiedliche Fähigkeiten bei der Identifikation von Plosiven am Anfang des Wortes auf, wenn die Stimmhaftigkeit/Stimmlosigkeit nicht visuell erkennbar ist. (Johnson et al., 1984; Parady et al., 1981).

-Die Perzeption der Phoneme /b/ und /d/ sind schwieriger als /g/ bei steil abfallendem Hörverlust im hohen Frequenzbereich (Dubno et al., 1987)

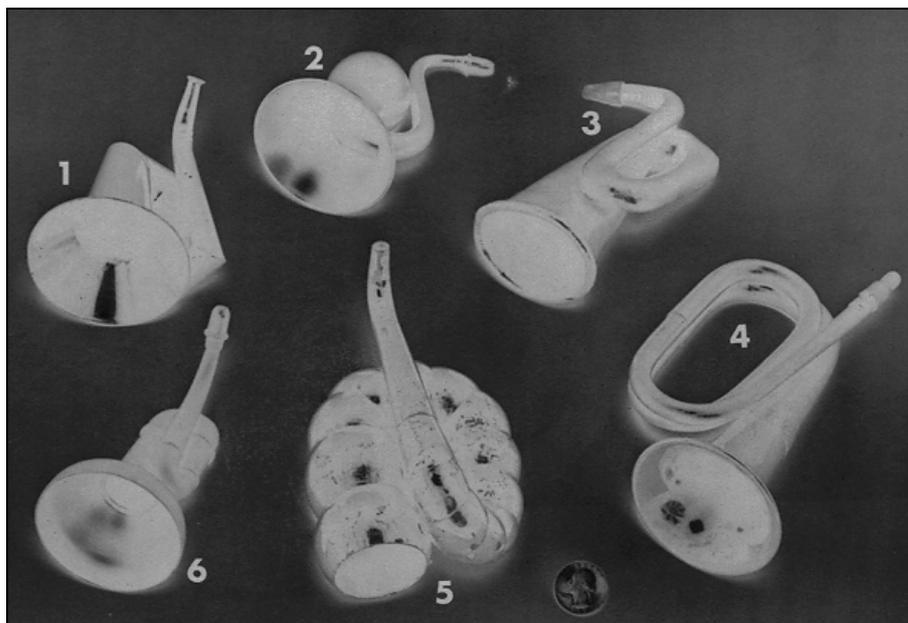
by hearing listeners, and controlled stimuli are needed to explore it."
(Bench, 1992: 59)

2.1. Konventionelle Hörgeräte

Über die Jahrhunderte hinweg gab es zahllose Versuche, den Sprachschall zu verstärken, um die lautsprachliche Kommunikation hörgeschädigter Menschen zu ermöglichen und zu erleichtern.

Die frühen Hörgeräte des 19. Jahrhunderts hatten meist die Form einer akustischen Trompete, deren Grundprinzip der hohlen Hand hinter dem Ohr ähnelte, d.h. einem Trichter zum Auffangen und Leiten von akustischer Energie. Die in Abb.11 abgebildeten Trompeten konnten eine Verstärkung von 10-20 dB erreichen.

Abb. 11: Akustische Trompeten (Koelkebeck et al 1984: 26)



Die Übergangsphase von mechanischen zu elektrischen Hörgeräten, zwischen den Jahren 1880 und 1920, brachte große Veränderungen bei der Verstärkung des Schalls. Die ersten elektrischen Geräte glichen den frühen Telefonapparaten und wurden hauptsächlich bei geringem bis mittelgradigem Hörverlust benutzt. (Koelkebeck et al 1984). Die Verwendung der Vakuum Röhre (ca. 1907) ebnete den Weg für eine weitaus stärkere Amplifikation und die Erfindung des Transistors (1947) erlaubte die Miniaturisierung der Hörgeräte.

2.1.1. Historische Entwicklung

Die Entwicklung von analogen und digitalen Geräten ist mit einer Anzahl historischer Ereignisse und Erfindungen seit Mitte des 19. Jahrhunderts verbunden. Tabelle 13, aus Informationen von Sammeth (1989), Levitt (1988) und Koelkebeck et al. (1984) zusammengestellt, listet einige der wichtigsten Meilensteine in dieser Entwicklung auf.

Aus dieser Tabelle ist erkennbar, dass die Entwicklung des Hörgerätes eng mit den Erfindungen im Bereich der Elektronik (Telefon, Radio usw.) und der Tonindustrie (Kassette, CD usw.) verknüpft ist.

Tab.13: Historische Entwicklung des Hörgerätes: Analoge und Digitale Systeme

ANALOG

- 1876:** Nach langem Gebrauch von akustischen Hörnern und Trompeten löste die Erfindung des Telefons von Alexander Graham Bell die Entwicklung elektrischer Hörgeräte aus.
- ca.1896:** Das erste elektrische Hörgerät wurde vorgestellt: der „Carbon Transmitter“
- ca.1907:** Die Trioden-Vakuum-Röhre wurde von Deforest erfunden und für das Radio und Fernsehen angewandt. Diese wurde später für das Design von elektronischen Hörgeräten benutzt.
- Zwanziger Jahre::** Die Einführung von elektronischen Hörgeräten. Die elektrische Aufnahme und Wiedergabe wurde möglich.
- Vierziger Jahre:** Die Erfindung des Transistors in den Bell Laboratorien ebnete den Weg für die Entwicklung von HdO Hörgeräten. Die Erfindung der Langspiel-Platte
- Sechziger Jahre:** Die Erfindung der Kassette. Die Anwendung von integrierten Schaltkreisen ermöglichte die Entwicklung der IdO Geräte, die heute verfügbar sind.

DIGITAL

- Spätes 19. Jhdt:** Grundlage für die digitale Signalverarbeitung waren Arbeiten von Mathematikern wie Fourier und Gauss.
- 1937:** Weiterentwicklung der digitalen Verarbeitung erfolgte durch Reeves.
- Fünfziger/Sechziger:** Digitales Filtern und FFT (Fast Fourier Transform) wurden entwickelt.
- Sechziger Jahre:** Einführung von Hochgeschwindigkeits-Schaltkreisen und Minicomputern.
- Siebziger Jahre:** Entwicklung von analog-digital (und umgekehrt) Konvertern.
- 1982:** Das Compact disc System (CD) mit digitaler Speicherung und Wiedergabe, wurde kommerziell verfügbar. Die ersten digitalen Hörgeräte wurden käuflich.

1989: Das DAT (Digital AudioTape), mit der Möglichkeit digitaler Aufnahmen, wurde in den USA verfügbar.

Trotz vorangehender Forschung im Bereich der digitalen Technologie ist die Verwendung digitaler HdO Geräte begrenzt. In Europa stehen überwiegend analoge Systeme zur Verfügung. Da auch die Kinder in dieser Studie analoge Hörgeräte benutzen, beschränkt sich die folgende Beschreibung der Komponenten und Funktionen auf analoge Systeme.

Für Informationen über digitale Hörgerät-Technologie wird der Leser auf Levitt et al (1986), Levitt (1988), Staab (1987) und Sammeth (1989) verwiesen.

2.1.2. Komponenten und Funktionen

Das elektro-akustische Hörgerät, welches häufig als „Miniatur-Telefon“ beschrieben wird (Davis und Silverman 1978), nutzt die elektrische Energie aus Batterien, um das akustische Signal zu verstärken. Dieser Prozess der elektro-akustischen Verstärkung ist immer noch die am häufigsten gebrauchte Methode, die auditive Perzeption hörgeschädigter Menschen zu verbessern.

Der National Research Council (NRC) in Washington (1991) berichtet von einer Umfrage aus dem Jahre 1990, nach der 78% der Hörgeräte, die in dem Jahr in den USA verkauft wurden, IdO (In dem Ohr) Modelle waren. HdO (Hinter dem Ohr) Geräte machten nur 20% des Verkaufs aus. In Europa dagegen ist das HdO Gerät immer noch am gebräuchlichsten.

Im Folgenden eine kurze Beschreibung der gängigen individuellen Geräte:

In dem Ohr (IdO) Gerät: Alle Komponenten sind in einer kleinen Plastik-Umhüllung untergebracht, die entweder in der Koncha (dem innersten Teil des Kanals) oder im äußeren Gehörgang platziert wird.

Diese Geräte werden hauptsächlich aus kosmetischen Gründen in Erwägung gezogen. Die Leistung ist jedoch nicht vergleichbar mit der eines HdO Gerätes.

Hinter dem Ohr (HdO) Gerät: Diese Art von Hörgerät gibt es in vielen Formen und Größen. Es kann für alle Grade des Hörverlustes genutzt werden. Da sie leicht den akustischen Verhältnissen im Klassenzimmer angepasst werden können, sind sie der bei Kindern am meisten eingesetzte Geräte Typ.

Die Komponenten eines Hörgerätes

Die grundlegende Funktion eines elektroakustischen Hörgerätes ist die Verstärkung des akustischen Signals über die individuelle Hörschwelle des hörgeschädigten Menschen, um die auditive Perzeption zu verbessern. Die drei wesentlichen elektronischen Komponenten sind folgende:

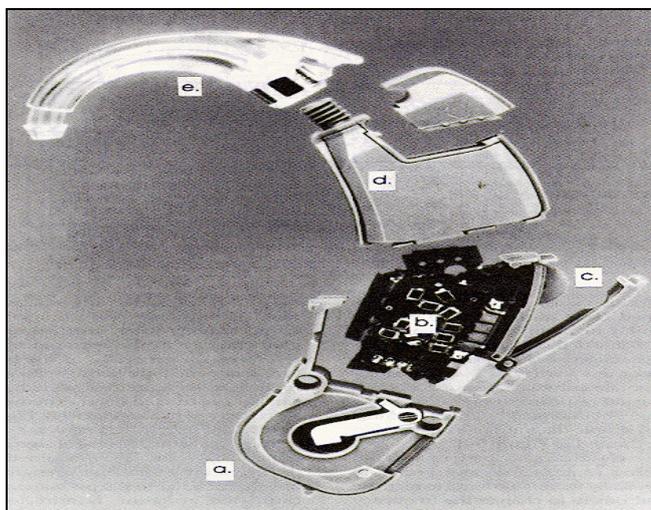
Das Mikrofon: Das Mikrofon wandelt das akustische Signal in elektrische Signale um.

Der Verstärker: Hier wird die Energie des Signals verstärkt und zum Empfänger geleitet.

Der Empfänger: Das elektrische Signal wird wieder in akustische Energie umgewandelt. Die Batterie liefert die elektrische Energie für

die Verstärkung des Signals.

Abb.12
Komponenten
eines
Hörgerätes
(Hull 1997: 61)



Die Funktionen eines Hörgerätes

Die Hauptfunktionen aller elektroakustischen Hörgeräte sind die Verstärkung und die akustische Wiedergabe.

Verstärkung (Gain):

Alle Hörgeräte liefern ein bestimmtes Maß an Verstärkung (häufig als Gain bezeichnet). Gain wird in Dezibel gemessen und bezieht sich zumeist auf die durchschnittliche Zunahme der Intensität über das Frequenz-Spektrum. Die Amplifikation, welche benötigt wird um Sprachschall für einen hörgeschädigten Menschen zu verstärken, hängt von zwei wesentlichen Faktoren ab:

- **Der Eingangsschallpegel** (Input): Die Intensität des Signals beim Erreichen des Gerätes
- **Die Hörschwelle** des Individuums

Das folgende Beispiel beschreibt die für einen hörgeschädigten Menschen notwendige Verstärkung, der für die auditive Perzeption einen Schalldruckpegel (SPL) von 100 dB benötigt:

BENÖTIGTER SCHALLDRUCKPEGEL: 100 dB

EINGANGSSCHALLDRUCKPEGEL: 60 dB

NOTWENDIGE VERSTÄRKUNG: $100\text{dB} - 60\text{dB} = 40\text{dB}$

AUSGANGSSCHALLDRUCKPEGEL: $60\text{dB} + 40\text{dB} = 100\text{dB}$

Der Ausgangsschalldruckpegel ist das Signal, welches den Hörgerät-Benutzer erreicht.

Der Eingangsschalldruckpegel ist äußerst variabel und von Faktoren wie Schwankungen in der Stimme, Nebengeräuschen und der Entfernung vom Sprecher abhängig. Diese Variablen stellen aufgrund des reduzierten Dynamikbereichs (Unterschied zwischen Hör- und Unbehaglichkeitsschwelle), der meist in Verbindung mit sensorineuralem Verlust auftritt, ein großes Problem für Hörgeschädigte dar (1.1.2.1.).

Daher ist es neben der Schallverstärkung Ziel der Hörgerät-Versorgung, den Hörer ebenfalls vor Unbehaglichkeit oder Schmerzen, verursacht durch zu laute Signale, zu schützen.

Zwei zusätzliche Funktionen im Hörgerät widmen sich dieser Aufgabe:

- Automatic Gain Control (Automatische Verstärkungskontrolle):

Sie gewährleistet einen relativ stabilen Ausgangsschallpegel trotz Veränderungen in den Eingangssignalen und verhindert eine unangenehme Lautstärke des Ausgangssignals.

- Peak Clipping (Spitzen Beschneidung): Hierbei wird der maximal zulässige Ausgangsschallpegel begrenzt, in dem die Amplitudenspitzen abgeschnitten werden.

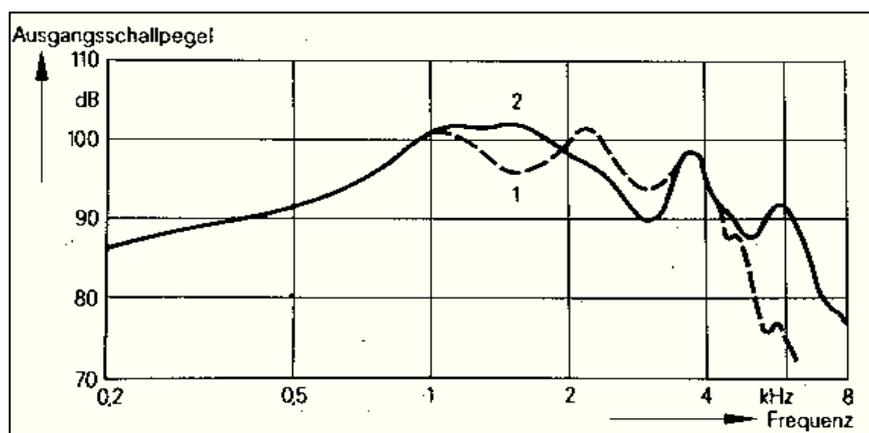
Die akustische Wiedergabe:

Hier ist die akustische Verstärkung als Funktion der Frequenz gemeint:

„Bei konstantem Eingangsschalldruckpegel und festgehaltenem Verstärkungssteller wird der Ausgangsschallpegel bzw. die Verstärkung bei unterschiedlicher Frequenz ermittelt“ (Böhme und Weltzl-Müller, 1988)

Abbildung.13 stellt die Frequenz/Verstärkung Kurve eines typischen Hörgerätes dar.

**Abb.13: Frequenz/Verstärkung Kurve eines Hörgerätes
(Böhme und Weltzl-Müller 1988: 270)**



Wie in 1.2. besprochen, ist Sprache aus komplexen Schallsignalen innerhalb eines großen Frequenzbereiches zusammengesetzt. Der wichtigste Bereich für die Sprache liegt zwischen ca. 200 und 8000 HZ, wobei das menschliche Ohr am sensibelsten auf Schall zwischen 400-5000HZ reagiert (Nolan und Tucker 1988). Die Verstärkung der Frequenzen, die in einem spezifischen Hörgerät verfügbar sind, hängt von dem Verlauf der Hörschwelle ab und wird vom Hörgerät-Akustiker bestimmt.

2.1.3. Grenzen des konventionellen Hörgerätes

Ein Hörgerät kann nicht, wie eine Brille, die in vielen Fällen ein fast normales Sehen ermöglicht, normales Hören herstellen (Harris et al 1988; McAlister, 1990; Bench, 1992). Die Vielschichtigkeit und Variabilität des Sprachschalls sowie die auditive Komplexität, die dem Hörverlust zu Grunde liegen, verhindern dies.

Probleme des konventionellen Hörgerätes, die häufig in der Literatur erwähnt werden, sind folgende:

- Nebengeräusche stören das Sprachsignal (Ling in Calvert und Silverman 1983; McAlister, 1990).
- Veränderungen in der Entfernung zur Sprachquelle, oder der Richtung aus der das Signal kommt, beeinflussen den Perzeptionsvorgang (Bench 1992).
- Das verminderte Frequenzunterscheidungsvermögen, verursacht durch sensorineuralen Hörverlust, kann nicht adäquat vom Hörgerät überwunden werden (Turner et al, 1987).
- Wegen der erhöhten Verstärkung, die bei größerem Hörverlust benötigt wird, können sowohl Hörgerät wie auch das Ohr selbst Verzerrung verursachen. Verzerrung im Hörgerät-System reduziert die Klarheit und möglicherweise auch die Verständlichkeit der Sprache (Hull 1997; N.R.C. 1991).
- Die Folgen von peak-clipping bei bestimmten Arten von Nebengeräuschen kann die Verständlichkeit reduzieren (Ling, 1983).
- Bei hochgradiger Schwerhörigkeit und Gehörlosigkeit ist die Dynamikbreite begrenzt. Dies erfordert eine Reduzierung der Dynamik des Eingangssignals. Dies wiederum beeinflusst die Elemente des Sprachsignals, welche zur Verständlichkeit beitragen (N.R.C.1991).
- Einige Autoren drücken Bedenken in Bezug auf die Versorgung und Anpassung von passenden und wirksamen Hörgeräten aus, besonders im Fall von jüngeren Kindern, die sich sprachlich

schwer verständigen können. (Flexer und Wood 1984; Diefendorf und Arthur, 1987; Moore 1995b).

2.1.4. Neue Entwicklungen

Jüngste Fortschritte im Bereich der digitalen Hörgeräte werden von einigen Autoren als bahnbrechender technologischer Durchbruch beschrieben mit großen Vorteilen für den hörgeschädigten Nutzer (Levitt 1988; Sammeth 1989; Moore 1995b). In den letzten zehn Jahren sind vor allem im Bereich des Bedienungskomforts und der Größe bedeutende Fortschritte erzielt worden. Verglichen mit analogen Instrumenten werden folgende Vorteile der digitalen Geräte in der Literatur angegeben:

- **Verbesserte Signalverarbeitung:** Die Qualität und Präzision der Frequenzwiedergabe übersteigt bei weitem das eines konventionellen Hörgerätes (Levitt et al 1986).

- **Spezifische Signalverarbeitungsfähigkeiten, einzigartig bei digitalen Systemen:**

Das digitale Hörgerät kann so programmiert werden, dass eine „intelligente“ Signalverarbeitung möglich ist, indem die Verstärkung von der Struktur des Signals und der Nebengeräusche bestimmt wird (Levitt 1988).

- **Kompensation für spezifische auditive Defizite:** Computer-Programmierung, welche die Verzerrung, den Störschall und das akustische Feedback mindert, könnte bei Störungen in der Dynamikbreite und interner Verzerrung kompensierend wirken (Sammeth 1989; Moore 1995a, b).

Die Zukunft des Hörgerätes liegt für viele Autoren und Forscher im digitalen Bereich. Sammeth (1989) hat diese Ansicht schon vor zehn Jahren geäußert:

„Hearing instruments that employ various forms of digital technology have been on the market less than three years, yet they are already having a significant impact on the field. Over the next decade, hybrid analogue-digital and eventually true digital hearing instruments are likely to revolutionize the hearing industry“(Sammeth 1989: 9).

Obwohl volldigitale Hörgeräte zunehmend auf den Markt kommen, ist die von Sammeth vorankündigte „Revolution“ im Hörgerätdesign und in der Versorgung in den meisten europäischen Ländern noch nicht eingetreten. Es bleibt abzuwarten, ob dies in den nächsten Jahren der Fall sein wird.

2.2. COCHLEA IMPLANTAT

Im Gegensatz zu konventionellen Hörgeräten, deren Hauptaufgabe in der differenzierten Verstärkung des Sprachschalls besteht, ist der Zweck eines Cochlea Implantats (CI), die Funktion des geschädigten Innenohres zu ersetzen.

2.2.1. Komponenten und Hörvorgang

Die Komponenten:

Clark et al (1997) beschreiben die Komponenten eines Cochlea Implantats wie folgt:

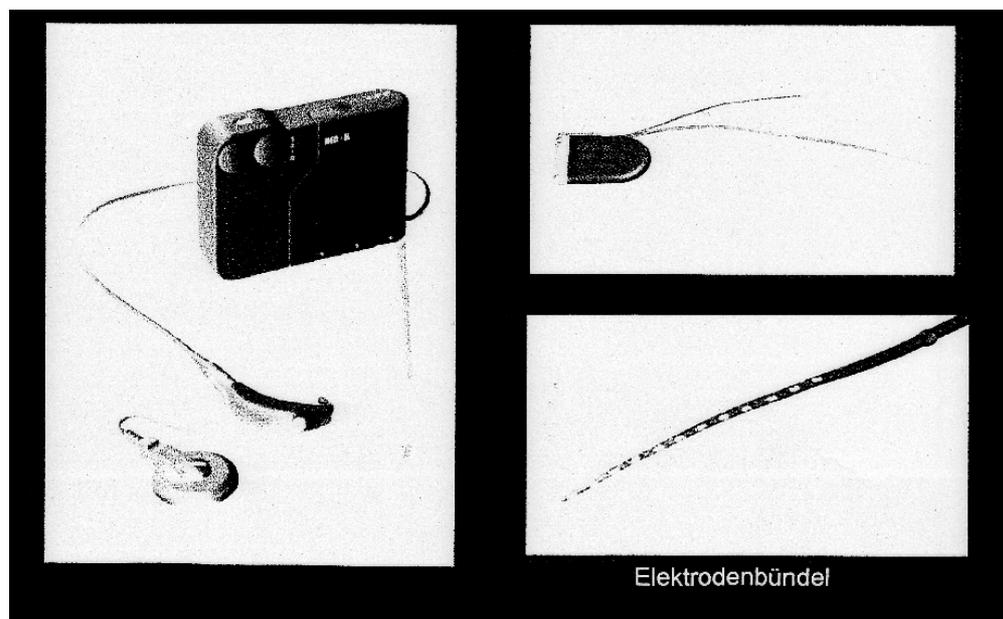
- a. Mikrofon
- b. Kabel
- c. Sprachprozessor
- d. Senderspüle
- e. Empfänger

f. Elektrodenbündel

Abbildung 14 zeigt die Komponenten des Med-El Combi 40+

Sprachprozessor + Senderspüle

Empfänger + Elektrodenbündel

**Der Hörvorgang:**

Die folgende Beschreibung der Funktionen eines Cochlea Implantats (Tab.14) ist eine Zusammenfassung der Informationen aus Calgagnini-Stillhardt (1994), Lenarz (1998) und Tye-Murray (1992):

Tab.14: Der Hörvorgang mit einem Cochlea Implantat

Der Hörvorgang mit einem Cochlea Implantat

Schallwellen erreichen das System durch ein kleines Mikrofon hinter dem Ohr....

|

Diese Schallwellen werden durch ein dünnes Kabel vom Mikrofon zum Sprachprozessor übertragen....

|

Der Sprachprozessor selektiert und kodiert die Sprachmerkmale, die für die Perzeption der Sprache wichtig sind....

↓
 Diese elektrischen Signale werden durch das Kabel zur Sendespule zurückgeschickt....

↓
 Die Sendespule leitet die Signale durch Radiowellen oder Induktion durch die Haut zum Empfänger....

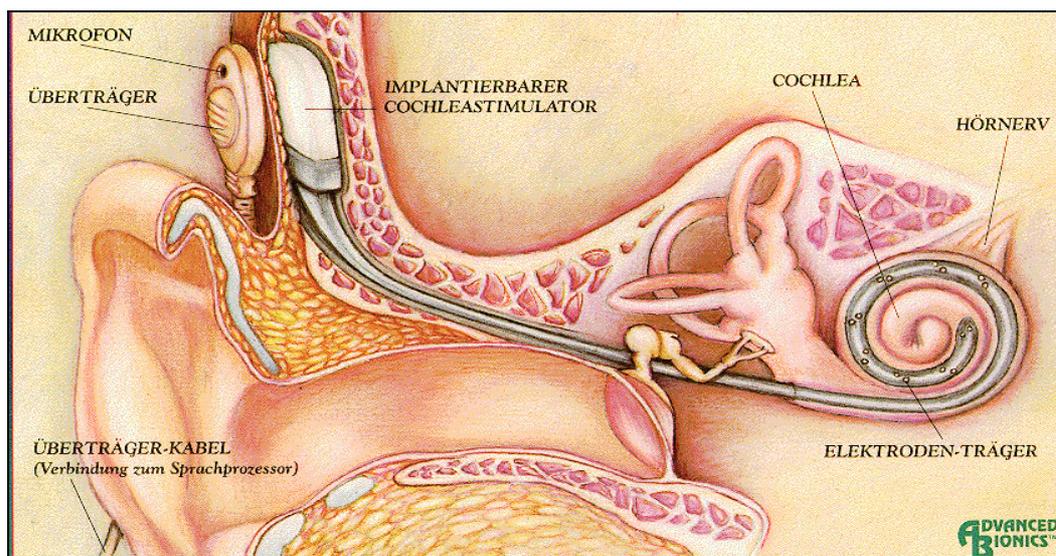
↓
 Im Empfänger wird die Information dekodiert und zum Elektrodenbündel in der Cochlea weitergeleitet....

↓
 Das Elektrodenbündel besteht aus kleinen Einzeldrähten. Jede einzelne Elektrode hat einen Draht, der sie mit dem Empfänger verbindet. Die kodierten elektrischen Signale werden zu bestimmten Elektroden übertragen....

↓
 Die Elektroden stimulieren entsprechende Fasern der Hörnerven, die diese Informationen an das Gehirn weiterleiten. Hier werden die Signale empfangen und interpretiert.

Dieser Vorgang wird in der folgenden Abbildung verdeutlicht:

Abb.15: Der Hörvorgang mit einem CI



2.2.2. Historische Entwicklung

„ I introduced right into both ears two rods of metal with rounded ends; I linked them up, immediately to the two extremities of the apparatus. The moment when the circuit was completed in this way I received a jolt in the head; and a few moments later... I began to feel a sound, or rather a noise in my ears which I cannot define clearly...“ (Volta, 1800).

Das oben angeführte Zitat beschreibt den frühesten dokumentierten Versuch, Hören durch elektrische Stimulation des auditiven Systems zu erzeugen. In seinem Bericht an die Royal Philosophical Society von 1800 beschrieb Volta die Empfindung als einen Schlag am Kopf und ein Geräusch, das dem ähnlich ist, welches beim Kochen dicker Suppe auftritt. Diese unangenehme Erfahrung hielt ihn von weiteren Experimenten ab. Ritter (1801) führte jedoch kurze Zeit später dieselbe Prozedur durch, allerdings mit beinahe dem fünffachen der Zellen wie Volta. Seine Berichte von unangenehmen zerebralen Auswirkungen wirkten für ein halbes Jahrhundert als Abschreckung für andere Versuche. In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurde die Untersuchung dieses Phänomens wieder aufgenommen. Die folgende Tabelle fasst die wichtigsten Ereignisse von der Mitte des 19. bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts zusammen, basierend auf Informationen aus Stevens und Jones (1939), Simmons (1966), Michelsen (1971), Plant und Spens (1995) und Clark et al (1990).

TAB.15: Frühe Versuche, das auditive System durch elektrische Impulse zu stimulieren

	VORGEHENSWEISE	ERGEBNISSE
1855: Duchenne de Boulogne	Eine warme Salzlösung wurde ins Ohr eingeführt und danach eine Elektrode. Unter Einsatz eines Kondensators sowie einer Induktionsspule wurde ein Vibrator in den Kreislauf eingebaut	Die Geräusche wurden beschrieben als „ähnlich einer Fliege deren Flügel sich zwischen Fensterscheibe und Vorhang bewegen.“ Dieses Geräusch nahm mit steigender Stromstärke zu.
1868: Brenner	Eine negativ geladene Elektrode wurde in eine Salzlösung eingetaucht und im Ohr eingesetzt. Die positive Elektrode wurde an einem anderen Körperteil angebracht.	Das Einsetzen des Stromflusses rief den Eindruck eines metallischen Geräusches hervor. Die auditiven Empfindungen fielen bei den Testpersonen unterschiedlich aus, waren jedoch für dieselbe Person immer identisch: Summen, Zischen, Rollen, Pfeifen und Klingeln in verschiedenen Tonhöhen. Brenner begründete alle Auswirkungen der elektrischen Stimulation mit der Erregung des 8. Nervs.
1930: Wever und Bray	Eine Elektrode wurde in den Hörnerv einer Katze implantiert. Das verstärkte Ausgangssignal dieser Elektrode stellte wieder die Wellenform von Sprachfrequenzen her.	Ein Beobachter, der sich das Ausgangssignal über einen Lautsprecher anhörte, war in der Lage Worte zu verstehen, die in das Ohr der Katze gesprochen wurden.
1939-1940: Jones et al	Zwanzig Probanden ohne Trommelfell wurden getestet. Die aktive Elektrode, ein in Salzlösung getauchter Draht mit Baumwolle umwickelt, wurde im Bereich des ovalen oder runden Fensters platziert.	Einige Patienten hörten einen Ton bei niedrigen Stromstärken, andere benötigten Stärken nahe am Elektroschock. Neun der Patienten hörten Töne, die in der Höhe den angewandten Frequenzen entsprachen: ...Fünf hörten ein summendes Geräusch. ...Zwei hörten sowohl den Reinton als auch das Summen, jedoch bei unterschiedlichen Frequenzen.

	...Vier hörten nichts.
--	------------------------

Diese frühen und zum Teil primitiven Versuche, Höreindrücke durch die oben beschriebenen elektrischen Stimulationen hervorzurufen, bereiteten, zusammen mit weiteren Entwicklungen aus dem Bereich der Elektronik, den Weg für die intensive, kontinuierliche Forschung der elektrischen Stimulation des auditiven Nervs. Diese wurde dann in den späten Fünfziger Jahren intensiviert.

Im Jahre 1957 berichteten Djourno und Eyries (Frankreich) vom ersten Versuch, den Hörnerv durch direktes Ansetzen einer Elektrode zu stimulieren. Bei der Operation an einem fünfzigjährigen gehörlosen Mann wurden Elektroden direkt auf den auditiven Nerv implantiert. Der Patient beschrieb Geräusche wie „zirpende Grillen“ oder einem „Roulette-Rad“ und war fähig, begrenzte Unterschiede in der Tonhöhe wahrzunehmen und zwischen Wörtern wie „Papa“, „Mama“ und „hallo“ zu diskriminieren. Den Berichten zufolge wurden die Geräusche in den tieferen Frequenzbereichen als lauter empfunden.

Bei einem zweiten Patienten, einem gehörlosen Jugendlichen, der kurz darauf sein Implantat erhielt, werden ähnliche Empfindungen protokolliert. Fünf Jahre später waren die Implantate bei beiden Patienten noch funktionsfähig, aber Versuche, langfristige Sprachdiskrimination zu entwickeln, schlugen fehl. Es schien, dass Frequenzen höher als 1kHz nicht hergestellt werden konnten.

Im Jahre 1961, obwohl erst 1976 veröffentlicht, operierte House (Los Angeles, USA) an einem vierzig-jährigen, gehörlosen Mann. Bei der Operation wurde eine Golddraht Elektrode in der Scala Tympani platziert (House et al, 1976)

Um Vergleichsdaten zu erhalten, wurde kurz darauf eine dreißigjährige Frau implantiert. Obwohl beide Patienten von angenehmen und nützlichen Hörempfindungen durch elektrische Stimulation berichteten, wurden die Implantate innerhalb weniger Wochen aus Sorge vor Infektionen und Problemen mit dem verwandten Isolationsmaterial entfernt.

Simmons et al (1965) und Simmons (1966, Stanford, U.S.A.) beschreiben die Resultate einer Implantation von sechs Elektroden in den Modiolus bei einem Patienten mit hochgradigem sensorineuralem Hörverlust. Die Elektroden wurden entlang des Modiolus implantiert, damit die Haarzellen, welche unterschiedliche Frequenzen repräsentieren, stimuliert werden konnten. Die Ergebnisse zeigten, dass der Patient eine Veränderung in der Tonhöhe wahrnehmen konnte. Es gab eine Übereinstimmung zwischen der Position der Elektrode und der Tonhöhe, die durch Stimulation erzeugt wurde, so dass eine grobe Wahrnehmung des Frequenzspektrums ermöglicht wurde. Sprache wurde zwar als solche erkannt, aber nicht verstanden.

1971 berichtete Michelsen (San Francisco, USA) von der Implantation an vier Patienten mit hochgradigem sensorineuralem Hörverlust. Nach der Implantation hörten zwei der Patienten nur Lärm und man stellte einen neuralen Schaden fest. Daher wurden sie von der Studie ausgeschlossen. Die anderen zwei Probanden zeigten gute Fähigkeiten im Bereich der Frequenzdiskrimination. Sie waren in der Lage, Signale von 125 bis 10000 und 12000Hz zu hören und Sprachsignale als solche zu erkennen, obwohl das Verständnis schwach war. Beide konnten das Geschlecht des Sprechers erkennen.

Die siebziger Jahre waren eine Periode von intensiver Forschung und Experimenten in vielen Cochlea Implantat Zentren in Australien, den Vereinigten Staaten und Europa. Tabelle 16 zeigt die wichtigsten Zentren dieser Zeit mit einer kurzen Beschreibung der dortigen Forschungsprogramme.

Tab.16: Forschung im Cochlea Implantat Bereich in den siebziger Jahren

<u>Institut</u>	<u>Wissenschaftler</u>	<u>Forschungsbereich</u>
Hearing Rehabilitation Research Centre Los Angeles	House, Berliner et al.	-Nach anfänglicher Forschung im Bereich der mehrkanaligen Implantate konzentrierte man sich nach dem Jahre 1973 auf das ein-kanalige System. -Für monopoläre Stimulation wurde eine aktive Elektrode in der Scala tympani implantiert. Bis zum Ende des Jahres 1980 wurden 132 Patienten operiert.
University of California, San Francisco	Michelsen, Merzernch et al.	-Fünf Patienten wurde ein bipolares, ein-kanaliges Gerät mit transkutaner Übertragung implantiert. -Zusätzlich erhielten einige Patienten mehrkanalige Implantate mit acht bipolaren Elektrodenpaaren. -Ein weiterer Schwerpunkt war die Tierforschung, vor allem mit Katzen.
Stanford University	Simmons et al.	-Drei Patienten wurden mit mehrkanaligen Implantaten versorgt. -Die Elektroden wurden in den Modiolus implantiert und zur perkutanen Übertragung eingesetzt. -Der Schwerpunkt lag auf der Entwicklung von Elektroden und Sendern.
University of Utah	Eddington, Dobelle, Brackmann et al.	-Vier Patienten wurden mit mehrkanaligen Implantaten versorgt. -Die Elektroden wurden in der Scala tympani implantiert. -Der Schwerpunkt lag auf der Optimierung des Signalverarbeitungssystems. -Ein Patient hatte normales Gehör in einem Ohr. Die auditive Perzeption durch elektrische Stimulation im geschädigten Ohr wurde mit der Perzeption durch akustische Stimulation in dem anderen Ohr verglichen.
University of Washington	Clopton, Miller, Pfungst et al-	-Tierforschung mit Affen -Verhaltensforschung und die physiologischen Reaktionen auf elektrische Stimulation. -Stromfluss, Elektrodendesign sowie Schädigungen des auditiven Systems nach der Implantation wurden untersucht.

Australien	Clark et al	-Drei Patienten wurden mit mehrkanaligen Implantaten versorgt -Der Schwerpunkt lag auf der technischen Entwicklung und dem Design der Elektroden
Frankreich	Chouard et al.	-40 Patienten wurden mit mehrkanaligen Implantaten mit unterschiedlicher Elektrodenzahl versorgt. -Die ersten 21 Patienten wurden mit perkutanen Übertragungssystemen versorgt. Danach wechselte man jedoch aufgrund der Infektionsgefahr zu transkutanen Systemen.
Österreich	Hochmair-Desoyer, Burian et al.	-Versorgung von fünf Patienten mit mehrkanaligen Scala tympani Geräten -Vergleichende Untersuchungen zwischen den Systemen mit unterschiedlichen Elektrodenzahlen und einkanaligen Systemen wurden vorgenommen.
Großbritannien	Douek, Fourcin Moore et al	-Zwölf Patienten wurden mit extracochleären Implantaten versorgt.
Deutschland, Dänemark, Schweiz, Spanien	Banfai et al. Hansen et al Fisch et al Bosch et al	-Mehrkanalige Implantationen

Die oben aufgeführte Tabelle, deren Informationen aus Berliner und House (1981) sowie Plant und Spens (1995) zusammengestellt wurden, zeigt deutlich das wachsende Interesse an der Cochlea Implantation. Bis zum Jahre 1981 wurden 200 postlingual ertaubte Erwachsene weltweit implantiert.

Die Achtziger Jahre erlebten eine Verlagerung von dem früheren Schwerpunkt der Implantation postlingual ertaubter Erwachsenen auf den Bereich der prälingual ertaubten Erwachsenen um dann, gegen Mitte des Jahrzehnts, die postlingual ertaubten Kindern mit einzubeziehen. Diese Bewegung machte neue Forschungsschwerpunkte, vor allem im Bereich der Sprachverarbeitung, nötig und eröffnete eine ethische und moralische Debatte, welche noch

heute die pädiatrische Cochlea-Implantation umgibt. Um diesen neuen Anforderungen gerecht zu werden, wurde in den achtziger Jahren viel Zeit in die technische Entwicklung der Implantat-Systeme investiert und viele Veränderungen im Implantat-Design vorgenommen. Wilson (in Tyler, 1993) beschreibt die verschiedenen Optionen im Design der Systeme wie folgt:

1. Die Elektroden:

Hiermit ist hauptsächlich die Platzierung der Elektroden gemeint. Obwohl das Einbringen in der Scala tympani am häufigsten angewandt wird, so kann auch im Modiolus, im Nucleus cochlearis und extracochleär implantiert werden. Darüber hinaus sind Elektrodenzahl, -anordnung und -orientierung wichtige Design-Aspekte.

2. Die Übertragung:

Damit ist die Art, in der die akustischen Signale vom externen Sprachprozessor zu den implantierten Elektroden übertragen werden, gemeint. Dies kann perkutan oder transkutan erfolgen. Obwohl die perkutane Übertragung Vorteile im Bereich des Signalflusses aufweist und eine einfachere Technik ermöglicht, ist die Infektionsgefahr größer. Daher wird meist die transkutane Übertragung bevorzugt (Eine Ausnahme ist das Ineraid-System, Utah).

3. Die Sprachverarbeitungsstrategien:

Damit ist die Zahl der Kanäle (Einkanalig/Mehrkanalig) gemeint, die Art der Stimulation (analog oder pulsatil) sowie die Selektion von verschiedenen Sprachelementen (z.B. Feature-extraction). In den letzten 20 Jahren sind mehrere Systeme weltweit entwickelt worden, die zum Teil große Unterschiede in der technischen Ausführung aufweisen, z.B.:

- Clarion (Advanced Bionics)
- Laura (Phillips Hearing Instruments)
- Digisonic (MXM)
- Combi 40 (Med-EI)

- Nucleus 22 (Cochlear)

Da die Probanden in dieser Arbeit ausschließlich mit den letzten beiden Systemen versorgt wurden (Combi 40 und Nucleus 22), werden nur diese Systeme im folgenden Abschnitt beschrieben.

2.2.3. Nucleus 22 (Cochlear) und Combi 40 (Med EI)

Die technische Entwicklung von Nucleus Systemen beruht auf der Arbeit von Clark et al in Melbourne, Australien (Clark et al, 1987a,b; Dowell 1991; Plant und Spens, 1995), die des Med EI Systems auf der Arbeit von Wilson, Utah, USA (Wilson et al, 1988, 1990,1991).

Folgende Tabelle vergleicht die Designdaten beider Systeme:

Tab.17: Nucleus 22 und Med EI Combi 40

	Kanäle	Übertragung	Sprachverarbeitung
NUCLEUS 22	-22 Kanäle -Intracochleäre Platzierung	Transkutan	- mehrkanalig - M Peak (Feature Extraction und/oder Speak)
MED-EL COMBI 40	-Acht Kanäle -Intracochleäre Platzierung	Transkutan	- mehrkanalig - CIS Strategie (Wellenform + Feature Extraction)

Wie oben ersichtlich, unterscheiden sich die beiden Systeme auf folgenden Gebieten:

- der Zahl der Kanäle
- der Sprachverarbeitungsstrategien

2.2.3.1. Zahl der Kanäle

Das erste pädiatrische Implantat war ein einkanaliges System (3M/House, Berliner und Eisenberg, 1985). Clark et al, in Melbourne, Australien, begannen schon 1971 mit ihrer Forschung im Bereich der

mehrkanaligen Systeme (Clark und Hallworth, 1976). Obwohl die Herstellung von einkanaligen Systemen bis in die Neunziger Jahre fortgesetzt wurde (z.B. Med-El, Hochmair-Desoyer und Steinwerder, 1993), deutet die Mehrheit der Forschungsarbeiten auf ein besseres Sprachverständnis mit mehrkanaligen Systemen hin (Cohen et al, 1993; Miyamoto et al, 1992; Gantz et al, 1988). Diese Auffassung wurde schon 1980 wie folgt festgehalten:

„Studies using a single-channel cochlear implant...have shown that some of those patients may be helped in identifying a small number of sounds in a closed-set, in distinguishing voiced from unvoiced speech sounds and in hearing the rhythm and intonation of speech. It is, however, generally agreed that if profoundly or totally deaf patients are to perceive significant amounts of connected speech, multiple-channel electrical stimulation of discrete groups of auditory nerves will be necessary to provide more information about the speech signal“ (Tong et al, 1980: 1897)

Vergleichsanalysen in Bezug auf mehrkanalige Systeme mit unterschiedlichen Elektrodenzahlen sind jedoch kaum vorhanden. Die überwiegende Mehrzahl der Forschungen beschreibt die Ergebnisse bestimmter CI Systeme (z.B. Waltzmann, 1990 und 1997; Staller et al, 1991; Osberger et al, 1991; Miyamoto et al, 1993 und 1995) oder vergleicht die Sprachperzeptionsfähigkeiten von Probanden mit Hörgeräten/taktilen Geräten und Cochlea Implantate (z.B. Somers, 1991; Osberger et al, 1991 und 1993; Tait und Lutman 1994).

Gantz et al, 1987,1988 und Tyler et al, 1987 sind zwei der wenigen vorhandenen Untersuchungen der verschiedenen Systeme. Dabei geht es jedoch unter anderem auch um den Vergleich von einkanaligen und mehrkanaligen Systemen (Gantz et al) und die unterschiedlichen Sprachverarbeitungsstrategien (Tyler et al).

2.2.3.2. Die Sprachverarbeitungsstrategien (MPeak und CIS)

MSP-Multipeak (MPeak)

Nucleus System

Die MPeak Sprachverarbeitungsstrategie wurde in Melbourne, Australien, von Clark et al entwickelt. Nach anfänglichen Versuchen, einen Sprachprozessor auf physiologischer Basis herzustellen, in dem die Reaktionen der auditiven Neuronen und die Mechanismen der Basilar Membran imitiert werden sollten, wurden aufgrund des geringen Erfolgs neue Wege gesucht. Die Hauptfrage, die sich Clark et al stellten, war, ob eine Vorauswahl der Sprachsignale effektiver wäre, d.h. ob bestimmte, wichtige Sprachelemente selektiert und dem Patienten präsentiert werden sollten.

Aufgrund der vorhergehenden Forschung und den Erkenntnissen auf dem Gebiet des Informationsgehaltes in unterschiedlichen Formanten Bereichen wurde ein F0-F2 Sprachprozessor entwickelt (F0 unterstützt die Perzeption der Stimme und F2 ist sowohl für die Perzeption der Vokale als auch für den Artikulationsort der Konsonanten wichtig).

Nach erfolgreichen Versuchen mit drei Patienten wurde F1 hinzugefügt (F1 enthält Informationen über die Vokale sowie die Stimmhaftigkeit und den Artikulationsmodus der Konsonanten. Es ermöglicht eine verbesserte Wahrnehmung von Amplituden, welches wiederum für die Erkennung von Konsonanten wichtig ist). Im Jahre 1986 wurde die F0/F1/F2 (WSP III genannt) für postlingual gehörlose Erwachsene zugelassen.

Aufgrund der noch problematischen Perzeption von Konsonanten fügte man drei weitere spektrale Informationen im Hochfrequenzbereich hinzu. Dabei wurden die drei Hochfrequenzbereiche (2000Hz-2800Hz; 2800Hz-4000Hz und 4000Hz-6000Hz) berechnet und folgende Strategien eingebaut:

- Für die stimmhaften Laute wurden die Signale der ersten 2 Frequenzbereiche benutzt, um die 2 eher apikalen Elektroden im Hochfrequenzbereich zu stimulieren.
- Für die stimmlosen Laute wurden die Amplituden in den drei Hochfrequenzbereichen benutzt.
- Die F2 Amplitude stimulierte eine vierte Elektrode im F2 Frequenzbereich. Die Strategie wurde Multippeak genannt, und der daraus entwickelte Sprachprozessor MSP.

In Vergleichsstudien zwischen WSP III und MSP stellte man fest, dass sich die Perzeption von Sprache mit dem MSP System sowohl mit als auch ohne Störschall signifikant verbesserte (Dowell et al, 1990; Skinner et al, 1991). Die MSP-Multippeak Sprachprozessoren wurden Ende 1989 zugelassen.

Continuous Interleaved Sampling (CIS)

Combi 40 Med EI System

Diese Strategie, die auch im Clarion (Advanced Bionics) und Laura (Phillips Hearing Instruments) eingesetzt wird, ist eine Kombination aus „Feature Extraction“ (siehe oben) und der Repräsentation von Wellenformen. Dabei können bestimmte Sprachelemente betont und Informationen über Variationen in Bandpässen des Signals simultan präsentiert werden.

Battmer (in Lenarz, 1998:74), basierend auf der Arbeit von Wilson et al (1994) beschreibt diese Strategie wie folgt:

- Das Eingangssignal wird mit Hilfe eines AGC (Automatic Gain Control) -Verstärkers auf einen Dynamikbereich von 60dB komprimiert
- Das Signal wird über Bandpässe (Frequenzbereich 250- 3500Hz) in 8 Kanäle aufgeteilt.
- Die daraus resultierende Amplitudeninformation wird in den

- elektrischen Hörbereich des Patienten übertragen.
- Der Ausgangswert wird auf den Unbehaglichkeitsgrenzwert (UCL) begrenzt und der so gewonnene Wert zum Implantat gesendet.
- Das Signal wird vom Implantat dekodiert und die Amplitude entsprechend stimuliert.
- Um mögliche Interaktionen zu vermeiden, erfolgt die Reizung zeitversetzt von Kanal zu Kanal.
- Charakteristisch für das CIS ist die konstante, sehr schnelle und sequentielle Reizfolge der Pulse auf den benutzten Kanälen.

2.2.4. Pädiatrische Cochlea Implantation

Das erste pädiatrische Cochlea-Implantations Programm begann 1980 im House Ear Institute in Los Angeles, durchgeführt von William F. House. In den ersten 18 Monaten wurden 12 gehörlose Kinder mit einkanaligen Systemen implantiert (Berliner und Eisenberg, 1985). Darauf folgte eine Periode intensiver Aktivität, in der zahlreiche Kinder implantiert wurden. Der erste umfangreiche Bericht über diese Kinder im Alter zwischen zwei und siebzehn Jahren wurde 1988 veröffentlicht (Luxford et al, 1988). Es wurde gezeigt, dass die Probanden zwar Unterschiede in der Silbenzahl erkennen konnten, aber nur zwei ein offenes Sprachverständnis erreichten.

Die erste pädiatrische Implantation eines mehrkanaligen Systems wurde 1985 im Royal Victorian Eye and Ear Hospital, Melbourne, Australien, von einem Team, angeführt von Graeme Clark, unternommen. Der Patient war ein zehn jähriger Junge, der im Alter von dreieinhalb Jahren als Folge von Meningitis ertaubt war. Durch die positiven Ergebnisse ermutigt, wurde ein fünfjähriges, postlingual (N.B. Clark, 1997:22, benutzt hier den Ausdruck „perilinguistically“) ertaubtes Kind 1986 implantiert (Clark, 1997).

Die Operationen an den ersten in Europa implantierten Kindern wurden in Oslo (Januar 1988) durchgeführt, gefolgt von Nottingham im März 1989.

Das pädiatrische Programm in Deutschland begann 1988 in Hannover. Bedingt durch „*anfängliche Skrupel, Kleinkinder intracochleär zu versorgen*“ (Lenarz, 1998: 7) wurde ein Kombi-Implantat entwickelt, das zunächst extracochleär und nach ein oder zwei Jahren intracochleär implantiert werden konnte. Lenarz berichtet jedoch weiter, dass diese Möglichkeit von den Eltern nicht wahrgenommen wurde, da sie sich meist für eine sofortige intracochleäre Platzierung entschieden.

Wichtige Faktoren im Design von pädiatrischen Cochlea Implantat Systemen

Die generelle Sicherheit und Design-Belange in der technischen und chirurgischen Entwicklung von Implantat-Systemen betreffen Erwachsene wie auch Kinder. Zusätzlich gibt es eine Reihe von Fragen, die besonders Kleinkinder betreffen. Clark et al (1997) beschreiben diese Faktoren wie folgt:

- Die Biokompatibilität der Materialien: Alle für Cochlea Implantationen verwandten Materialien sollten zuerst in Tier-Versuchen erforscht werden, um ihre Biokompatibilität festzustellen.
- Die Gewebereaktion der Cochlea auf die Implantation:
Folgende Aspekte sind hierbei besonders wichtig:
 - Ob die Implantation zu einem Verlust der peripheralen Prozesse der auditiven Neuronen führt.
 - Die Auswirkungen von Einföhrungstrauma (insertion trauma) an den cochleären Strukturen, besonders den auditiven Neuronen.
 - Die Prävention von Infektionen: Das häufige Auftreten von Infektionen, besonders Labyrinthitis, die zum Verlust von Ganglienzellen führt, wurde bei Versuchstieren festgestellt.
- Die Auswirkung des Schädelwachstums auf das Elektrodenbündel
- Die Auswirkung der Implantation und der elektrischen Stimulation auf die Cochlea eines Kleinkindes
- Die Leichtigkeit, eine Elektrode zu entfernen, um zu einem späteren Zeitpunkt ein anderes zu implantieren, sollte das Gerät nicht funktionieren, oder ein verbessertes System erhältlich sein.

- Die Verbreitung von Infektionen (Otitis Media) an der Eingangsstelle der Elektrode in das innere Ohr.

Die spezifischen Faktoren, welche Kleinkinder betreffen, wurden in einem Fünf-Jahres Programm des „US National Institute of Health Studies“ zwischen 1987 und 1992 untersucht. Die Ergebnisse dieses Forschungsprogrammes werden in zahlreichen Berichten beschrieben (z.B. Burton et al., 1994; Cranswick et al., 1987; Franz et al, 1987).

2.2.5. Sprachperzeption und CI :

Internationale Forschungsergebnisse

Der größte Teil der vorhandenen Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der Sprachperzeption und -produktion des mit einem Cochlea Implantat versorgten Kindes stammt aus englischsprachigen Ländern. Dies erklärt sich vor allem durch den frühen Beginn der pädiatrischen Implantation und den daraus gewonnenen Erfahrungen, aber auch durch die Stellung der Forschung in diesen Ländern (vor allem U.S.A. und Australien) und den entsprechenden organisatorischen sowie finanziellen Mitteln, welche dort zur Verfügung gestellt werden.

Der überwiegende Teil der Forschungsarbeiten lässt sich in 2 Gruppen unterteilen:

Allgemeine Analysen der Sprachperzeption und/oder Sprachproduktion

- Analysen der Sprachperzeption und /oder Sprachproduktion des implantierten Kindes unabhängig von der Art oder dem Fabrikat des Implantats. (Archbold, 1994; Tye-Murray und Kirk, 1993; Tye- Murray et al, 1995a,b).
- Analysen der Sprachperzeption und/oder Sprachproduktion des implantierten Kindes unterschieden nach der spezifischen Art und

dem Fabrikat des Implantats. (Novak et al, 1991; Tobey und Hasenstab, 1991; Tobey et al, 1991a-1991b; Tonokawa, 1992).

Vergleichsanalysen

- Vergleichsanalysen der Sprachperzeption und/oder Sprachproduktion des gehörlosen Kindes mit konventionellen Hörgeräten, Taktilem Geräten oder Cochlea Implantat (Miyamoto et al, 1991 und 1995; Somers, 1991; Tait und Lutmann, 1994; Osberger et al, 1991b und 1993; Tobey und Geers, 1994; Geers und Tobey, 1992).

Bis ca. Mitte der neunziger Jahre lag das Schwergewicht der Forschung bei der grob gefassten Fragestellung „ob“ ein Cochlea Implantat einen verbesserten Zugang zur akustischen Wahrnehmung und der darauf aufbauende Sprachperzeption und- produktion bietet. Die teilweise positiven Forschungsergebnisse und Rehabilitationserfahrungen sowie die technischen und medizinischen Entwicklungen haben zu einer weltweiten Ausbreitung des Verfahrens und einer Reduzierung des Alters der Kandidaten geführt. Daher wird in der Forschung in zunehmendem Maße die Frage nach dem „wann“ gestellt (Tye-Murray et al, 1995a; Fryauf-Bertschy et al 1997; Brackett und Zara 1998).

Da sich diese Arbeit ausschließlich mit der Sprachperzeption befasst, werden in dem folgenden Abschnitt einige Arbeiten auf diesem Gebiet beschrieben, welche die unterschiedlichen Aspekte der Forschung illustrieren. Um eine bessere Übersicht zu ermöglichen, werden die Arbeiten zunächst tabellarisch präsentiert und danach im Text besprochen.

Tab.18: Dawson et al (1992)

CI SYSTEM UND PROBANDEN	ZIELE UND METHODEN	ERGEBNISSE
<ul style="list-style-type: none"> • Nucleus 22 • Probandenzahl: 10 8 Kinder (d.h. jünger als 18 Jahren) 2 Erwachsene: - 5 congenitale Hörschädigung - 1 progrediente - 4 nach Meningitis • Alter beim Eintritt der Gehörlosigkeit: Geburt - 3:3 Jahre • Dauer der Gehörlosigkeit: 2:5 - 20:1 Jahre • Implantationsalter: 5:5 - 20:1 Jahre • Hörerfahrung mit dem CI: 1:0 - 5:5 Jahre 	<ul style="list-style-type: none"> • Ziele: 1. Der Einfluss der Variablen auf die Perzeptionsfähigkeiten der Probanden 2. Die Langzeitwirkung des Implantats zu erforschen. • Methoden: Eine Reihe von Sprachperzeptionstests 	<ul style="list-style-type: none"> • Die 5 Kinder, bei der die Dauer der Gehörlosigkeit vor der Implantation weniger als 8 Jahre betrug, erzielten gute Ergebnisse in der Perzeption von „open-set“ Items • Die besten Ergebnisse erzielte der Jugendliche mit progredientem Hörverlust, der mit 14:8 Jahren implantiert wurde. • Jugendliche und Erwachsene bei der die Dauer der Gehörlosigkeit länger war, zeigten Fortschritte im Bereich der open-set Perzeption nur in Verbindung mit Absehen und „closed-set“ ohne Absehen. • Langzeitfortschritte wurden vor allem bei den jüngeren Probanden festgestellt.

Tab.19: Fryauf-Bertschy et al 1997

CI SYSTEM UND PROBANDEN	ZIELE UND METHODEN	ERGEBNISSE
<ul style="list-style-type: none"> • Probandenzahl: 34 • Prälinguale Gehörlosigkeit <ul style="list-style-type: none"> - 17 congenitale - 9 nach Meningitis - 1 früh erworbene, Ätiologie nicht bekannt - 8 vor dem Alter von 20 Monaten - 2 Kinder mit 26 und 30 Monaten nach Meningitis ertaubt • Alter der Probanden: <ul style="list-style-type: none"> 2 bis 15 Jahre - 9 Kinder 2 - 3:11 - 7 Kinder 4 - 4:11 - 10 Kinder 5 - 7:11 - 9 Kinder 8 Jahre oder älter • Alle Kinder sind mit Methoden der Totalen Kommunikation erzogen worden • Hörerfahrung mit dem CI: 3-5 Jahre 	<ul style="list-style-type: none"> • Ziele: <ul style="list-style-type: none"> - Die Sprachfähigkeiten der prälingual ertaubte Kinder nach 3 - 5 Jahren Hörerfahrung mit dem CI zu untersuchen. - Dem Einfluss folgender Faktoren auf die Perzeptionsfähigkeiten der Kinder zu erforschen: <ul style="list-style-type: none"> ...Das Alter bei der Implantation ...Die Dauer des Implantgebrauchs ...Die Stundenzahl des täglichen Gebrauchs • Methoden: <ul style="list-style-type: none"> - Eine Reihe von Sprachperzeptionstests in folgenden Bereichen: <ul style="list-style-type: none"> a) Silbenzahl und Betonung b) Worte und Phoneme - Weibliche Stimme bei ca. 60dB SPL Eingangsschallpegel 	<ul style="list-style-type: none"> • Verbesserte Perzeption von Betonung und Silbenzahl unabhängig vom Alter bei der Implantation und Dauer des täglichen Implantatgebrauchs: • Regelmäßiger Gebrauch des Implantats ermöglicht ein „closed set“ Wort Verständnis. • Alter bei der Implantation: <ul style="list-style-type: none"> -bei „closed-set word tests“ bestehen keine signifikanten Unterschiede zwischen Probanden, die vor dem 5. Lebensjahr oder später implantiert wurden. -bei „open set“ Tests erzielten Kinder, die in jüngerem Alter implantiert wurden, bessere Ergebnisse • Dauer des täglichen Gebrauchs: <ul style="list-style-type: none"> Probanden, die ihr Implantat nur wenige Stunden am Tag nutzten, wiesen schlechtere Ergebnisse auf.

Tab.20: Osberger et al 1991a

CI SYSTEM UND PROBANDEN	ZIELE UND METHODEN	ERGEBNISSE
<ul style="list-style-type: none"> • Nucleus 22 • Probandenzahl: 28 • Dauer der Gehörlosigkeit: 1:0 - 12:0 Jahre • Hörerfahrung mit dem CI: 0:5 - 3:5 Jahre • Alter beim Eintritt der Hörschädigung: Geburt - 10:0 Jahre • Implantationsalter: 2:9 - 14:0 Jahre • Kommunikationsmodus: -Lautsprache/Cued speech: 16 -Totale Kommunikation: 12 	<ul style="list-style-type: none"> • Ziele: <ul style="list-style-type: none"> - Die Sprachperzeptionsfähigkeiten einer relativ großen Gruppe von Kindern zu untersuchen. - Den Einfluss der spezifischen Tests auf die Ergebnisse hin zu analysieren. - Die spezifischen Faktoren zu identifizieren, welche sich positiv auf die sprachperzeptiven Fähigkeiten der Kinder auswirken. • Methoden: <ul style="list-style-type: none"> - Eine Reihe von Sprachperzeptionstests - Tonbandaufnahmen und Freifeldverfahren bei 70dB SPL Eingangsschalpegel 	<ul style="list-style-type: none"> • Sämtliche Probanden wiesen verbesserte Sprachperzeptionsfähigkeiten nach dem Implantat im Vergleich zum Zeitraum vor dem Implantat mit Hörgeräten auf. <ul style="list-style-type: none"> - 75 % erzielten gute Ergebnisse bei der Identifikation von „closed set“ Items - 61 % erzielten verbesserte Ergebnisse in bestimmten Teilbereichen der „open-set“ Aufgaben. • Kommunikationsmodus: Der Vergleich der Ergebnisse der beiden Gruppen zeigte wenig signifikante Unterschiede. • Alle Kinder waren weiterhin auf visuelle Informationen angewiesen, um Sprache im täglichen Leben zu verstehen. • Trotz der positiven Ergebnisse unter ruhigen, strukturierten Bedingungen entstanden Kommunikationsprobleme außerhalb der Klinik.

Tab.21: Waltmann et al 1997

CI SYSTEM UND PROBANDEN	ZIELE UND METHODEN	ERGEBNISSE
<ul style="list-style-type: none"> • Nucleus mehrkanalig • Probandenzahl: 38 • Alter beim Eintritt der Hörschädigung: seit Geburt • Implantationsalter: jünger als 3 Jahre: 15 3 - 5 Jahren: 23 • Hörerfahrung mit dem CI: 2 bis 5 Jahre • Kommunikationsmodus: Lautsprache: 37 Totale Kommunikation: 1 	<ul style="list-style-type: none"> • Ziele: Die Untersuchung von „open set“ Sprachperzeptionsfähigkeiten bei congenital gehörlosen Kindern • Methoden: Prä- und Postoperative Testverfahren mit einer Anzahl von Sprachperzeptionstests 	<ul style="list-style-type: none"> - Alle 38 Probanden demonstrierten signifikante „open set“ Sprachperzeptionsfähigkeiten. - Mehrkanalige Cochlea Implantation ermöglicht die Entwicklung von signifikanter „open set“ Sprachperzeption bei congenital gehörlosen Kindern, welche früh implantiert wurden.

Tab. 22: Rose et al 1996

CI SYSTEM UND PROBANDEN	ZIELE UND METHODEN	ERGEBNISSE
<ul style="list-style-type: none"> • Probandenzahl: 151 - 140 Probanden mit mehrkanaligem System - 3 mit einkanaligem System - Bei 8 Probanden unbekannt • Das Alter beim Eintritt der Hörschädigung: Prälingual ertaubte (keine näheren Details angegeben) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ziele: - Die Zahl der prälingual ertaubten und mit Cochlea Implantat versorgten Kinder festzustellen - den tatsächlichen Gebrauch des Implantats zu untersuchen • Methoden: Einsatz eines Fragebogens zur Ermittlung der Zahl der implantierten Kinder und dem täglichen Gebrauch des Implantats 	<ul style="list-style-type: none"> • 47% der angeschriebenen Probanden benutzten ihr Implantat nicht.

Tab.23: Shea und Domico 1991

CI SYSTEM UND PROBANDEN	ZIELE UND METHODEN	ERGEBNISSE
<ul style="list-style-type: none"> • Nucleus 22 - 8 mit 20-22 Elektroden - 3 mit 7, 15 und 16 Elektroden • Probandenzahl: 11 • Das Alter beim Eintritt der Hörschädigung: - Vermutlich seit Geburt: 7 - Postlingual ertaubt: 4 • Hörerfahrung mit dem CI: Mindestens 12 Monate 	<ul style="list-style-type: none"> • Ziele: - Die postoperativen Entwicklungen in der Sprachperzeptionsfähigkeit zu untersuchen - Die Sprachperzeptionsfähigkeiten der prälingual und postlingual ertaubten Probanden zu vergleichen • Methoden: Unterschiedliche Sprachtests wurden präoperativ und jeweils im Abstand von 6 Monaten postoperativ (bei 70dB SPL) durchgeführt. 	<ul style="list-style-type: none"> • Prälingual gehörlose Probanden: - Vier der sieben Probanden zeigten signifikante Verbesserungen bei „closed set“ prosodischen Tests nach 12 Monaten Implantat Gebrauch. - Zwei weitere wiesen ebenfalls einen Fortschritt auf nach 24 Monaten - Drei zeigten „open set“ Sprachperzeptionsfähigkeiten • Postlingual gehörlose Probanden: - Drei der vier Probanden zeigten bereits nach 6 Monaten deutliche Verbesserungen und erreichten die größte Steigerung nach 12 Monaten - Die postlingual ertaubten Kinder entwickelten sich in allen Testbereichen schneller.

Tab.24: Robinshaw und Evans 1996

CI SYSTEM UND PROBANDEN	ZIELE UND METHODEN	ERGEBNISSE
<ul style="list-style-type: none"> • Nucleus 22 • Probandenzahl : 1 Kind • Das Alter beim Eintritt der Gehörlosigkeit: seit der Geburt • Implantationsalter: 2:5 Jahren • Dauer der Gehörlosigkeit: 2:5 Jahre 	<ul style="list-style-type: none"> • Ziele: Eine Langzeitstudie um die Entwicklung der auditiven, linguistischen und kommunikativen Fähigkeiten des Kindes zu verfolgen • Methoden- Prä- und Post- Implantation Untersuchungen über einen Zeitraum von 2 Jahren und 1 Monat ... Post Implantat : Video und Tonbandaufnahmen 2x im Monat... 	<ul style="list-style-type: none"> • Vor dem Implantat zeigte der Proband keine Anzeichen von auditiver Perzeption entsprechend Schuylers Liste auditiver Ziele. • Post-Implantat: Nach 2 Jahren war der Proband auditiv in der Lage zwischen zwei Sätzen zu unterscheiden, die sich nur im Adjektiv und der Präposition geändert waren.

	Auditive Perzeptionsstufen nach Schuyler et al.	
--	---	--

Tab.25: Vermuelen et al 1995 (2 Untersuchungen)

CI SYSTEM UND PROBANDEN	ZIELE UND METHODEN	ERGEBNISSE
<ul style="list-style-type: none"> • Nucleus 22 • Probandenzahl:10 (mindestens 12 Monaten Implant Gebrauch) - 3 Gruppen: Gruppe 1: 6 Kinder durchschnittliches Alter beim Eintritt der Hörschädigung: 2.9 Jahren, durchschnittliche Dauer der Gehörlosigkeit: 2:8 Jahren Gruppe 2: Zwei Kinder mit einem durchschnittlichen Alter beim Eintritt der Hörschädigung von 5:5 Jahren (4.1 und 6:6 Jahren) Dauer der Gehörlosigkeit 6 Jahre. Gruppe 3: 2 Kinder mit „Ushers Syndrom“ (Congenitale Gehörlosigkeit) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ziele Auf der Basis folgender Kriterien die perceptiven Fähigkeiten zu untersuchen: - Alter beim Eintritt der Gehörlosigkeit - Dauer der Gehörlosigkeit - Dauer des Implantat Gebrauchs • Methoden Die holländische Fassung des „Early Speech Perception Tests“ (Geers and Moog) 	<ul style="list-style-type: none"> - Es bestehen große Unterschiede innerhalb der Gruppen - Die zu einem späteren Zeitpunkt ertaubten Kinder (Gruppe 2) erreichten die besten Ergebnisse - Die Gruppe 1 zeigte einen ähnlichen Entwicklungsverlauf, der jedoch langsamer abließ. - Die Gruppe 3 erzielte die schlechtesten Ergebnisse. Es waren im ersten Jahr nach der Operation nur geringe Verbesserungen in der Perception der segmentalen Merkmale erkennbar. - Die Perception der suprasegmentalen Merkmale verbesserte sich jedoch.
<ul style="list-style-type: none"> • Nucleus 22 und konventionelle Hörgeräte • Probandenzahl: 47 • Gruppe 1: 10 mit CI versorgte Kinder (5:9 - 14:3 Jahre) Gruppe 2: 	<ul style="list-style-type: none"> • Ziele Die Sprachperzeptionsfähigkeiten von Kindern mit Hörgeräten und Cochlea Implantaten zu vergleichen • Methoden Die holländische Fassung des „Early Speech Perception Tests“ 	<ul style="list-style-type: none"> - Die Gruppe der mit CI versorgten Kinder erzielte in allen Testbereichen die besseren Ergebnisse. - Durchschnittliche Ergebnisse bei segmentalen Sprachmerkmalen: CI Gruppe : 61 % Hörgerät Gruppe : 23 % - Durchschnittliche Ergebnisse bei suprasegmentalen

37 überwiegend prälingual gehörlose Kinder mit Hörgeräten (4-7 Jahre alt)	(Geers and Moog)	Sprachmerkmalen: CI Gruppe : 74 % Hörgerät Gruppe : 37 %
---	------------------	--

Tab.26: Tye-Murray et al 1995a

CI SYSTEM UND PROBANDEN	ZIELE UND METHODEN	ERGEBNISSE
<ul style="list-style-type: none"> • Nucleus mehrkanalig • Probandenzahl: 28 3 Gruppen unterteilt nach Alter bei der Implantation: <ul style="list-style-type: none"> - 2 - 5 Jahre (12 Kinder) - 5 - 8 Jahre (9 Kinder) - 8 - 12 Jahre (7 Kinder) - Alter beim Eintritt der Hörschädigung: prälingual gehörlos (d.h. Eintritt vor dem Alter von 18 Monaten) - Hörerfahrung mit dem Implantat: Ein Minimum von 24 Monaten - Kommunikationsmodus: Alle Probanden benutzten simultane Kommunikation vor der Implantation (z.B.LBG/LUG) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ziele <ul style="list-style-type: none"> - Wie das Alter bei der Implantation die perzeptive und produktive Sprachfähigkeiten des Kindes beeinflusst. - Welche Beziehung zwischen Sprachperzeptions- und Sprachproduktionsfähigkeiten besteht - Ob sich die Verständlichkeit der sprachlichen Äußerungen der Kinder nach längerem Hörerfahrung mit dem CI verbessern. - Ob die Kinder, die vor der Implantation die simultane Kommunikation einsetzen, nachher vermehrt Lautsprache ohne Gebärden benutzen. • Methoden <ul style="list-style-type: none"> - Eine Reihe von Sprach- und audiologische Untersuchungen - Freifeld in einem ruhigen Zimmer bei einem Eingangsschalldruckpegel von „normaler Konversationslautstärke“. 	<ul style="list-style-type: none"> - Kinder, die vor dem 5. Lebensjahr implantiert wurden, erzielten bessere Ergebnisse als ältere Kinder. - Kinder, die bessere Sprachperzeptionsfähigkeiten aufweisen entwickeln auch bessere Produktionsfähigkeiten. - Die Verständlichkeit der Äußerungen bewegte sich in den ersten zwei Jahren auf niedrigem Niveau. Nach einem Minimum von 2 Jahren CI Gebrauch verbesserte sich jedoch die Verständlichkeit. - Die Kinder benutzten weiterhin Gebärden.

--	--	--

Im folgenden Abschnitt werden die oben aufgeführten Arbeiten erläutert.

In ihrer Studie der 28 implantierten Kinder zeigen Osberger et al (1991a), dass sich die auditiven Fähigkeiten der Probanden nach der Implantation im Vergleich zu Testergebnissen vor dem Implantat mit Hörgeräten deutlich verbesserten. Die visuelle Informationsaufnahme spielte jedoch außerhalb der kontrollierten Laborbedingungen weiterhin eine wichtige Rolle. Zudem übte die Art der Kommunikation (Totale Kommunikation oder reine Lautsprache) eine signifikante Wirkung auf dem Gebiet der

„open-set“ Diskriminierung aus. Sie war jedoch im Bereich der „closed-set“ Untersuchungen geringer ausgeprägt. Methoden und Ergebnisse wurden in dieser Studie sehr ausführlich beschrieben. Die Variablen innerhalb der Probandengruppe erschweren es jedoch, allgemein gültige Rückschlüsse zu ziehen. So fehlen z. B. die individuellen Altersangaben der Kinder zum Zeitpunkt des Testens. Es ist zudem nicht auszuschließen, dass die großen Unterschiede in der Dauer der Gehörlosigkeit (1;0 -12;0), dem Alter bei Eintritt der Hörschädigung (vom Geburt - 10 Jahre) sowie dem Alter zum Zeitpunkt der Implantation (2;9 - 14;0) eine bedeutende Rolle spielen. Darüber hinaus ist die Vermischung der Ergebnisse von prälingual und postlingual ertaubten Kindern verwirrend und lässt die Resultate weniger eindeutig erscheinen.

Die Untersuchungen von Vermuelen et al. weisen im Bereich der Variablen bei den Probanden ähnliche Probleme auf. In der ersten Untersuchung von 10 mit CI versorgten Kindern wird berichtet, dass die später ertaubten Kinder (Gruppe 1) die besten Ergebnisse erzielten und dass die prälingual ertaubten (Gruppe 3) die geringsten Fortschritte zeigten. Obwohl dieses Resultat durchaus von anderen Untersuchungen unterstützt wird, so sind es doch unübersehbare Schwächen in den Auswahlkriterien der Probanden, die den Wert

dieser Aussage mindern. Als erstes wäre hier die sehr kleine Probandenzahl der Gruppen 2 und 3 anzuführen, deren geringe Größe von jeweils zwei Probanden problematisch ist. Darüber hinaus verliert der Gebrauch von Durchschnittswerten bei Faktoren wie dem Alter bei Eintritt der Hörschädigung (2;9 Jahre) und der Dauer der Gehörlosigkeit (2;8 Jahre) an Wert, wenn nicht das individuelle Alter bzw. die Dauer angegeben wird. Theoretisch könnte z.B. der Unterschied zwischen 1;6 und 4;2 Jahren bei Eintritt der Hörschädigung (Durchschnitt 2;9) einen erheblichen Einfluss auf die perzeptiven Fähigkeiten des Kindes ausüben.

In ihrer zweiten Untersuchung vergleichen Vermuelen et al die Ergebnisse der 10 implantierten Kinder mit den Resultaten von 37 mit Hörgerät versorgten Kindern. Diese weisen signifikant bessere Perzeptionsfähigkeiten bei den implantierten Kindern auf, sowohl im segmentalen als auch im suprasegmentalen Bereich. Bei näherer Betrachtung stellt sich jedoch heraus, dass sich die Gruppe der mit Hörgerät versorgten Kinder fast ausschließlich aus prälingual ertaubten Probanden zusammensetzt. Im Falle der CI Gruppe ertaubten jedoch acht der zehn Probanden erst im Alter zwischen 2 und 6;5 Jahren. Diese Unterschiede machen einen direkten Vergleich fragwürdig.

Dawson et al (1992) untersuchte 8 Kindern (d.h. Implantationsalter unter 18;0 Jahren) und 2 Erwachsene, um den Einfluss verschiedener Variablen auf die perzeptiven Fähigkeiten der Probanden zu erforschen. Hier wird gezeigt, dass die Dauer der Gehörlosigkeit (je länger desto problematischer) und das Alter bei der Implantation (je jünger desto aussichtsreicher), eine bedeutende Rolle in der Entwicklung der auditiven Perzeptionsfähigkeiten der Probanden spielen kann. Darüber hinaus (und nicht überraschend) erzielte der Jugendliche mit progredientem Hörverlust, der nach ca.

7 Monaten bilateraler Gehörlosigkeit implantiert wurde, die besten Ergebnisse.

Obwohl die Verallgemeinerung der Ergebnisse durch Faktoren wie die kleine Probandenzahl (10) und die unterschiedlichen Hörerfahrung mit dem CI (1;0 - 5;5 Jahre) erschwert wird, ermöglicht die Gründlichkeit in der Beschreibung der Probanden, sowie der verwendeten Methoden eine Untersuchung der individuellen Fähigkeiten jeder einzelnen Testperson.

In der Arbeit von Shea et al (1991) werden die perzeptiven Fähigkeiten von 11 sowohl prälingual (7) als auch postlingual (4) ertaubte Kinder untersucht. Hier wurde festgestellt, dass das Implantat signifikante Verbesserungen in den Sprachperzeptionsfähigkeiten aller Probanden ermöglichte. Ein offenes Sprachverständnis war sowohl bei prälingual- als auch postlingual erworbener Gehörlosigkeit nach einer Implantation möglich, obwohl die postlingual ertaubten Kindern die schnellsten Fortschritte in allen Testbereichen machten. Die Auswertung und Verallgemeinerung dieser Ergebnisse wird jedoch erschwert durch die kleine Anzahl der Probanden in der zweiten Gruppe (4) und vor allem der Mangel an Informationen über die einzelnen Kinder. Hier wären z.B. Daten über das Alter der Kinder beim Eintritt der Gehörlosigkeit sowie bei der Implantation notwendig.

Die Studien von Tye-Murray et al (1995a), Fryauf-Bertschy et al (1997), sowie Waltzman et al (1997) beziehen sich nur auf prälingual gehörlose Kinder.

Tye- Murray et al. untersuchten 28 Probanden, unterteilt in drei Gruppen entsprechend dem Alter bei der Implantation. Positiv fällt auf, dass diese Studie eine der wenigen ist, die eine Definition des Terminus „prälingual gehörlos“ anbietet (Eintritt der Hörschädigung vor dem Alter von 18 Monaten). Obwohl sich einige Ergebnisse auf Sprachproduktionsfähigkeiten beziehen, wird auch die bedeutende

Rolle der auditiven Perzeption für die Produktionsfähigkeit betont. In diesem Zusammenhang wird die Behauptung aufgestellt, das reduzierte Sprachsignal eines Cochlea Implantats sei in der Lage, einige Funktionen eines intakten auditiven Systems zu übernehmen. Darüber hinaus erfolgt die ansatzweise Andeutung, eine Implantation bei gehörlosen Kindern vor dem 5. Lebensjahr verspräche größere Aussichten auf Erfolg als zu einem späteren Zeitpunkt.

Dieses Ergebnis bestätigt auch Waltzman et al in ihrer Arbeit (1997). Ihre Studie beschäftigt sich mit 38 prälingual gehörlosen Kindern, die bereits vor dem fünften und teilweise vor dem dritten Lebensjahr implantiert wurden. Sie stellen fest, dass alle Probanden signifikant bessere perzeptiven Fähigkeiten nach dem Eingriff als vorher mit Hörgeräten entwickelten. Sie führen diese positiven Ergebnisse auf die frühe Implantation zurück, bleiben jedoch vage bei der Beschreibung der Resultate.

In der Arbeit von Fryauf-Bertschy et al (1997) wurden 34 Probanden getestet, um den Einfluss verschiedener Variablen auf die Perzeptionsfähigkeiten der Kinder zu erforschen. Es wurde festgestellt, dass das Alter zum Zeitpunkt der Implantation einen Einfluss auf die Entwicklung der „open-set“ Perzeptionsfähigkeiten ausübt. Bei einer längeren Dauer der Gehörlosigkeit wurden die Ergebnisse schlechter. Darüber hinaus wurde gezeigt, dass der regelmäßigen Gebrauch des Implantats in den meisten Fällen zu einer graduierlichen Verbesserung der Perzeptionsfähigkeiten der Probanden führte. Die Kinder, die ihr Implantat unregelmäßig benutzten, erzielten vergleichsweise schlechtere Ergebnisse. Eine weitere wichtige Aussage dieser Arbeit ist, dass 10 der ursprünglichen Probandengruppe (d.h. 25%) ihr Implantat nicht mehr benutzten.

Der Gebrauch des Cochlea Implantats war auch Gegenstand der Untersuchung von Rose et al (1996). In einer Umfrage an allen

Schulen für Hörgeschädigte in den USA, (an der letztendlich ca. 70% teilnahmen), wollten Rose et al. die Gesamtzahl der prälingual gehörlosen, mit CI versorgten Kinder an den Schulen feststellen, sowie den Anteil derer, die ihr CI tatsächlich benutzten. Die Ergebnisse zeigten, dass 47% der Betroffenen ihr Gerät nicht einsetzten. Rose et al. nehmen eine sehr kritische Haltung bzgl. der im CI Bereich angewandten Forschungs-methoden ein und treffen eine Anzahl von wichtigen Aussagen über ihrer Ansicht nach unwissenschaftliches Vorgehen beim Vergleich zwischen prä- und postlingual ertaubten Kindern. Unter anderem merken sie an, dass die so genannten CI „Versager“ verschwiegen werden, obwohl auch aus diesen negativen Beispielen wichtige Erkenntnisse gewonnen werden können. Als Konsequenz stellt er die Forderung nach wissenschaftlichen Arbeiten, die unabhängig von den Interessensgruppen der Hersteller, Chirurgen und Vertretern der Rehabilitations-programme sind.

Auch bei der Arbeit von Rose et al. mangelt es jedoch an Objektivität und Wissenschaftlichkeit. Dies wird durch solche Aussagen deutlich: *„Although 80 or 53 % of the children are wearing their units regularly this does not necessarily mean that they are benefiting from them“.*

Da der Nutzen des Cochlea Implantats nicht Gegenstand der Untersuchung war, ist diese oben zitierte Aussage eine persönliche Meinungsäußerung, die nicht durch Forschungs-ergebnisse untermauert wurde. Die Tatsache jedoch, dass 47% der Befragten ihr Gerät nicht einsetzten, bleibt ein sehr wichtiges Ergebnis, welches weitere Nachforschungen rechtfertigt.

Robinshaw und Evans (1996) berichten über die Längsschnittstudie eines prälingual gehörlosen Kindes, das mit 2;5 Jahren implantiert wurde. Hier werden die prä- und postoperative Sprachperzeptionsfähigkeiten des Kindes verglichen und seiner sprachlichen Entwicklung über einen Zeitraum von 25 Monaten

protokolliert. Es wird berichtet, dass das Kind vor der Implantation mit Hörgeräten (gemessen an Schuyler's auditiven Perzeptions-Skala), keine auditiven Sprachperzeptionsfähigkeiten zeigte. Zwei Jahre nach der Implantation war das Kind in der Lage zwischen Sätzen, die sich nur im Adjektiv oder der Präposition unterschieden, zu diskriminieren. Hier dürfen jedoch die Reifungsprozesse in der Beurteilung der Ergebnisse nicht außer Acht gelassen werden. Vor der Implantation war das Kind erst 2;5 Jahre. Faktoren wie Testverhalten, Aufmerksamkeit, kognitive und linguistische Entwicklungsstadien u.s.w. könnten dabei eine große Rolle spielen. Solche Längsschnittuntersuchungen sowie Berichte über die individuelle Entwicklung einzelner Kinder sind selten. Diese Arbeit von Robinshaw und Evans, die äußerste Gründlichkeit in der Beschreibung des Probanden und die verwendeten Methoden aufweist, verdeutlicht die Wichtigkeit von qualitativen Fallstudien für die Forschung im CI Bereich. Dies nicht zuletzt, weil solche detaillierten Beobachtungen und Untersuchungen über einen längeren Zeitraum tiefere Einblicke erlauben, aus denen wichtige Erkenntnisse sowohl für die Rehabilitationsmaßnahmen als auch für die quantitative Forschung gewonnen werden können.

In diesem Abschnitt wurde versucht einen kurzen Überblick über die unterschiedlichen Forschungsbereiche der bisherigen Untersuchungen der perzeptiven Fähigkeiten mit Cochlea Implantat versorgten Kindern zu vermitteln. Aus dem Studium dieser und anderer Forschungsberichte wurden viele wichtige Erkenntnisse für die vorliegende Arbeit gewonnen.

Vor allem folgende Aspekte, die in einigen Forschungsarbeiten nicht genügend berücksichtigt wurden, schienen für die Verfasserin besonders wichtig zu sein:

1. Es sollten detaillierte Beschreibungen der Probanden vorliegen (3.1.4.1. und Tab.30), um die Ergebnisse beurteilen zu können.

2. Die Auswahlkriterien sollten streng gehalten und beschrieben werden (3.1.2.), um verwertbare Ergebnisse zu ermöglichen.
3. Deutliche audiologische Parameter sollten gesetzt und beschrieben werden, um verwertbare Ergebnisse zu ermöglichen (3.1.2.).
4. Das Messinstrument und dessen Zielsetzung sollte beschrieben werden (3.1.3.).

2.2.6. Grenzen des Cochlea Implantats

Ein Cochlea Implantat ist kein Ersatz für normales Hören. Die internationalen Forschungsergebnisse zeigen, dass nicht alle CI Träger den gleichen Nutzen daraus ziehen können. Faktoren wie das Alter bei der Implantation, die Dauer der Gehörlosigkeit, individuelle sprachliche und kognitive Fähigkeiten, das sprachliche Umwelt usw. spielen hier die gleiche Rolle wie beim Hörgerät-Träger.

Da Schwierigkeiten in der Literatur selten erwähnt werden, hat die Verfasserin eine informelle Befragung von vier jugendlichen und drei erwachsenen CI Trägern durchgeführt, in der die Problem-Bereiche beschrieben werden sollten. Zwei der Befragten sind erst im erwachsenen Alter ertaubt und hatten daher die Möglichkeit, Vergleiche aus der Zeit vor ihrer Ertaubung zu ziehen. Im Folgenden werden die Ergebnisse aufgelistet (In Klammern die Anzahl der Befragten, die diese Antwort gegeben haben):

- Die Stimmen klingen teilweise elektronisch und unnatürlich (2)
- Richtungshören ist schwierig. Die Schallsignale scheinen aus einer Richtung zu kommen (6)
- In Konversationen mit mehreren Gesprächspartnern ist das Verstehen nach wie vor schwierig (7)
- Bei Versammlungen/Diskussionen/Kongresse usw. treten große Schwierigkeiten auf. Hier sind zusätzliche Hilfe-

stellungen notwendig (Gebärden, visuelles Material usw.) (7)

- Wenn das CI ausgeschaltet ist oder ausfällt, ist der Träger nach wie vor gehörlos.

2.2.7. Neue Entwicklungen

Die Entwicklung des Cochlea Implantats von einer experimentellen Hörprothese hauptsächlich für postlingual ertaubte Erwachsene hin zu einer anerkannten Alternative auch für prälingual gehörlose Kleinkinder vollzog sich innerhalb von ca. 10 Jahren. Die Forschungsarbeiten und Entwicklungen des neuen Millenniums beziehen sich hauptsächlich auf folgende Bereiche:

- Verkleinerung der Komponenten
- Verbesserung der Sprachverarbeitungsstrategien
- Binaurale Implantationen
- HdO Sprachprozessoren
- Implantationen bei Menschen mit Restgehör durch verbesserte chirurgische Möglichkeiten („soft surgery“)
- Immer jüngere Kandidaten. Schon im Jahre 1995 hat Clark diesen Trend vorausgesagt:

„.....we should see research and clinical work on children as young as one year by the end of this decade“. (Clark in Plant und Spens, 1995: 212)

Es stellt sich weltweit heraus, dass die Kandidaten immer jünger werden, und dass Cochlea Implantate zunehmend von Eltern hörgeschädigter Kinder als Möglichkeit wahrgenommen werden.

3. Empirische Untersuchung:

Eine empirische Untersuchung der auditiven
Sprachperzeptionsfähigkeiten
hörgeschädigter Kinder

3. Empirische Untersuchung

Empirische Forschung auf dem Gebiet des Cochlea Implantats durchzuführen war schon seit langem ein Wunsch der Verfasserin, der bis in das Jahr 1990 zurück reicht. Damals, in den Anfangsjahren der pädiatrischen Cochlea Implantation, war es das Ziel, eine qualitative Langzeitstudie durchzuführen mit einem der ersten Kinder, das in Großbritannien implantiert wurde. Bedingt durch den Umzug nach München im Jahre 1992 war dieses Projekt jedoch nicht mehr durchführbar. Erst im Jahre 1996 konnte dieses Vorhaben wiederbelebt werden.

Obwohl die vertiefte linguistische Analyse einer Fallstudie weiterhin ein sehr attraktives Thema blieb, so eröffnete doch die zunehmende Zahl der pädiatrischen Implantationen mit der einhergehenden vergrößerten Zahl an Probanden die Möglichkeit einer Forschungsarbeit innerhalb eines größeren Rahmens.

Im Sommer des Jahres 1996 wurde daher die Planungsarbeit zur näheren Ausgestaltung des Vorhabens begonnen und die ersten Kontakte hergestellt. Nach intensivem Literaturstudium internationaler Forschungsarbeiten und zahlreichen Gesprächen mit führenden Vertretern auf diesem Gebiet, klärte sich die Zielrichtung der Arbeit zunehmend, nämlich eine Vergleichsstudie zwischen den auditiven Sprachperzeptionsfähigkeiten zweier Gruppen von Kindern zu erstellen: d.h. zwischen mittel bis hochgradig schwerhörigen auf der einen Seite und vormals gehörlosen mit Cochlea Implantat versorgten Kindern auf der anderen.

Das Studium der vorliegenden Literatur offenbarte eine Anzahl von Schwierigkeiten, die vermieden werden sollten (siehe 2.2.5.) Die Probleme lagen hauptsächlich in der Zusammensetzung und der

mangelnde Kompatibilität der verglichenen Gruppen von Probanden. Eine der Leitlinien dieser Studie war es daher, strenge Auswahlkriterien für die Selektion der Probanden zu erstellen, um möglichst aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen.

Unter Berücksichtigung dieser Kriterien wurde offenbar, dass mindestens 15 Kandidaten in jeder Gruppe zur Identifikation möglicher Trends notwendig und realistisch seien. Die Rekrutierung dieser Probanden und die damit verbundene Planung der Testphase erwiesen sich als der schwierigste Teil des Forschungsvorhabens. Bei der Zusammenstellung der Gruppe der mit CI versorgten Kinder waren aus folgenden Gründen organisatorische Schwierigkeiten erwartet worden:

- Die pädiatrische Cochlea Implantation ist immer noch ein relativ neues Gebiet. Die Gruppe der potentiellen Probanden ist daher klein.
- Um möglichst aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, waren für diese Arbeit strenge Auswahlkriterien entwickelt worden. Auch dadurch wurde die Gruppe der potentiellen Probanden weiter verringert.
- Eine Implantation ist ein großer Eingriff in das Leben des Kindes und seiner Familie. Einige Eltern zeigen daher an weitergehenden Untersuchungen ihrer Kinder kein Interesse.
- Diese Kinder sind im Unterschied zu den Schwerhörigen nicht in bestimmten Einrichtungen bzw. Schulen zusammengefasst sondern über ganz Deutschland verteilt. Die geographische Streuung verursachte aufgrund der großen Entfernungen organisatorische Schwierigkeiten.

Die Befürchtungen trafen ein und führten im Verbund mit anderen Komplikationen (siehe 3.1..4.1.) zu einer Verlängerung der geplanten Testphase von 9 auf 16 Monate.

3.1. Ziele

In der überwiegenden Mehrzahl der bisherigen Vergleichsstudien im Bereich der Cochlea Implantation wurde der Frage nachgegangen, ob ein Cochlea Implantat bessere auditive Perzeptionsfähigkeiten ermöglicht als ein konventionelles Hörgerät. Um dies zu untersuchen wurden gehörlose Kinder, die entweder mit Hörgerät oder CI versorgt waren, miteinander verglichen.

In der vorliegenden Studie ist der Ansatzpunkt ein anderer. Hier werden mittelgradig bis hochgradig schwerhörige Kinder mit CI versorgten Kindern verglichen. Es wird die Frage gestellt, ob nach mindestens 2 Jahren Hörerfahrung mit dem Cochlea Implantat das vormals gehörlose Kind die auditiven Fähigkeiten eines mittel- bis hochgradig schwerhörigen Kindes erreicht.

Darüber hinaus werden verschiedene gruppeninterne Analysen durchgeführt, um den Einfluss folgender Aspekte auf die auditiven Perzeptionsfähigkeiten der Probanden zu untersuchen:

- Das Alter zum Zeitpunkt des Testens
- Das Geschlecht
- Die Hauptkommunikationsform (LBG oder reine Lautsprache)
- Der Grad des Hörverlustes
- Das Alter zum Zeitpunkt der Implantation
- Die Dauer der Hörerfahrung mit dem Cochlea Implantat

Wissenschaftliche Fragestellungen und Hypothesen

Aus den oben genannten Zielen ergeben sich folgende wissenschaftliche Fragestellungen und Hypothesen, die in Tabelle 27 zusammengefasst sind.

Tab.27: Wissenschaftliche Fragestellungen und Hypothesen

<p>1. Kann erwartet werden, dass ein mit CI versorgtes Kind nach mindestens 2-jähriger Hörerfahrung mit CI in der auditiven Sprachperzeption das Niveau eines mittel- bis hochgradig schwerhörigen Kindes erreicht?</p>	<p>1. Die Gruppe der schwerhörigen Probanden wird aufgrund ihrer längeren Hörerfahrung bessere Ergebnisse erzielen.</p>
<p>2. Kann erwartet werden, dass die Testsituation selbst dieser Altersgruppe von Probanden Schwierigkeiten bereitet?</p>	<p>2. Die älteren Kinder werden aufgrund ihrer größeren Erfahrung im Umgang mit Test-situationen bessere Ergebnisse erzielen.</p>
<p>3. Kann erwartet werden, dass die Geschlechtszugehörigkeit einen Einfluss auf die Ergebnisse ausübt?</p>	<p>3. Es werden sich keine geschlechts-spezifischen Unterschiede in den Testergebnissen zeigen.</p>
<p>4. Kann erwartet werden, dass das Alter zum Zeitpunkt der Implantation einen Einfluss auf die Sprachperzeptions-fähigkeiten des Probanden ausübt?</p>	<p>4. Kinder, die früher implantiert wurden, werden aufgrund der entsprechend kürzeren Phase der Gehörlosigkeit bessere Ergebnisse erzielen.</p>

Tab.27: Wissenschaftliche Fragestellungen und Hypothesen

5. Kann erwartet werden, dass die Dauer der Hörerfahrung auch über eine Eingewöhnungsphase hinaus einen Einfluß auf die auditiven Sprachperzeptionsfähigkeiten des Kindes ausübt?	5. Probanden mit längerer Hörerfahrung mit dem CI werden bessere Ergebnisse erzielen.
6. Kann erwartet werden, dass der Grad des Hörverlustes einen Einfluß auf die Ergebnisse ausübt?	6. Probanden mit größerem Hörvermögen werden bessere Ergebnisse erzielen.
7. Kann erwartet werden, dass die Kommunikationsform der Probanden (LBG oder reine Lautsprache) einen Einfluß auf die Perzeptionsfähigkeiten ausübt?	7. Es werden sich keine Unterschiede feststellen lassen, die auf die Kommunikationsform zurückgeführt werden können.

3.1.1. Methoden

Die Planungsphase begann im Sommer 1996. Nach einer Anzahl vorbereitender Gespräche mit mehreren CI Zentren in den U.S.A. (Central Institute for the Deaf, St. Louis), Großbritannien (Nottingham) und Deutschland (Freiburg, Hannover und Straubing) wurde ein Einführungsbrief konzipiert und an folgende Institutionen versandt:

- Das Bayerische Kultusministerium, um hier um Erlaubnis zu bitten, das Vorhaben u.a. an Bayerischen Schulen durchführen zu dürfen
- Sieben Schulen für Hörgeschädigte in Bayern mit angeschlossenen Kindergärten und/oder schulvorbereitenden Einrichtungen wurden aufgrund der leichten Erreichbarkeit von München aus ausgewählt.
- Vier deutsche CI Zentren: Freiburg, Hannover, München und Straubing.

Der Brief beschrieb die Ziele und den Aufbau des Forschungsvorhabens und bat um Unterstützung für die Auswahl geeigneter Probanden.

Zunächst antworteten nur zwei Schulen und ein CI Zentrum. Aufgrund der unbefriedigenden Reaktion wurde ein zweiter Brief verfasst, in dem um einen Termin für eine persönliche Vorstellung des Projektes gebeten wurde. Nach diesem Schreiben erklärten sich zwei weitere Schulen und CI Zentren bereit, das Vorhaben zu unterstützen. Alle teilnehmenden Einrichtungen erhielten daraufhin eine detaillierte Beschreibung der Forschungsarbeit, insbesondere bezüglich der Auswahlkriterien der Probanden sowie der Erfassungsbögen, um die Zusammenstellung der Informationen zu erleichtern. (Anhang 1)

Letzte Gespräche wurden mit den teilnehmenden Schulen und Zentren durchgeführt, wobei noch offene Fragen besprochen und

praktische Details geklärt werden konnten (Zeitplan der Testphase, Testverfahren, Räumlichkeiten zur Durchführung usw.)

Danach wurden die jeweiligen Institutionen gebeten, auf der Basis der Erfassungsbögen eine Liste der Kinder zusammenzustellen, welche die grundsätzlichen Auswahlkriterien erfüllten (3.1.2).

Über die Schulen oder CI Zentren wurde ein Brief an die Eltern der Kinder geschickt, in dem das Vorhaben und das Testverfahren erläutert, zusätzliche Fragen gestellt und die Erlaubnis der Eltern für das Testen ihres Kindes erbeten wurden.

Nachdem diese erteilt worden war, erhielt die Verfasserin die Liste der potentiellen Kandidaten.

3.1.2. Auswahl der Probanden

Die Auswahl der Probanden geschah nach folgenden Kriterien:

Tab.28: Auswahlkriterien der Probanden

<p style="text-align: center;"><u>Gruppe A</u> (mit CI versorgte Kinder)</p>	<p style="text-align: center;"><u>Gruppe B</u> (schwerhörige Kinder mit Hörgerät)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Alter: 4 - 6 Jahre • Prälinguale Gehörlosigkeit • Akzeptanz des Cochlea Implantats • Ein Minimum von zwei Jahren Hörerfahrung mit dem Implantat • Deutsch als Muttersprache • Keine zusätzlichen Behinderungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Alter: 4 - 6 Jahre • Prälinguale mittel- bis hochgradige Schwerhörigkeit • Regelmäßiges Tragen der Hörgeräte • Deutsch als Muttersprache • Keine zusätzlichen Behinderungen

Im Folgenden werden die einzelnen Kriterien näher erläutert:

- **Alter von 4 - 6 Jahren**

Diese Altersgruppe ist in der Gruppe A (mit CI versorgte Kinder) besonders wichtig. Die Entscheidung für dieses Alter beruht auf folgenden Faktoren:

- In einer Anzahl von bereits durchgeführten Forschungsprojekten erweist sich eine weit gefasste Altersgruppe von Probanden als ein Nachteil, der den Vergleich und die Analyse der Ergebnisse erschwert. Die Altersgruppe ist daher in dieser Studie stark eingegrenzt.

- Als Ergebnis der sich in jüngster Zeit zunehmenden Erfahrung auf dem Bereich der pädiatrischen Implantation ist eine Tendenz erkennbar, zunehmend jüngere Kinder zu implantieren. Viele Zentren betrachten bereits das Alter von 2 Jahren und jünger als geeignet für eine Implantation. In Verbindung mit dem oben genannten Auswahlkriterium, nämlich einem Minimum von 2 Jahren Hörerfahrung mit dem Implantat, bedeutete dies ein Implantationsalter zwischen 2 und 4 Jahren. Verschiedene Gespräche mit den teilnehmenden Einrichtungen bestätigten dies als realistische Wiedergabe der bestehenden Situation in den meisten deutschen CI-Zentren.

- Mittlerweile ist durch eine Anzahl von Forschungsvorhaben bestätigt worden, dass ältere Kinder oder Jugendliche aufgrund der länger andauernden Periode der Gehörlosigkeit nicht im gleichen Maße von der Implantation profitieren. Es sind jedoch nur wenige Untersuchungen innerhalb der jüngeren Altersgruppe durchgeführt worden, um die Auswirkungen der frühen Implantation festzustellen, d.h. im Alter von 2 im Gegensatz zum Alter von 4 Jahren.

Ein Teilziel dieser Forschungsarbeit war es daher, potentielle Trends in diesem Bereich zu identifizieren.

- **Zustimmung der Eltern**

Hörgeschädigte und insbesondere mit CI versorgte Kinder werden in ihrem jungen Alter einer Vielzahl von audiologischen und linguistischen Tests unterzogen.

Neben der Selbstverständlichkeit, die Erlaubnis der Eltern einzuholen, wurde es auch als zwingend notwendig gesehen, diese über die Ziele und die Vorgehensweise zu informieren, bevor sie ihre Zustimmung erteilten.

- **Prälinguale Gehörlosigkeit/mittel- bis hochgradige Schwerhörigkeit**

Eine häufig genannte Schwäche von Forschungsarbeiten in diesem Bereich ist die Vermischung und der Vergleich von prälingual und postlingual hörgeschädigten Probanden. Eine klare Definition der prälingualen Gehörlosigkeit wurde daher für notwendig erachtet. Das Studium der Literatur zeigt eine fehlende Übereinstimmung darüber auf, wie prälinguale Hörschädigung zu definieren sei. Auf der Basis der unter 1.1.2.4 beschriebenen Gründe wird die von B.A.T.O.D (British Association of Teachers of the Deaf, (1985) und Tye-Murray (1995) angebotene Definition in audiologischer und linguistischer Hinsicht als die am angemessensten betrachtet. Sie setzt den Eintritt der Hörschädigung vor dem Erreichen des Alters von 18 Monaten fest.

Diese Definition wurde auch für dieses Forschungsvorhaben übernommen.

- **Ein Minimum von 2 Jahren Hörerfahrung nach der Implantation**

Die Erfahrungen der CI Zentren zeigen, dass ein Kind eine beträchtliche Zeitspanne benötigt, bevor es sich an die neuen Höreindrücke gewöhnt hat und seine auditiven Perzeptionsfähigkeiten beständiger werden. Die Dauer dieser Periode ist von einer Reihe

individueller Faktoren abhängig und kann sich von Kind zu Kind sehr unterscheiden. Es ist jedoch allgemein anerkannt, dass eine Phase von ca. 2 Jahren nach der Implantation als Gewöhnungs- und Verarbeitungsprozeß notwendig ist, bevor der Nutzen des Implantats ermessen werden sollte. Aus diesem Grunde wurde das Kriterium des 2-jährigen Gebrauchs in dieser Studie mit herangezogen.

- **Deutsch als Muttersprache**

Eine zweite Sprache verursacht nicht notwendigerweise Verzögerungen bei der Entwicklung der auditiven Perzeptionsfähigkeiten, ihr Einfluss kann aber auch nicht ausgeschlossen werden. Beide Eltern sollten daher Deutsch als Muttersprache sprechen.

- **Zusätzliche Behinderungen**

Zusätzliche Behinderungen, die einen Einfluss auf die auditive Wahrnehmung des Kindes ausüben könnten, sollten als mögliche Variable ausgeschlossen werden (z.B. geistige Behinderungen, Lernbehinderungen, spezifische Körperbehinderungen, starke Sehschäden). Teilleistungsstörungen (z.B. leichte motorische Störungen, Konzentrationsschwächen usw.), sofern sie nicht die Perzeptionsfähigkeiten des Kindes in auffallender Weise beeinflussen, sind nicht notwendigerweise relevant für diese Untersuchung, sie sollten jedoch eingehend mit den Betreuern /Eltern besprochen werden.

- **Mittel- bis hochgradige Schwerhörigkeit**

Die Mehrzahl der Vergleichsstudien zwischen Personen, die entweder mit Hörgeräten oder mit CI versorgt sind, konzentriert sich auf den Bereich der Gehörlosen und versucht den Nutzen der Hörgeräte bzw. des Cochlea Implantats für diese Gruppe von Hörgeschädigten zu belegen.

Eines der Ziele dieser Studie war es, festzustellen, ob die auditiven Sprachperzeptionsfähigkeiten des mit CI versorgten Kindes nach ca. 2-jährigem Implantat-Gebrauch die eines mittel- bis schwerhörigen Kindes erreichten. Sämtliche Probanden der Gruppe B fallen daher in diese Kategorie der Hörschädigung (mittel- bis hochgradig schwerhörig).

Wie in 1.1.2.2. detailliert dargelegt, ist eine klare Definition dessen, was unter mittel- bis hochgradiger Schwerhörigkeit erfasst wird, nicht möglich. Es war jedoch notwendig, (und von den Schulen erwünscht) eindeutige Richtlinien zu erstellen. Folgende audiologische Parameter, die in Deutschland gebräuchlich sind, wurden daher als grundsätzlicher Rahmen festgelegt, der sich inhaltlich auf Lindner (1992:161-162) stützt.

- mittelgradige Schwerhörigkeit : ca. 40 dB - 60 dB Verlust
- starke Schwerhörigkeit : um 70 dB Verlust
- hochgradige Schwerhörigkeit : ca. 70 dB - 90 dB Verlust

- **Regelmäßiges Tragen der Hörgeräte**

Wie bereits oben erwähnt, war der Vergleich der auditiven Sprachperzeptionsfähigkeiten zwischen CI-versorgten Kindern und Kindern mit Hörgeräten eines der Ziele dieser Arbeit. Der Schwerpunkt lag dabei auf der Überprüfung der auditiven Sprachperzeptionsfähigkeiten der Probanden unter Einsatz ihrer sensorischen Hilfsmittel (CI oder Hörgerät). Innerhalb der Testgruppen sollte es daher im tatsächlichen Gebrauch der Geräte keine großen Unterschiede geben. Die auditiven Erfahrungen bei unregelmäßigem Gebrauch sind offensichtlich unterschiedlich von denen, die bei regelmäßigem Einsatz gemacht werden.

3.1.3. Das Messinstrument

Nach verschiedenen Gesprächen und Beratungen mit einer Anzahl von Spezialisten auf den Gebieten der Sprachpathologie und Cochlea Implantation (u.a. Nottingham CI Centre, GB; Royal National Institute for the Deaf, London; Central Institute for the Deaf, St. Louis, USA) wurde die folgende Kriterienliste zur Ermittlung des geeigneten Testverfahrens zusammengestellt:

- **Die Testwörter sollten dem Sprachniveau der Kinder entsprechen (ca. 4 - 6:11 Jahre):** Es musste sichergestellt werden, dass die ausgewählten Wörter den Probanden bekannt waren, um so mögliche Störungen beim Sprachverständnis, welche wiederum die auditiven Sprachperzeptionsfähigkeiten der Kinder überdecken bzw. negativ beeinflussen könnten, auszuschließen.
- **Die Testwörter und das Testverfahren sollten den kognitiven, motorischen sowie den Konzentrationsfähigkeiten der Probanden entsprechen:** Die Kinder müssen in der Lage sein, die Anweisungen zu verstehen und den Testverlauf durchzuführen. Darüber hinaus sollen die Konzentrationsfähigkeiten dieser Gruppe jedoch nicht überfordert werden, da dies zu einer Verzerrung der Ergebnisse führen kann. Die Dauer des Testverfahrens war daher von großer Bedeutung.
- **Der Test sollte möglichst unbekannt sein, um eine Vertrautheit auszuschließen:** Hörgeschädigte Kinder im Allgemeinen und Kinder mit CI im Besonderen werden häufig audiometrisch und sprachaudiometrisch getestet. Der Einsatz eines möglicherweise bereits bekannten deutschen Tests könnte zu zwei Reaktionen führen:
 - Langeweile verbunden mit „Abschalten“
 - Vertrautheit mit der Reihenfolge der Testwörter

Um Beides zu vermeiden, wurde beschlossen, einen englischsprachigen Test zu benutzen, der jedoch vom phonologischen Standpunkt aus leicht ins Deutsche übertragbar sein sollte

- **Der Test sollte sowohl die segmentalen als auch die suprasegmentalen Sprachbereiche erfassen:** Da die Probanden über ganz Deutschland verstreut wohnten, war es nur möglich, sie ein einziges Mal zu testen. Da sowohl die segmentale Perzeption (der Konsonanten und Vokale) als auch die suprasegmentalen Sprachmerkmale (prosodische Faktoren wie Betonung, Intonation, Silbenzahl usw.) für die auditive Perzeption der Sprache von Bedeutung sind, sollte der Test möglichst unterschiedliche phonologische Bereiche beinhalten.
- **Der Test sollte im „closed set“ Format gehalten sein:** Aufgrund des geringen Alters der Probanden sind „closed set“ Tests mit einer begrenzten Anzahl von Items besser geeignet, um einer möglichen Verfälschung der Ergebnisse aufgrund von unbekanntem Wörtern oder einer zu großen Anzahl von Items vorzubeugen.
- **Auch ein nur unvollständig durchgeführter Test sollte interpretierbar sein.** Um Frustrationen auf Seiten der Probanden zu verhindern, sollte es möglich sein, Teilbereiche zu testen, um jederzeit ohne Ergebnisverlust abbrechen zu können.

3.1.3.1. „Early Speech Perception Test“ (E.S.P.)

Der ESP wurde im Jahre 1990 von Moog und Geers für das „Central Institute for the Deaf“ in St. Louis, U.S.A. entwickelt. Der Test wurde für diese Arbeit ausgewählt, da er einer der wenigen war, welche die oben beschriebenen Kriterien erfüllte und sich besonders für die Altersgruppe der 4 bis 6-jährigen eignet. Es folgt die Beschreibung des Tests, des Testverfahrens sowie die Dokumentation und

Auswertung der Ergebnisse. Die Übertragung ins deutsche wird im Anhang 9 beschrieben.

TESTBESCHREIBUNG:

Der E.S.P. Test ist in 2 Fassungen verfügbar: „standard“ und „low verbal“. Er besteht aus drei Testbereichen:

Teil 1: „Pattern Perception Test“ (Anhang 3)

Dieser Teil des Tests besteht aus 12 Testwörtern mit unterschiedlichen Vokalen und Konsonanten, darunter:

- Drei einsilbige Wörter
- Drei Trocheen (zweisilbige Wörter mit der Betonung auf der ersten Silbe)
- Drei Spondeen (Zweisilbige Wörter mit gleicher Betonung auf beiden Silben)
- Drei dreisilbige Wörter

Das Kind soll bei dieser Aufgabe nur die Silbenzahl und die Betonung der Wörter erkennen.

Teil 2: „Spondee Test“ (Anhang 4)

Dieser Test besteht aus 12 Spondeen (Zweisilbige Wörter mit gleicher Betonung auf beiden Silben). Da die Betonung und die Silbenzahl ähnlich sind, ist das Kind gezwungen, das Wort hauptsächlich anhand der segmentalen Informationen (Vokale, Diphthonge und Konsonanten) zu erkennen. Da diese Art von Betonung in der deutschen Sprache kaum vorkommt, wurden in der deutschen Fassung zusammengesetzte Wörter verwendet (Kirchturm, Schornstein usw.)

Teil 3. Einsilbige Wörter (Anhang 5)

Es handelt sich hierbei wiederum um 12 Testwörter. Alle beginnen mit dem Buchstaben „B“, enthalten unterschiedliche Vokale und Diphthonge und enden mit unterschiedlichen Konsonanten. Dieser Test ist am schwierigsten zu absolvieren, da die Unterscheidungsmerkmale begrenzt sind und die Wörter vor allem anhand der Vokale, Diphthonge oder Schlußkonsonanten identifiziert werden müssen.

Die „Low verbal „-Version, welche für Kinder ab 2 Jahren geeignet ist, gleicht dem oben beschriebenen, beschränkt sich jedoch auf eine geringere Anzahl von Testwörtern und benutzt Objekte anstatt Bilder.

TESTVERFAHREN:

Der Test kann über folgende Medien bei einem Eingangsschalldruckpegel von ca. 70dB durchgeführt werden:

- eine Tonbandaufnahme
- ein Computerprogramm
- die Stimme des Prüfers

Um einen konstanten Schalldruckpegel von ca. 70 dB zu ermöglichen, sind eine Audiokassette oder ein Computerprogramm, bei denen der Eingangsschalldruckpegel stabil bleibt, der menschlichen Stimme vorzuziehen. Der Einsatz von vorbereitetem Material stellt ebenfalls die Standardisierung der Testbedingungen sicher.

Jüngere Kinder reagieren jedoch bereitwilliger auf natürliche Sprache als auf ein Tonband oder einen Computer. Zusätzlich ist der Prüfer in der Lage, spontan auf Reaktionen des Kindes und die sich daraus ergebenden Situationen (z.B. Änderungen in der Geschwindigkeit der Antworten auf Seiten des Kindes, Konzentrationsabfall usw.) zu reagieren. Aus diesen Gründen wurde entschieden, die natürliche Stimme für die jungen Probanden dieser Studie einzusetzen.

Um jedoch die Standardisierung der Testbedingungen sicherzustellen, sollten die Empfehlungen des „Central Institute for the Deaf“ eingehalten werden (Tyler, 1993):

- Der gleiche Prüfer sollte für alle Probanden eingesetzt werden
- Eine Stimme, mit der die Probanden nicht vertraut sind, ist vorzuziehen.
- Der Schalldruckpegel sollte durchgehend mittels eines Schalldruckpegelmessgerätes kontrolliert werden.
- Testwörter, die missverstanden werden, sollen nicht wiederholt werden, da dies unterschiedliche Testbedingungen schafft.
- Der Test sollte in einer ruhigen Umgebung ohne visuelle oder akustische Ablenkungen durchgeführt werden.

Alle diese genannten Empfehlungen wurden in dieser Studie berücksichtigt bzw. eingehalten.

Die drei Teile des Tests enthalten jeweils drei Abschnitte.

1. Besprechung der Testwörter

Vor Beginn des Tests muss sichergestellt sein, dass die Testwörter dem Probanden bekannt sind. Auf spielerische Art werden die Wörter der jeweiligen Subtests besprochen, ein Vorgehen, welches zusätzlich dem Kinde hilft sich zu entspannen und mit dem Prüfer vertraut zu werden. Hierbei werden auch die Anweisungen für die Durchführung des Tests erklärt und geübt.

2. Audio-visueller Test

Der Prüfer sitzt dem Kinde gegenüber. Die Wörter werden jeweils einmal gesprochen und das Kind zeigt auf das entsprechende Bild. Sind alle Wörter audiovisuell erkannt, so kann zum Haupttest, der auf rein auditiver Basis stattfindet, übergegangen werden.

3. Auditiver Test

Der Prüfer sitzt hinter dem Kind, um so ein Absehen zu vermeiden. Der Stimmpegel wird dabei anhand des Schalldruckpegelmessgerätes kontrolliert (70 dB Eingang). Jedes Wort wird zweimal in unterschiedlicher Reihenfolge präsentiert, wobei das Kind auf das entsprechende Bild zeigen soll.

DOKUMENTATION DER ERGEBNISSE:

Anhand der standardisierten Formblätter werden die Ergebnisse während des Testvorgangs für jeden Subtest dokumentiert. Für die Durchführung des sich anschließenden Subtests muss eine festgelegte Punktzahl erreicht werden, da der Test im anderen Falle abgebrochen wird.

- Pattern-Perception Test

Aufgabe des Kindes ist es, lediglich die Silbenzahl und die Betonung zu identifizieren, nicht das einzelne Wort. Wenn z.B. das Wort „Schuh“ präsentiert wird und das Kind auf das Wort „Ball“ zeigt, so gilt dies als korrekt. Anhand einer Matrix (Anhang 6) wird sowohl das präsentierte Wort (Stimulus) als auch die Reaktion des Kindes (Response) dokumentiert. Die korrekten Antworten sind in Fettdruck hervorgehoben. Für jedes Kreuz in diesen Feldern wird ein Punkt gegeben. Erreicht das Kind zwischen 0 und 16 Punkten, so wird es in die Kategorie I eingestuft und der Test wird abgebrochen.

Das Erreichen der Kategorie II (17 bis 24 Punkte) erlaubt die Durchführung des 2. Teils des Tests (Spondeen).

- Spondee Test

Das Kind erhält eine Wertung nur bei korrekter Identifizierung des Wortes. Es werden sowohl die audiovisuellen als auch die rein auditiven Durchgänge dokumentiert (Anhang 7). Die Antworten werden durch ein Kreuz festgehalten. Jedes Kreuz innerhalb der

fettgedruckten Rahmen entspricht einem Punkt. Bei einem Ergebnis zwischen 0 und 7 Punkten bleibt die Einstufung in der Kategorie 2 bestehen, werden zwischen 8 und 18 Punkten erreicht, fällt das Ergebnis in die Kategorie 3. Werden mehr als 18 Punkte erreicht, so wird der 3. Teil des Tests (einsilbige Wörter) durchgeführt.

- Einsilbige Wörter

Für jedes identifizierte Wort wird ein Punkt vergeben. Bei korrekter Identifikation von mindestens 50 % aller Worte (12 Punkten) wird die höchste Kategorie (Kat. 4) erreicht (Anhang 7). Erreicht das Kind eine Erfolgsquote von 75 % oder mehr, so können schwierigere Tests mit mehr oder schwierigeren Items durchgeführt werden.

BEWERTUNG DER ERGEBNISSE:

Wie bereits oben erwähnt wird jedem der Probanden entsprechend der erreichten Punktzahl eine Kategorie zugewiesen.

Kategorie 1 : Das Kind ist nicht in der Lage, grobe Unterschiede in der Silbenzahl und der Betonung zu erkennen.

Kategorie 2 : Das Kind ist in der Lage, grobe Unterschiede in der Silbenzahl und der Betonung zu erkennen.

Kategorie 3 : Bedingtes Erkennen einzelner Wörter

Kategorie 4 : Kontinuierliches Erkennen einzelner Wörter

In dieser Studie wurde eine zusätzliche Kategorie eingeführt, nämlich **4***, um die Probanden zu bezeichnen, die 75 % oder mehr im letzten Subtest (einsilbige Wörter) erreicht haben.

Die Ergebnisse wurden in verschiedenen Analysen (sowohl gruppenintern als auch im Vergleich zwischen den beiden Gruppen) ausgewertet. Die Resultate werden in 3.2. und 3.3. beschrieben und diskutiert.

3.1.3.2. Voruntersuchung zur Auswertung des Tests

Vor Beginn der Testphase wurde eine Voruntersuchung durchgeführt um folgende Bereiche des „Early Speech Perception“-Tests zu überprüfen:

- **Der Zeitfaktor:** Es war notwendig, die Dauer der Testperiode zu überprüfen, um die beteiligten Einrichtungen sowie die Eltern über die erwartete Länge der Tests informieren zu können.

-**Der Wortschatz.** Die ausgewählten deutschen Testwörter sollten auf ihre Eignung für die vorgesehene Altersgruppe der Probanden hin überprüft werden, um Verständnisschwierigkeiten zu vermeiden.

-**Das Testverfahren:** Eine Anzahl von praktischen Fragen zur Durchführung der Tests sollten probenhalber durchgeführt und ausgewertet werden. Dies schloss Folgendes ein:

- Die Sitzposition des Probanden im Verhältnis zum Prüfer
- Den Einsatz eines Schalldruckpegelmessgerätes und die Kontrolle der Lautstärke der Stimme des Prüfers
- Die Dokumentation der Ergebnisse während des Testens
- Die Fähigkeit der jungen Probanden, die Anweisungen zu verstehen und entsprechend durchzuführen

- Die Anwesenheit der Eltern oder anderer Bezugspersonen (Erzieher, Lehrer etc.)

Insgesamt nahmen 7 Kinder an der Voruntersuchung teil:

- 4 hochgradig schwerhörige Kinder mit konventionellen Hörgeräten
- 3 mit CI versorgte Kinder

Diese Kinder wurden nicht in die Haupt-Testphase aufgenommen, da sie folgende Auswahlkriterien nicht erfüllten:

- **Prälinguale Hörschädigung:** Bei zweien der schwerhörigen Kinder war der Eintritt der Hörschädigung nicht eindeutig zu erfahren, d.h. ob diese entsprechend den Parametern dieser Untersuchung prä- oder postlingual eintrat.
- **Die Dauer der Hörerfahrung mit einem CI:** Ein Kind erhielt sein CI erst 14 Monate und ein zweites 15 Monate vor dem Test.
- Bei drei Kindern war jeweils **ein Elternteil nicht Deutsch**.

Bei der Voruntersuchung wurden einige Problembereiche identifiziert und Erkenntnisse gewonnen, die für die Durchführung der Haupt-Testphase von großer Bedeutung waren. In der folgenden Tabelle werden die Schwierigkeiten zusammen mit den vorgenommenen Änderungen aufgeführt.

Problembereich	Änderung
- Zwei Testwörter waren einigen Kindern unbekannt.	Die betreffenden Wörter wurden ausgetauscht.
- Ein Bild war nicht einwandfrei erkennbar.	Das Bild wurde neu gestaltet.
- Die Dokumentation der Ergebnisse während des Testens erwies sich als	Ein neues, einfacher auszufüllendes Erfassungsblatt wurde entwickelt

schwierig.		(Anhang 8).
<p>- Die Beeinflussung der Kinder durch die Eltern erwies sich in zwei Fällen als störend.</p>		<p>In einem kurzen Gespräch vor dem Test sollte den teilnehmenden Eltern nahegelegt werden, sich nicht einzumischen, um die Ergebnisse des Tests nicht zu verfälschen.</p>
<p>- Die Motivation der Probanden war unterschiedlich stark. In zwei Fällen erwies sich der Mangel an Motivation und Konzentration als ein Problem.</p>		<p>Ein „Geschenkkorb“ mit kleinen Spielsachen wurde zusammengestellt, aus der sich die Kinder nach Beendigung des Tests ihre „Belohnung“ aussuchen konnten. Der Korb wurde ihnen vor Beginn des Tests gezeigt.</p>

3.1.4. Hauptuntersuchung

Die Testphase, die im Januar 1998 begann, war ursprünglich auf eine Länge von 9 Monaten festgelegt worden. Aus einer Reihe von Gründen erstreckte sich dieser Zeitraum jedoch auf 16 Monate und das letzte Kind wurde im April 1999 getestet. Im Folgenden die Begründungen dieser Verlängerung:

- Eine Einrichtung, die ursprünglich 9 Probanden zusicherte, zog ihre Unterstützung aufgrund schulinterner Komplikationen zurück
- Eine Einrichtung erweckte die Erwartung, dass dort 11 mögliche Kandidaten zur Verfügung stünden. Getestet wurden am Ende nur zwei.
- Durch Krankheiten der Kinder verschoben sich die Termine in drei Fällen.
- Zwei Elternpaare zogen ihre zugesagte Unterstützung kurz vor dem Testtermin zurück.
- In zwei Fällen verweigerten die Kinder die Mitarbeit.

Diese Faktoren führten zu erheblichen Verzögerungen und machten es notwendig, stets neue Anläufe zu unternehmen, um neue Kandidaten zu finden.

Wie bereits unter 3.1.1. erwähnt, wurden insgesamt sieben bayerische Schulen für Schwerhörige und Gehörlose angeschrieben sowie vier deutsche CI-Zentren. Sie alle wurden um Unterstützung bei der Auswahl von Probanden gebeten. Folgende Einrichtungen und Privatpersonen sicherten ihre Hilfe zu und nahmen teil:

- Vier Schulen (München, Nürnberg, Würzburg, Straubing)
- Zwei CI Zentren (Hannover und Freiburg)

- Zwei private Haushalte

3.1.4.1. Die Testpersonen

Insgesamt wurden 49 Kinder in der Haupt-Testphase untersucht. Neun Kandidaten konnten jedoch aus folgenden Gründen, die sich erst später herausstellten, nicht in die endgültige Auswertung aufgenommen werden.

- **Ungünstige Testbedingungen:** Lärm oder Störungen (3 Kinder)
- **Teilleistungsstörungen:** Mögliche zentrale Verarbeitungsstörungen wurden vermutet (1)
- **Unregelmäßiges Tragen der Hörgeräte:** Es war keine Bestätigung über das regelmäßige Tragen der Hörgeräte zu erlangen (1)
- **Elektrodenausfall:** Kurz nach dem Testen wurde ein Totalausfall der Elektroden im CI festgestellt (1)
- **Prä - oder postlingualer Eintritt der Hörschädigung:** Unklarer Zeitpunkt des Eintritts der Hörschädigung (2 Kinder)
- **Ein Elternteil war nicht deutsch** (1)

Insgesamt wurden die Testergebnisse von 40 Kindern in die Auswertung aufgenommen, die sich in folgende Gruppen aufteilen:

Gruppe A	Gruppe B
20 prälingual gehörlose und mit Cochlea Implantat versorgte Kinder	20 prälingual mittel- bis hochgradig schwerhörige Kinder mit konventionellen Hörgeräten

Alle Probanden erfüllten die in 3.1.2. beschriebenen Auswahlkriterien.

Tabelle 29 zeigt die Zusammensetzung der einzelnen Gruppen:

Tab.29 Merkmale der Gruppen

Merkmale	Gruppe A	Gruppe B
Geschlecht (M:männlich, W:weiblich)	M : 14 W : 6	M : 8 W : 12
Alter beim Testen	3;11 - 7;4	4;3 - 7;2
Mittlerer Hörverlust		61 - 90 dB
Alter bei der Implantation	1;7 - 4;5	
Dauer der Gehörlosigkeit vor der Implantation	1;7 - 4;5	
Dauer der Hörerfahrung mit dem Implantat	1;11 - 4;3	

Eine detaillierte Tabelle über die Daten der einzelnen Probanden folgt unten (Tab.30). Dies ist der Verfasserin ein besonderes Anliegen, da der Mangel an durchsichtigen Informationen über die Probanden die Bewertung der Ergebnisse von Forschungsberichten in der Literatur sehr erschwerte. Werden beispielsweise nur Durchschnittswerte angegeben (z.B. ein Durchschnittsalter von 4,5 bei einer Altersverteilung von 2-9Jahren), so können die Ergebnisse einzelner Probanden nicht herausgezogen werden, und mögliche Tendenzen innerhalb der Gruppe werden vernachlässigt

Tabelle 30 soll eine verbesserte Vergleichbarkeit, Transparenz und Bewertung der Ergebnisse ermöglichen. Im Folgenden eine Erläuterung der Begriffe:

Tab. 30: Daten der Probanden
(Gruppe A)

Code	Kat	Ergebnis		Geschl.	Alter	Impl.Alt	CI-Nutz	CI-Typ	Seite	Komm.
		T 1	T 2							
		T 1	T 2							
				T 3						
A 1	(4).	21	19	13	W	6;5	3;5	Med-EI	L	L+LBG
A 2	(4)*	17	19	18	W	5;3	2;2	Nucleus	R	L
A 3	(4)*	21	24	20	M	5;2	2;1	Nucleus	L	L
A 4	(4)*	24	24	21	M	4;10	2;2	Nucleus	L	L
A 5	(1).	14	-	-	W	4;2	2;2	Nucleus	R	L
A 6	(4).	19	19	17	M	3;11	2;0	Nucleus	L	L+LBG
A 7	(3).	22	17	-	M	4;1	1;7	Nucleus	R	L
A 8	(4).	20	20	15	M	6;7	3;5	Med-EI	L	L
A 9	(1).	15	-	-	M	4;5	2;2	Nucleus	R	L
A 10	(4)*	24	24	22	M	4;10	2;8	Nucleus	R	L
A 11	(1).	15	-	-	M	6;1	3;0	Med-EI	L	LBG
A 12	(1).	0	-	-	W	5;6	3;6	Med-EI	L	L
A 13	(3).	21	14	-	M	7;4	4;0	Med-EI	R	DGS+L
A 14	(1).	13	-	-	W	7;4	4;5	Med-EI	R	LBG
A 15	(4).	21	23	13	M	6;6	3;0	Med-EI	R	DGS+L
A 16	(4)*	24	22	22	W	6;0	2;10	Med-EI	R	L
A 17	(4)*	24	22	20	M	4;4	1;7	Nucleus	R	L
A 18	(4)*	24	24	19	M	7;4	4;0	Nucleus	L	L
A 19	(4).	20	19	15	M	5;6	1;8	Nucleus	L	L
A 20	(4)*	24	24	24	M	4;1	2;0	Med-EI	R	L+LBG

**Tab. 30: Daten der Probanden
(Gruppe B)**

Code	Kat	Ergebnis			Geschl	Alter	Verlust (dB)
		T 1	T 2	T 3			
B 1	(1).	3	-	-	W	6;4	90
B 2	(3).	24	22	9	W	6;2	90
B 3	(4).*	24	21	22	W	5;6	61
B 4	(4).*	24	24	20	W	5;4	72
B 5	(1).	5	-	-	W	5;0	70
B 6	(4).	18	21	13	M	4;4	70
B 7	(4).*	24	23	20	W	5;7	70
B 8	(1).	4	-	-	M	6;1	70
B 9	(4).*	18	20	20	W	5;5	67
B 10	(1).	14	-	-	M	6;7	90
B 11	(4).*	24	24	24	W	6;10	70
B 12	(1).	6	-	-	W	7;1	90
B 13	(3).	21	15	-	M	6;0	90
B 14	(4).	22	19	16	M	7;2	90
B 15	(4).*	24	24	22	W	5;8	65
B 16	(4).*	24	23	21	W	4;3	80
B 17	(4).*	24	22	22	W	5;3	62
B 18	(1).	12	-	-	M	4;8	90
B 19	(1).	5	-	-	M	6;3	72
B 20	(4).*	24	24	22	M	5;6	61

Code: Jedem Proband wurde eine Kodierung in Verbindung mit der Gruppenbezeichnung zugeteilt (z.B. A1, B20 usw.) In der Auswertung der gruppeninternen

Ergebnisse werden die Kodierungen in den Diagrammen stets mit aufgeführt.

Alter:	Das Alter des Kindes zum Zeitpunkt des Testens.
Impl. Alt:	Das Alter zum Zeitpunkt der Implantation.
CI Nutz:	Die Dauer der Hörerfahrung nach der Implantation.
CI-Typ:	Die Namen des jeweils eingesetzten Systems
Seite:	Die Seite, auf der das Kind implantiert ist. (L: links.....R: rechts)
Komm.:	Hauptkommunikationsformen der Kinder
Verlust:	Mittlerer Hörverlust
Kat.:	Die erzielte Kategorie
Teil 1:	Die erreichte Punktzahl bei Teil 1 (Pattern Perception)
Teil 2:	Die erreichte Punktzahl bei Teil 2 (Spondee)
Teil 3:	Die erreichte Punktzahl bei Teil 3 (Einsilbige Wörter)
Geschl.:	Weiblich oder Männlich

3.1.4.2. Die Untersuchungen

Im Wesentlichen wurden zwei Arten von Untersuchungen durchgeführt:

- **Gruppeninterne Analysen** innerhalb der jeweiligen Gruppe
(CI: 1-5 und HG: 1-3)
 - **Vergleichsanalysen** zwischen den beiden Gruppen A + B (VAB: 1-3)
- In Tabellen 31-33 werden die Untersuchungen erläutert:

UNTERSUCHUNG	GEGENSTAND	GRUPPIERUNGEN	DIAGRAMM
CI: 1 Ergebnisse in Abhängigkeit vom Testalter	Der Einfluß des Alters zum Zeitpunkt des Testens	3;11-5;0 (8 Probanden) 5;1-6;0 (5 Probanden) 6;1-7;4 (7 Probanden)	CI: 1
CI: 2 Ergebnisse in Abhängigkeit vom Implantationsalter	Der Einfluß des Alters zum Zeitpunkt der Implantation	1;7-2;10 (12 Probanden) 3;0- 4;5 (8 Probanden)	CI: 2
CI: 3 Ergebnisse in Abhängigkeit von der Hörerfahrung mit CI	Der Einfluß der Dauer der Hörerfahrung mit dem CI	1;11-2;11(10 Probanden) 3;0-4;3 (10 Probanden)	CI: 3
CI: 4 Ergebnisse in Abhängigkeit vom Geschlecht	Der Einfluß der Geschlechtszugehörigkeit	weiblich: 6 Probanden männlich: 14 Probanden	CI: 4
CI: 5 Ergebnisse in Abhängigkeit von der Kommunikationsart	Der Einfluß der Kommunikationsart (LBG oder reine Lautsprache)	LBG :6 Probanden Lautsprache:14 Probanden	CI: 5

Tab.31 Gruppeninterne Untersuchungen, Gruppe A

UNTERSUCHUNG	GEGENSTAND	GRUPPIERUNGEN	DIAGRAMM
HG: 1 Ergebnisse in Abhängigkeit vom Testalter	Der Einfluß des Alters zum Zeitpunkt des Testens	4;3 - 5;0 (4 Probanden) 5;1 - 6;0 (8 Probanden) 6;1 - 7;2 (8 Probanden)	HG: 1
HG: 2 Ergebnisse in Abhängigkeit vom mittleren Hörverlust	Der Einfluß des Grads des Hörverlustes	Mittlerer Hörverlust: 61dB-70dB (10 Probanden) 71dB-80dB (3 Probanden) 81dB-90dB (7 Probanden)	HG: 2
HG: 3 Ergebnisse in Abhängigkeit vom Geschlecht	Der Einfluß der Geschlechtszugehörigkeit	weiblich: 12 Probanden männlich: 8 Probanden	HG: 3

Tab.32: Gruppeninterne Untersuchungen, Gruppe B

UNTERSUCHUNG	GEGENSTAND	GRUPPIERUNGEN	DIAGRAMM
VAB: 1 Vergleich der allgemeinen Ergebnisse der Gruppe A und Gruppe B	Ein Vergleich der Ergebnisse der Gruppe A und B ohne Einbezug der verschiedenen Variablen	Gruppe A Gruppe B	VAB: 1
VAB: 2 Vergleich der Ergebnisse in Abhängigkeit vom Testalter	Ein Vergleich der Ergebnisse in den jeweiligen Altersgruppen	Drei Altersgruppen der Gruppe A und Gruppe B	VAB: 2
VAB: 3 Vergleich der Ergebnisse in Abhängigkeit vom Geschlecht	Ein Vergleich der Ergebnisse der männlichen bzw. weiblichen Probanden in Gruppe A und Gruppe B	weiblich: Gruppe A: 6 Gruppe B: 12 männlich: Gruppe A: 14 Gruppe B: 8	VAB: 3

--	--	--	--

Tab.33: Vergleichsuntersuchungen zwischen Gruppe A und Gruppe B

3.2. Ergebnisse

Wie bereits oben erwähnt wurden drei Gruppen von Untersuchungen durchgeführt:

CI: 1-5 ---- Gruppeninterne Untersuchungen der Gruppe A

HG: 1-3 ---- Gruppeninterne Untersuchungen der Gruppe B

VAB:1-3 ---- Vergleichsuntersuchungen zwischen Gruppe A und B

In diesem Kapitel werden zunächst die Ergebnisse anhand von Diagrammen gezeigt und danach im Text erläutert.

Es sollte hier festgehalten werden, dass die angegebenen Prozentsätze lediglich zur Verdeutlichung der Ergebnisse benutzt werden. Sie enthalten in diesem Stadium (die Beschreibung der Ergebnisse) keine statistische Relevanz.

3.2.1. Gruppeninterne Untersuchungen: Gruppe A

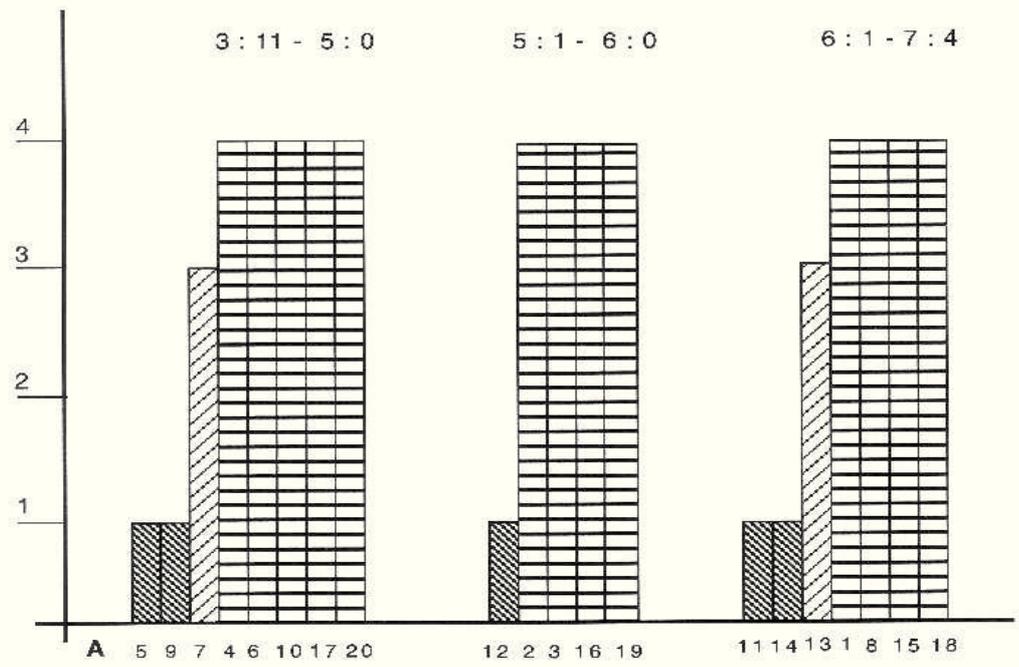
Untersuchung CI: 1

Ergebnisse in Abhängigkeit vom Testalter (Diagramm CI: 1)

In dieser Untersuchung wurden die Ergebnisse unterschiedlicher Altersgruppierungen zum Zeitpunkt des Testens miteinander verglichen. Der Inhalt des Diagramms CI:1 drückt sich in den darauf folgenden Prozentzahlen aus:

**DIAGRAMM CI:1
 ERGEBNISSE IN ABHÄNGIGKEIT
 VOM TESTALTER
 GRUPPE A
 (3:11- 7:4 Jahre)**

Kategorie



Kodierung

Legende

- Kat. 1
- Kat. 3
- Kat. 4

Das Alter zum Zeitpunkt des Testens	Kat. 1	Kat. 3	Kat. 4
3;11- 5;0 Jahre	25,0%	12,5%	62,5%
5,1 - 6;0 Jahre	20,0%	-	80,0%
6;1 - 7;4 Jahre	28,6%	14,3%	57,1%

Zusammenfassung:

- Die Probanden der mittleren Altersgruppe (5;1-6;0 Jahren) erzielten die besten Ergebnisse (Kat. 4: 80%).
- Die Probanden der ältesten Gruppe (6;1-7;4) erzielten die schlechtesten Ergebnisse (Kat. 4: 57,1%. Kat. 1: 28,6%)
- Die jüngste Gruppe (3;11 -5;0 Jahre) erzielten ähnliche aber geringfügig bessere Ergebnisse als die ältesten Probanden (Kat. 4: 62.5%).

Untersuchung CI: 2

Ergebnisse in Abhängigkeit vom Implantationsalter

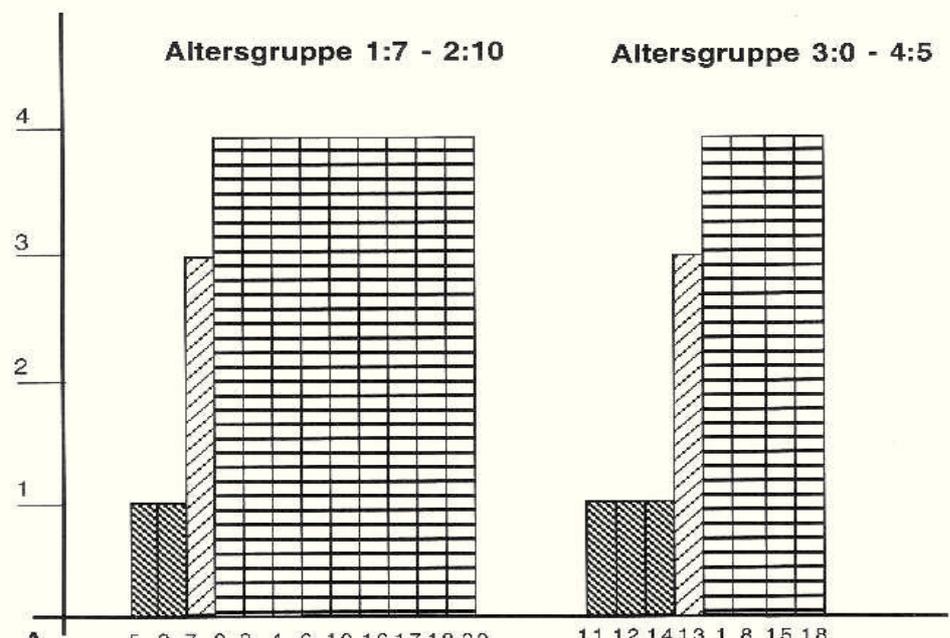
(Diagramm CI: 2)

In dieser Untersuchung wurden die Ergebnisse unterschiedlicher Altersgruppierungen zum Zeitpunkt der Implantation miteinander verglichen. Der Inhalt des Diagramms CI: 2 drückt sich in den darauf folgenden Prozentzahlen aus:

**DIAGRAMM CI:2
 ERGEBNISSE IN ABHÄNGIGKEIT VOM
 IMPLANTATIONSALTER
 GRUPPE A**

ALTER 1:7 - 4:5

Kategorie



A
 Kodierung

Legende

- Kat. 1
- Kat. 3
- Kat. 4

Das Alter zum Zeitpunkt der Implantation	Kat 1	Kat 3	Kat 4
1;7 - 2;10 Jahre	16,7%	8,3%	75,0%
3;0 - 4;5 Jahre	37,5%	12,5%	50,0%

Zusammenfassung:

- Die Gruppe der in jüngerem Alter implantierten Probanden erzielten bessere Ergebnisse als die Gruppe der in späterem Alter mit CI versorgten Kinder (Kat. 3+4: 83,3% im Vergleich zu 62,5%).

Untersuchung CI: 3

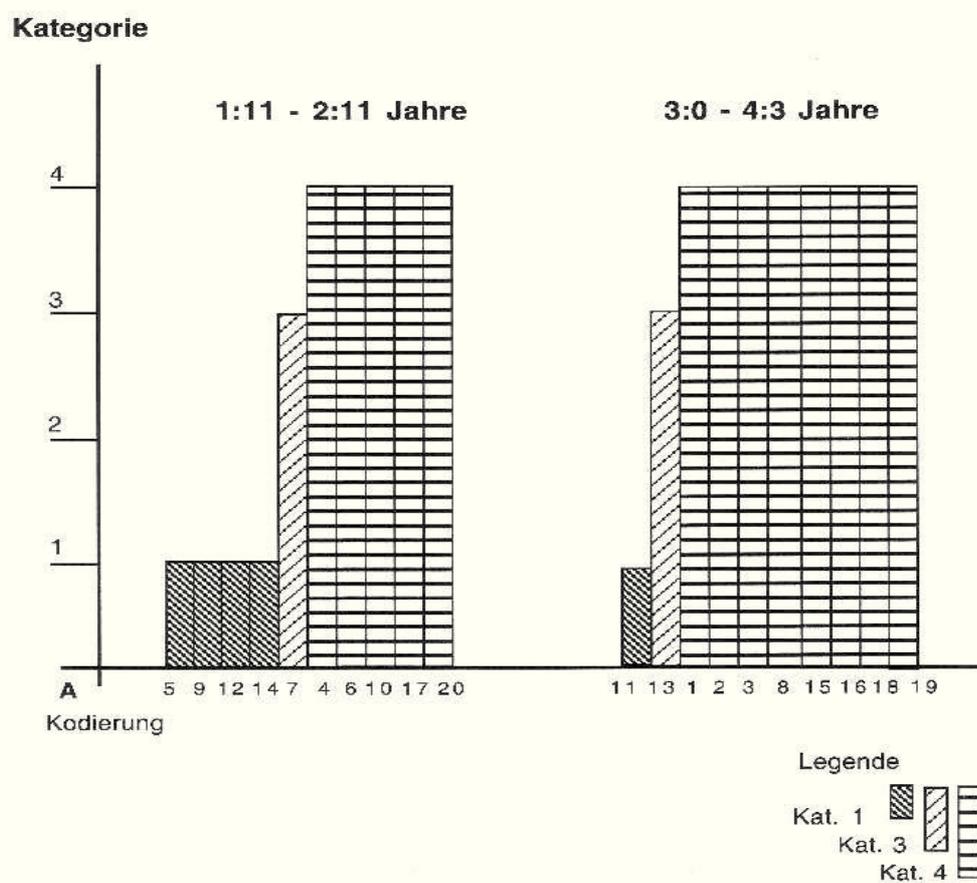
**Ergebnisse in Abhängigkeit von der Hörerfahrung mit CI
(Diagramm CI: 3)**

In dieser Untersuchung wurden die Ergebnisse entsprechend der Dauer der Hörerfahrung mit dem CI miteinander verglichen. Der Inhalt des Diagramms CI:3 drückt sich in folgenden Prozentzahlen aus:

Dauer der Hörerfahrung	Kat 1	Kat 3	Kat 4
1;11 - 2;11 Jahre	40,0%	10,0%	50,0%
3;0 - 4;3 Jahre	10,0%	10,0%	80,0%

**DIAGRAMM CI:3
ERGEBNISSE IN ABHÄNGIGKEIT VON
DER HÖRERFAHRUNG MIT CI
GRUPPE A**

(1:11 - 4:3 JAHRE)



Zusammenfassung:

- Die Gruppe mit der längeren Hörerfahrung mit dem CI erzielte die besseren Ergebnisse (Kat. 4: 80,0%).
- Wenn man die Ergebnisse der Kat. 3 und Kat. 4 zusammenzählt, sind die Ergebnisse noch eindeutiger: 60% bei der Gruppe mit weniger Hörerfahrung gegen 90% bei der Gruppe mit längeren Hörerfahrung

Untersuchung CI: 4

Ergebnisse in Abhängigkeit vom Geschlecht (Diagramm CI: 4)

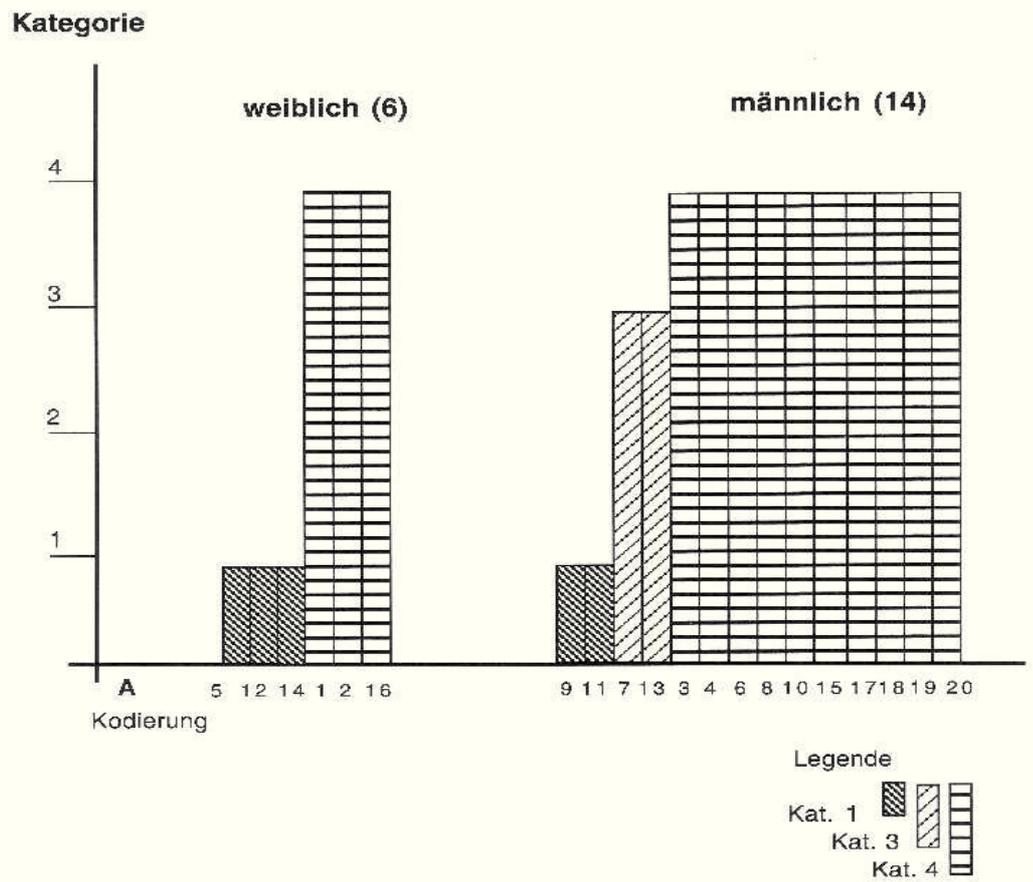
In dieser Untersuchung wurden die Ergebnisse der männlichen Probanden mit den Ergebnissen der weiblichen Probanden verglichen. Der Inhalt des Diagramms CI: 4 drückt sich in folgenden Prozentzahlen aus:

Geschlecht	Kat 1	Kat 3	Kat 4
weiblich	50,0%	-	50,0%
männlich	14,3%	14,3%	71,4%

Zusammenfassung:

- Proportional werden mehr weibliche Probanden (50,0%) der ersten Kategorie zugeordnet als männliche (14,3%).
- Proportional weniger weibliche Probanden (50%) erreichten die Kategorie 4 als männliche (71,4%).

**DIAGRAMM CI:4
 ERGEBNISSE IN ABHÄNGIGKEIT
 VOM GESCHLECHT
 GRUPPE A**



Untersuchung CI: 5
Ergebnisse in Abhängigkeit von der Kommunikationsart
(Diagramm CI: 5)

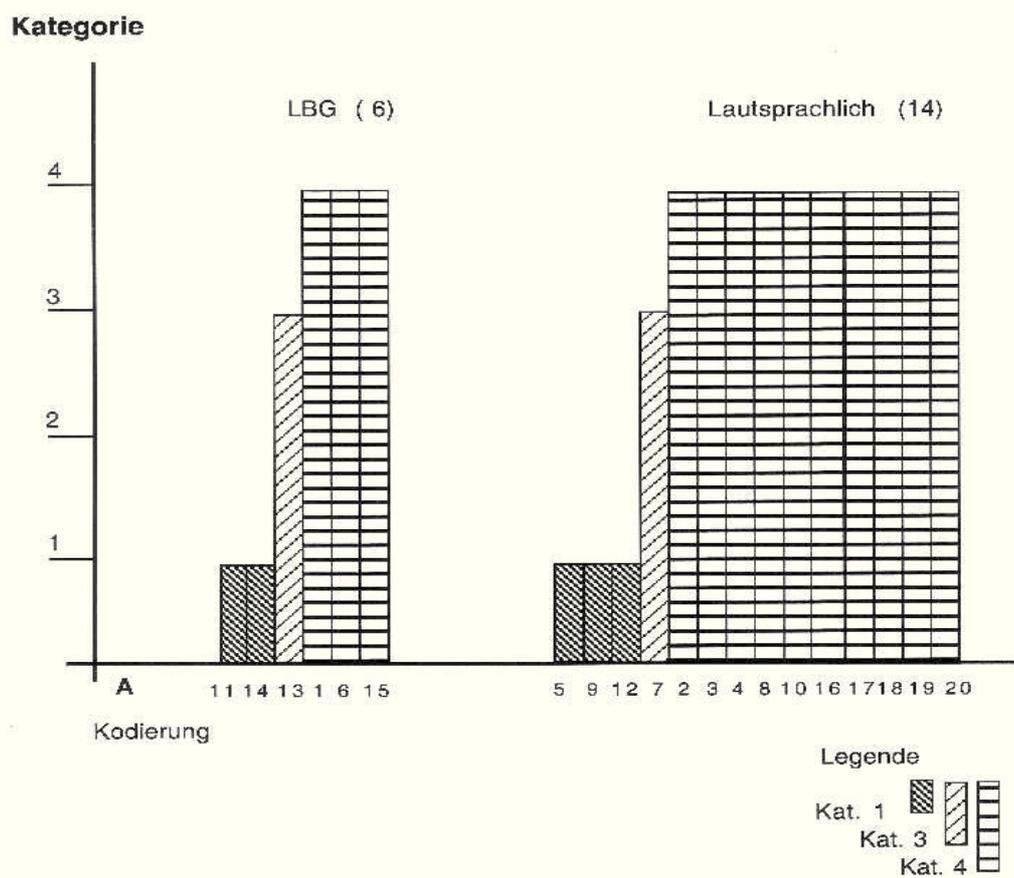
In dieser Untersuchung wurden die Ergebnisse der nach Kommunikationsart unterschiedenen Gruppierungen miteinander verglichen. Der Inhalt des Diagramms CI: 5 drückt sich in folgenden Prozentzahlen aus:

Kommunikation	Kat 1	Kat 3	Kat 4
LBG	33,3%	16,7%	50,0%
Lautsprache	21,5%	7,1%	71,4%

Zusammenfassung:

- Die Gruppe, welche die reine Lautsprache als ihre hauptsächliche Kommunikationsart einsetzt, erzielt bessere Ergebnisse.

DIAGRAMM CI:5
ERGEBNISSE IN ABHÄNGIGKEIT
VON DER KOMMUNIKATIONSART
GRUPPE A



3.2.2. Gruppeninterne Untersuchungen: Gruppe B

Untersuchung HG: 1 Ergebnisse in Abhängigkeit vom Testalter (Diagramm HG: 1)

In dieser Untersuchung wurden die Ergebnisse unterschiedlicher Altersgruppierungen zum Zeitpunkt des Testens miteinander verglichen. Der Inhalt des Diagramms HG: 1 drückt sich in folgenden Prozentzahlen aus:

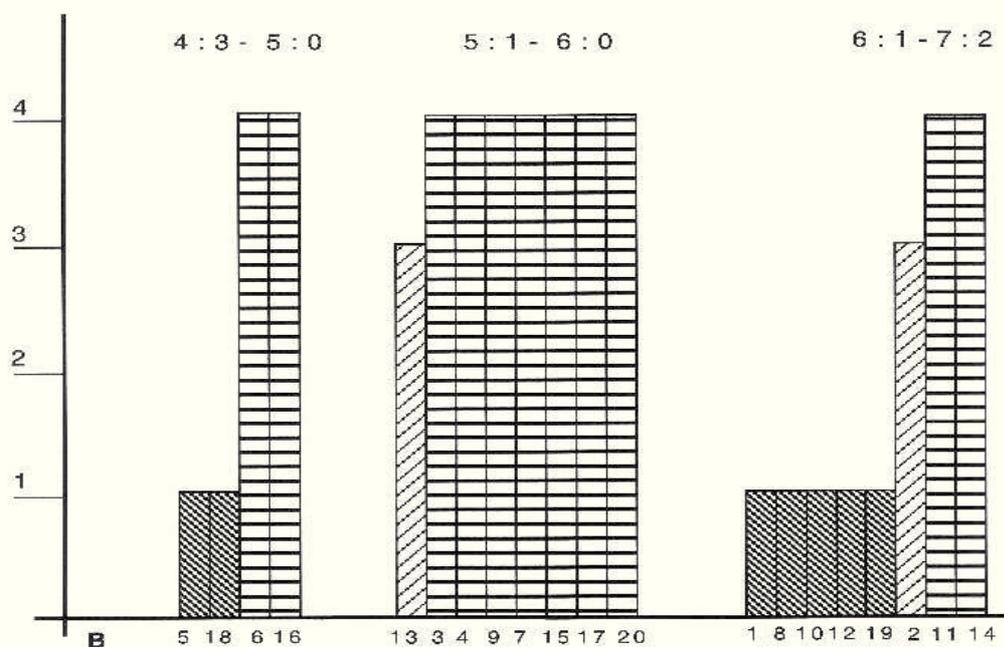
Alter zum Zeitpunkt des Testens	Kat. 1	Kat. 3	Kat. 4
4;3 - 5;0	50,0%	-	50,0%
5;1 - 6;0	-	12,5%	87,5%
6;1 - 7;2	62,5%	12,5%	25,0%

Zusammenfassung:

- Die Probanden der mittleren Gruppe (5;1 - 6;0) erzielten die besten Ergebnisse.
- Die Probanden der ältesten Gruppe (6;1 - 7;2) erzielten die schlechtesten Ergebnisse.
- Die Probanden der jüngsten Gruppe (4;3 - 5;0) erzielten bessere Ergebnisse als die älteste Probandengruppe.

**DIAGRAMM HG:1
 ERGEBNISSE IN ABHÄNGIGKEIT
 VOM TESTALTER
 GRUPPE B
 (4:3 - 7:2 Jahre)**

Kategorie



Kodierung

Legende



Untersuchung HG: 2

Ergebnisse in Abhängigkeit vom Grad des Hörverlustes

(Diagramm HG: 2)

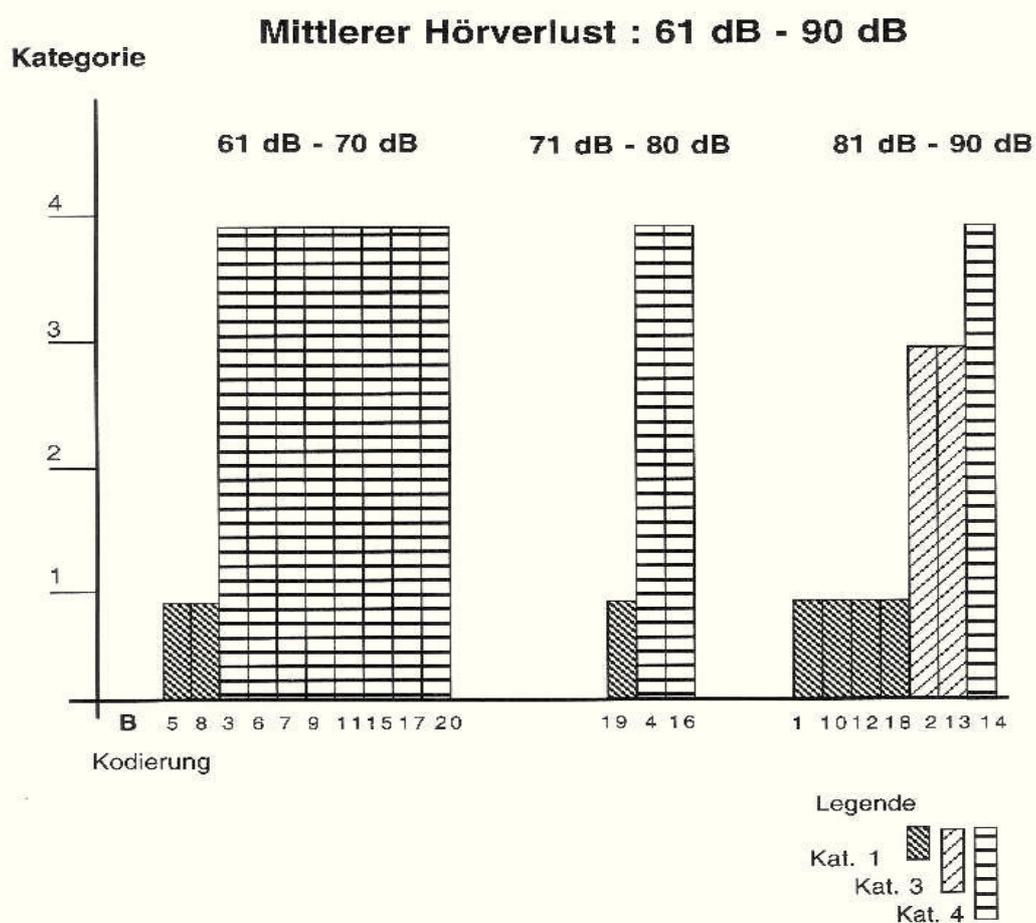
Bei dieser Untersuchung werden die Ergebnisse der nach dem Grad des Hörverlustes unterschiedenen Gruppen miteinander verglichen. Der Inhalt des Diagramms HG: 2 drückt sich in folgenden Prozentzahlen aus:

mittlerer Hörverlust	Kat 1	Kat 3	Kat 4
61 - 70 dB	20,0%	-	80,0%
71 dB - 80 dB	33,3%	-	66,7%
81 dB - 90 dB	57,1%	28,6%	14,3%

Zusammenfassung:

- Die Probanden mit dem größten Hörvermögen erzielten die besten Ergebnisse (80% erreichten Kat. 4)
- Die Probanden mit dem größten Hörverlust erzielten die schlechtesten Ergebnisse (über 50% erreichten lediglich Kat. 1)
- Drei Probanden mit dem größten Hörverlust (81dB-90dB) erzielten jedoch Kat. 3 oder 4
- Zwei Probanden mit besserem Hörvermögen (61dB-70dB Hörverlust) erzielten lediglich Kat. 1.

**DIAGRAMM HG:2
 ERGEBNISSE IN ABHÄNGIGKEIT
 VOM MITTLEREN HÖRVERLUST
 GRUPPE B**



Untersuchung HG: 3

**Ergebnisse in Abhängigkeit vom Geschlecht
(Diagramm HG:3)**

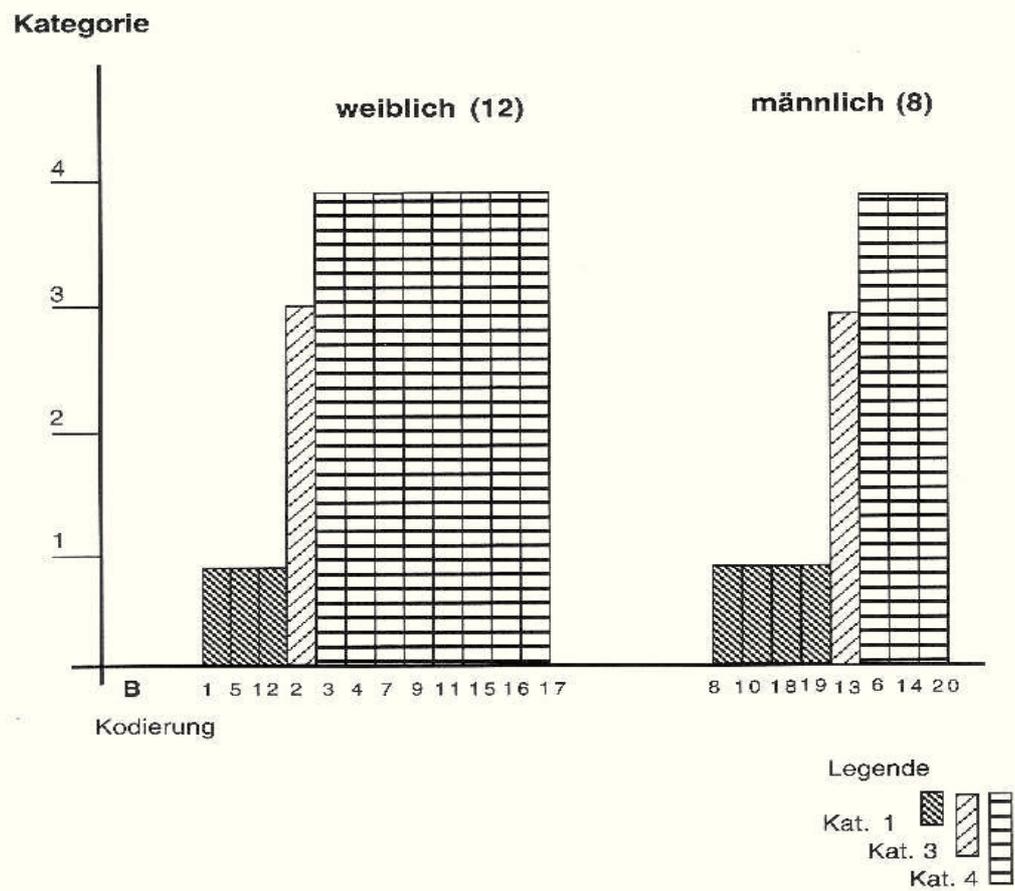
In dieser Untersuchung werden die Ergebnisse der weiblichen Probanden mit denen der männlichen Probanden miteinander verglichen. Der Inhalt des Diagramms HG: 3 drückt sich in folgenden Prozentzahlen aus:

Geschlecht	Kat 1	Kat 3	Kat 4
weiblich	25,0%	8,3%	66,7%
männlich	50,0%	12,5%	37,5%

Zusammenfassung:

- Die weiblichen Probanden erzielen bessere Ergebnisse als die männlichen (75% erzielten Kat. 3+4 gegenüber 50% der männlichen Probanden, 50% der männlichen Probanden erzielten Kat. 1).

**DIAGRAMM HG: 3
ERGEBNISSE IN ABHÄNGIGKEIT
VOM GESCHLECHT
GRUPPE B**



3.2.3 Vergleichsuntersuchungen: Gruppe A und Gruppe B

Untersuchung VAB: 1
Vergleich der allgemeinen Ergebnisse
(Diagramm VAB: 1)

In dieser Untersuchung werden die Ergebnisse beider Gruppen ohne Berücksichtigung der unterschiedlichen Variablen miteinander verglichen. Der Inhalt des Diagramms VAB: 1 drückt sich in folgenden Prozentzahlen aus:

KATEGORIE	GRUPPE A	GRUPPE B
Kat. 1	25,0%	35,0%
Kat. 3	10,0%	10,0%
Kat. 4	65,0%	55,0%

Kategorie 1

- Die Probanden der Gruppe B sind in der Kat. 1 stärker vertreten als die Probanden der Gruppe A

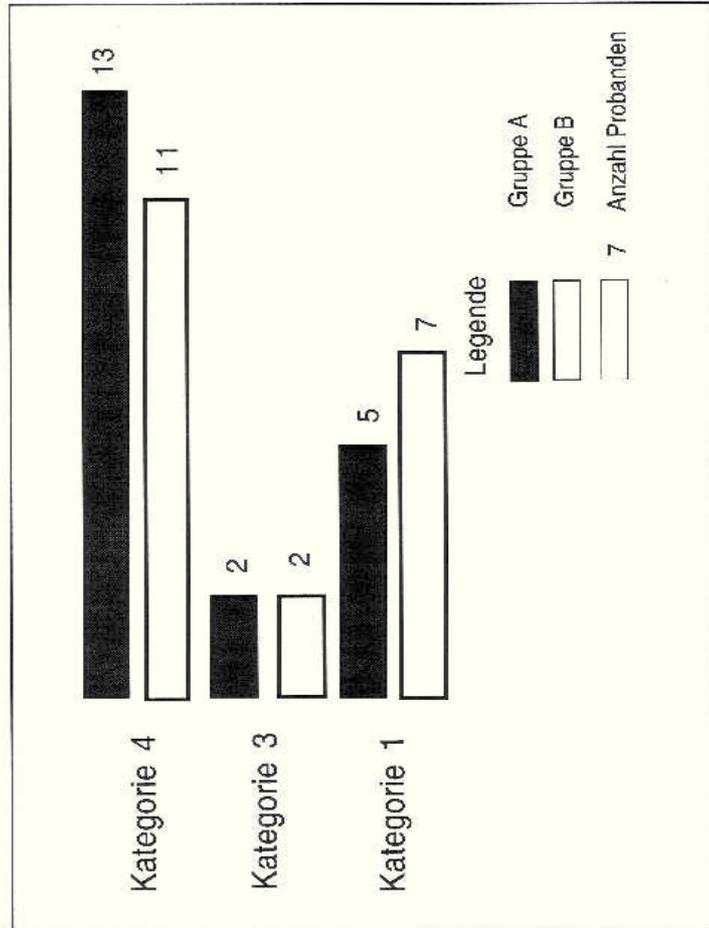
Kategorie 3

- Von beiden Gruppen haben jeweils 2 Probanden die Kategorie 3 erreicht.

Kategorie 4

- Die Probanden der Gruppe A sind in dieser höchsten Kategorie stärker vertreten als die Probanden der Gruppe B

DIAGRAMM VAB:1
VERGLEICH DER GRUPPEN A UND B



Kategorie 4*

Dieser von der Verfasserin zusätzlich eingeführten Kategorie werden die Probanden zugeordnet, die in dem letzten und schwierigsten Teil des Sprachtests (einsilbige Wörter) mindestens 75% erreicht haben. Die Probanden der Gruppe B erzielten dabei geringfügig bessere Ergebnisse:

Gruppe A: 8 Probanden

Gruppe B: 9 Probanden

Untersuchung VAB: 2

In Abhängigkeit vom Testalter

(Diagramme VAB: 2a, VAB: 2b und VAB: 2c)

Bei dieser Untersuchung wurden die Ergebnisse der unterschiedlichen Altersgruppen miteinander verglichen. Der Inhalt des Diagramms

VAB: 3 drückt sich in folgenden Prozentzahlen aus:

- Die jüngste Altersgruppe :

Gruppe A: 3;11 - 5;0 Jahre Gruppe B: 4;3 - 5,0 Jahre

Gruppe	Kat. 1	Kat. 3	Kat. 4
A (8)	25,0%	12,5%	62,5%
B (4)	50,0%	-	50,0%

- Die mittlere Altersgruppe:

Gruppe A und B: 5;1- 6,0 Jahre

Gruppe	Kat. 1	Kat. 3	Kat. 4
A (5)	20,0%	-	80,0%
B (8)	-	12,5%	87,5%

- Die älteste Altersgruppe

Gruppe A: 6,1 - 7,4 Jahre Gruppe B: 6,1 - 7,2 Jahre

Gruppe	Kat. 1	Kat. 3	Kat. 4
A (7)	28,6%	14,3%	57,1%
B (8)	62,5%	12,5%	25,0%

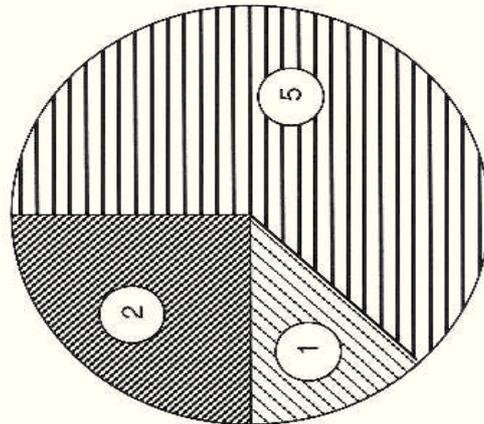
Zusammenfassung:

- In der jüngsten Altersgruppe (3;11-5;0 bzw. 4;3-5;0 Jahre) erzielten die Probanden der Gruppe A bessere Ergebnisse. (75,0% der Gruppe A erreichten Kategorie 3 und 4. Der entsprechende Wert der Gruppe B liegt bei 50,0%).
- In der mittleren Altersgruppe (5;1-6;0 Jahre) erzielten die Probanden der Gruppe B bessere Ergebnisse (100% der Gruppe B erreichten Kategorie 3 oder 4. Der entsprechende Wert der Gruppe A liegt bei 80%)
- In der ältesten Altersgruppe (6;1-7;4 bzw. 6;1-7;2 Jahre) erzielten die Probanden der Gruppe A deutlich bessere Ergebnisse. (ca. 71% der Gruppe A erreichten Kategorie 3 oder 4. Der entsprechende Wert der

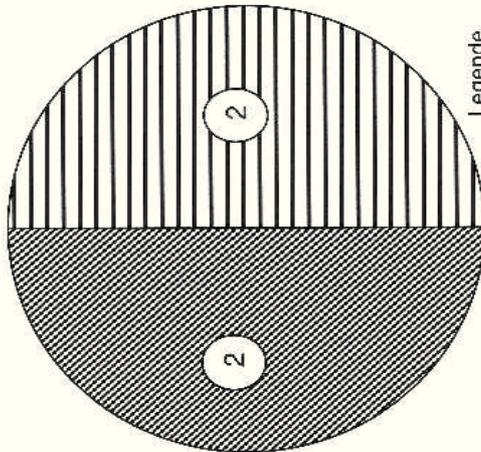
Gruppe B liegt bei 37,5%. Darüber hinaus erzielten 62,5% der Gruppe B lediglich Kategorie 1).

DIAGRAMM VAB: 2a
VERGLEICH ZWISCHEN DEN GRUPPEN A UND B
IN ABHÄNGIGKEIT VOM TESTALTER

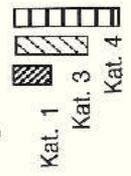
GRUPPE A (8)
 3:11 - 5:0



GRUPPE B (4)
 4:3 - 5:0



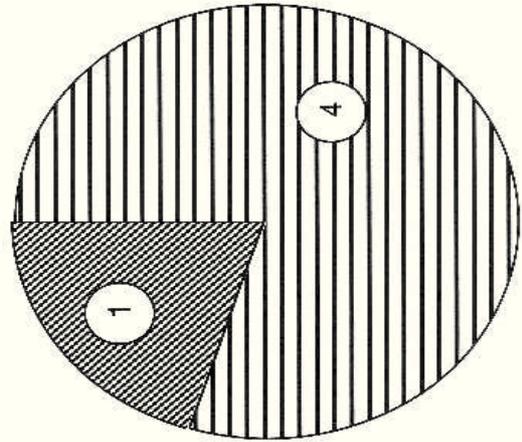
Legende



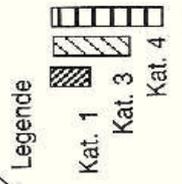
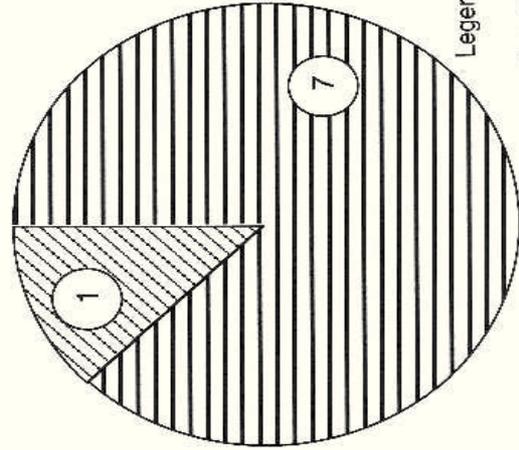
Anzahl Probanden (3)

DIAGRAMM VAB: 2b
VERGLEICH ZWISCHEN DEN GRUPPEN A UND B
IN ABHÄNGIGKEIT VOM TESTALTER

GRUPPE A (5)
 5:1 - 6:0



GRUPPE B (8)
 5:1 - 6:0

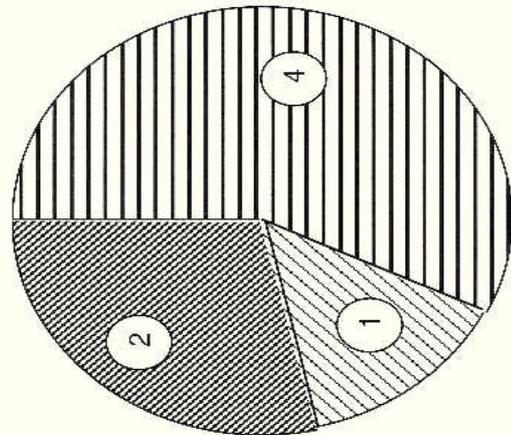


Anzahl Probanden (3)

DIAGRAMM VAB: 2c
VERGLEICH ZWISCHEN DEN GRUPPEN A UND B
IN ABHÄNGIGKEIT VOM TESTALTER

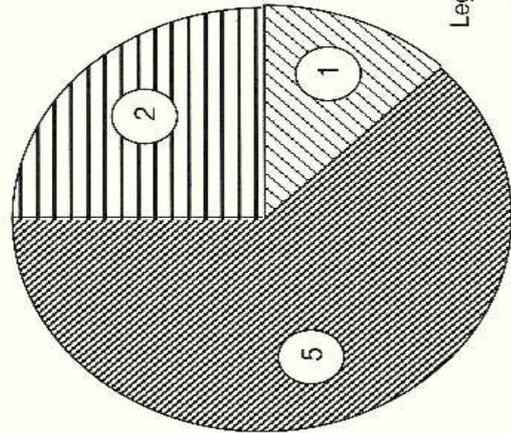
GRUPPE A (7)

6:1 - 7:4



GRUPPE B (8)

6:1 - 7:2



Legende

	Kat. 1
	Kat. 2
	Kat. 3
	Kat. 4
	Kat. 5

Anzahl Probanden 3

Untersuchung VAB: 3
In Abhängigkeit vom Geschlecht

(Diagramme VAB: 3a und VAB: 3b)

In dieser Untersuchung werden die Ergebnisse der jeweiligen Geschlechtsgruppen miteinander verglichen, d.h. die weiblichen Probanden der Gruppe A mit denen der Gruppe B. Auf gleiche Weise wird mit den männlichen Probanden verfahren.

- Weibliche Probanden

Der Inhalt des Diagramms VAB: 3a drückt sich in folgenden Prozentzahlen aus:

weibliche Probanden	Kat. 1	Kat. 3	Kat. 4
Gruppe A (6)	50,0%		50,0%
Gruppe B (12)	25,0%	8,3%	66,7%

Zusammenfassung:

- Die weiblichen Probanden der Gruppe B erzielten die prozentual besseren Ergebnisse (75% der Gruppe B erzielten Kat. 3 oder 4. In Gruppe A liegt der vergleichbare Wert bei 50%).

- Männliche Probanden

Der Inhalt des Diagramms VAB: 3b drückt sich in folgenden Prozentzahlen aus:

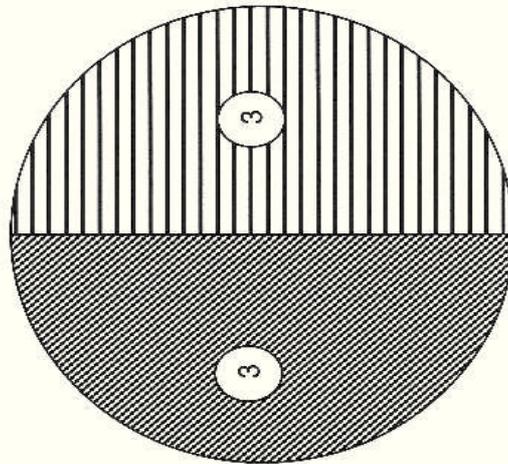
männliche Probanden	Kat 1	Kat 3	Kat 4
Gruppe A (14)	14,3%	14,3%	71,4%
Gruppe B (8)	50,0%	12,5%	37,5%

Zusammenfassung:

- Die männlichen Probanden der Gruppe A erzielten prozentual die besseren Ergebnisse (85,7% erreichten Kategorie 3 oder 4. In Gruppe B liegt der vergleichbare Wert bei 50,0%).
- Darüber hinaus erzielten 50,0% der Probanden der Gruppe B lediglich die Kategorie 1 im Vergleich zu 14,3% der Gruppe A.

DIAGRAMM VAB: 3a
VERGLEICH ZWISCHEN DEN GRUPPEN A UND B
IN ABHÄNGIGKEIT VOM GESCHLECHT:
WEIBLICH

GRUPPE A (6)



GRUPPE B (12)

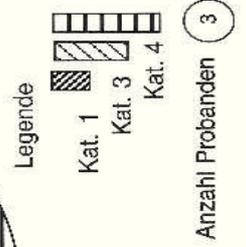
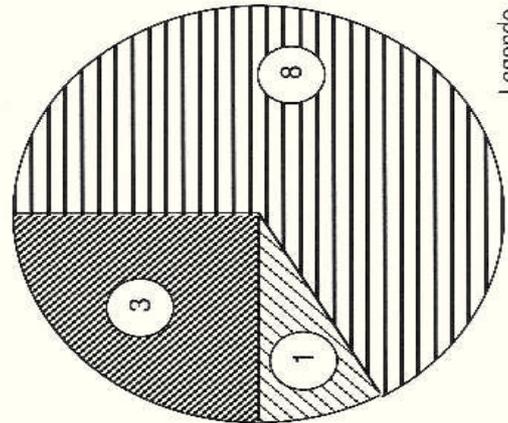
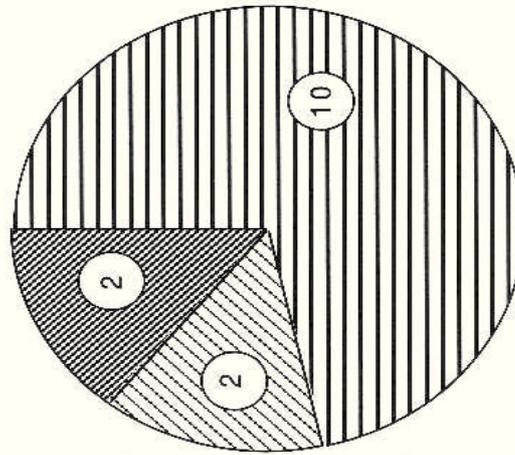


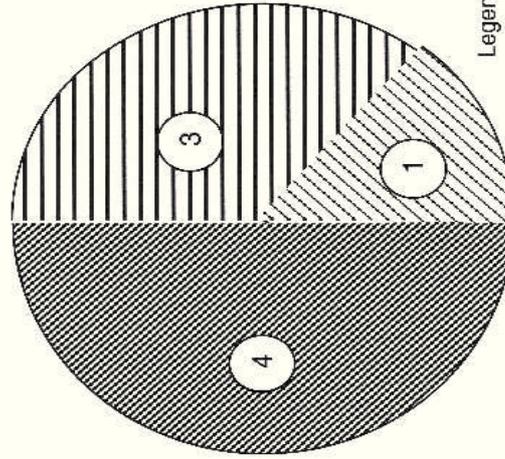
DIAGRAMM VAB: 3b
VERGLEICH ZWISCHEN DEN GRUPPEN A UND B
IN ABHÄNGIGKEIT VOM GESCHLECHT:

MÄNNLICH

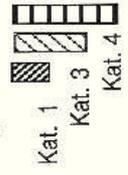
GRUPPE A (14)



GRUPPE B (8)



Legende



Kat. 1

Kat. 2

Kat. 3

Kat. 4

Anzahl Probanden **3**

3.2.4. Merkmale der Probanden in den Kategorien 4* und 1:

Gruppe A

**Tab.34: MERKMALE DER PROBANDEN IN DER KATEGORIE 4*
GRUPPE A**

Proband	Geschl.	Test- alter	Implant alter	Hör- erfahr.	CI-Typ	Haupt Komm.
A2	W	5;3	2;2	3;1	Nucleus	L
A3	M	5;2	2;1	3;1	Nucleus	L
A4	M	4;10	2;2	2;8	Nucleus	L
A10	M	4;10	2;8	2;2	Nucleus	L
A16	W	6;0	2;10	3;2	Med EI	L
A17	M	4;4	1;7	2;9	Nucleus	L
A18	M	7;4	4;0	3;4	Nucleus	L
A20	M	4;1	2;0	2;1	Med EI	L

**Tab.35: MERKMALE DER PROBANDEN IN DER KATEGORIE 1
GRUPPE A**

Proband	Geschl.	Testalter	Implant- alter	Hör- erfahrung	CI-Typ	Haupt Komm.
A5	W	4;2	2;2	2;0	Nucleus	L
A9	M	4;5	2;2	2;3	Nucleus	L
A11	M	6;1	3;0	3;1	Med El	LBG
A12	W	5;6	3;6	2;0	Med El	L
A14	W	7;4	4;5	2;11	Med El	LBG

Ein Vergleich der Tabellen 34 und 35 ergibt folgende Durchschnittswerte:

Gruppe A	Kat. 4*	Kat 1
Durchschnittl. Alter	5;3	5;6
Durchschnittl. Implantalter	2;5	3;1
Durchschnittl. Hörerfahrung mit CI	2;8	2;5

Die oben aufgeführte Tabelle zeigt geringfügige Unterschiede sowohl im Bereich des Alters zum Zeitpunkt des Testens als auch in der

Dauer der Hörerfahrung mit dem CI. Der größte Unterschied liegt bei dem durchschnittlichen Alter bei der Implantation.

3.2.5. Merkmale der Probanden in den Kategorien 4* und 1: Gruppe B

**TAB. 36: MERKMALE DER PROBANDEN IN DER KATEGORIE 4*
GRUPPE B**

Proband	Geschl.	Testalter	Hörverlust
B3	W	5;6	61dB
B4	W	5;4	72dB
B7	W	5;7	70dB
B9	W	5;5	67dB
B11	W	6;10	70dB
B15	W	5;8	65dB
B16	W	4;3	80dB
B17	W	5;3	62dB
B20	M	5;6	61dB

**TAB.37: MERKMALE DER PROBANDEN IN DER KATEGORIE 1
GRUPPE B**

Proband	Geschl.	Testalter	Hörverlust
B1	W	6;4	90dB
B5	W	5:0	70dB
B8	M	6;1	70dB
B10	M	6;7	90dB
B12	W	7;1	90dB
B18	M	4;8	90dB
B19	M	6;3	72dB

Ein Vergleich der Tabellen 36 und 37 ergibt folgende Durchschnittswerte:

Gruppe B	Kat. 4*	Kat.1
Durchschnittliches Alter	5;6	5;11
Durchschnittlicher	68dB	82dB

Hörverlust		
-------------------	--	--

Hier ist eindeutig und erwartungsgemäß der Grad des Hörverlustes der bedeutendste Faktor.

Eine der wichtigsten Aussagen bei einem Vergleich der Probanden, welche der Kategorie 4* zugeordnet wurden, ist die Tatsache, dass 8 der mit CI versorgten Kinder ähnliche Ergebnisse erzielten wie die mittelgradig schwerhörigen Kinder mit einem durchschnittlichen Hörverlust von lediglich 61-72dB.

3.3. Diskussion der Ergebnisse

3.3.1. Gruppeninterne Untersuchungen: Gruppe A

Untersuchung CI: 1 In Abhängigkeit vom Testalter

Hypothese:

„Die älteren Kinder werden aufgrund ihrer größeren Erfahrung im Umgang mit Testsituationen bessere Ergebnisse erzielen.“

Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass die Probanden der mittleren Altersgruppe die im Vergleich besten Resultate erzielen. Die jüngste Probandengruppe erzielt geringfügig bessere Ergebnisse als die älteste Gruppe. Die Hypothese wird damit widerlegt.

Die mittlere Gruppe ist von der Anzahl her klein (5). Dies könnte einen Einfluß auf die Ergebnisse ausgeübt haben.

Es wäre auch möglich, dass die älteren Kinder erst zu einem späteren Zeitpunkt implantiert wurden und daher sowohl eine länger andauernde Phase der Gehörlosigkeit als auch eine kürzere Periode der Hörerfahrung mit einem CI hinter sich haben. Ein Vergleich mit den Ergebnissen aus CI: 3 zeigt, dass alle 7 Probanden der ältesten Gruppe sich ebenfalls in der Gruppe der später implantierten Kinder befinden. Hier könnte daher die Dauer der Gehörlosigkeit vor der Implantation eine größere Rolle gespielt haben als das Alter zum Zeitpunkt des Testens.

Sechs der 7 Probanden dieser Gruppe weisen eine längere Hörerfahrung mit dem CI auf. Hier scheint daher die Dauer der Hörerfahrung mit dem CI eine kleinere Rolle zu spielen als das Implantationsalter und die vorhergehende Dauer der Gehörlosigkeit.

Untersuchung CI: 2 In Abhängigkeit vom Implantationsalter

Hypothese:

„Kinder, die in jüngerem Alter implantiert wurden, werden aufgrund der kürzeren Dauer der Gehörlosigkeit bessere Ergebnisse erzielen.“

Die Ergebnisse zeigen, dass die im jüngeren Alter implantierten Probanden bessere Resultate erzielen. Die Hypothese wird damit bestätigt.

Die Gruppe der später implantierten Kinder ist kleiner als die der früher implantierten. (8/12). Diese Diskrepanz könnte eine Rolle gespielt haben.

Die Gruppe der früher implantierten weist möglicherweise auch eine längere Hörerfahrung mit dem CI auf. Dies wurde jedoch nach einem Vergleich mit den Ergebnissen der Untersuchung CI: 3 widerlegt, da nur 3 (aus 12) der früher implantierten Probanden auch eine längere Hörerfahrung mit dem CI aufweisen. Dies bestätigt wiederum die unter CI: 1 geäußerte Vermutung, das Alter spiele bei der Implantation eine wichtigere Rolle als die Dauer der Hörerfahrung mit CI.

Untersuchung CI: 3 In Abhängigkeit von der Hörerfahrung mit CI

Hypothese:

„Probanden, die eine längere Hörerfahrung mit dem CI aufweisen, werden bessere Ergebnisse erzielen.“

Die Gruppe der Probanden mit der längeren Hörerfahrung erzielte die besseren Ergebnisse. Die Hypothese wird damit bestätigt.

Werden die Ergebnisse aus der Untersuchung CI: 2 (Implantations-Alter) mit herangezogen, so zeigt sich, dass 50% der Probanden, welche die Kategorie 4 erreichten, aus der Gruppe der früher Implantierten stammen und 50% aus der Gruppe der später Implantierten. In dieser Untersuchung scheint daher, das Alter zum Zeitpunkt der Implantation keine zusätzliche Rolle gespielt zu haben.

**Untersuchung CI: 4
In Abhängigkeit vom Geschlecht**

Hypothese:

„Es werden sich keine geschlechtsspezifischen Unterschiede in den Ergebnissen zeigen.“

Die Gruppe der männlichen Probanden erzielte prozentual bessere Ergebnisse als die der weiblichen. Die Hypothese wird damit widerlegt.

Die Gruppe der weiblichen Probanden ist jedoch klein. Dies kann einen Einfluß auf die Ergebnisse ausgeübt haben.

Die drei weiblichen Probanden, welche lediglich die Kategorie 1 erreichten, gehören zu der Gruppe mit der geringeren CI

Hörerfahrung (siehe CI: 3). Zwei davon gehören ebenfalls der Gruppe der später Implantierten an. (siehe CI: 2).

Durch diese Faktoren werden die zunächst eindeutigen Ergebnisse abgeschwächt. Wiederum stellt sich die Frage, ob das Geschlecht, das Alter zum Zeitpunkt der Implantation oder die Dauer der Hörerfahrung mit dem CI einen größeren Einfluß auf die Ergebnisse ausgeübt hat.

Untersuchung CI: 5 **In Abhängigkeit von der Kommunikationsart**

Hypothese:

„Es werden sich keine Unterschiede in den Ergebnissen zeigen, aufgrund der Tatsache, dass LBG zur Förderung der Lautsprache eingesetzt wird und das gesprochene Wort dabei stets vorhanden ist.“

Die Gruppe der Probanden, welche rein lautsprachliche Kommunikationsformen einsetzen, haben die besseren Ergebnisse erzielt. Die Hypothese wird damit widerlegt.

Die Zahl der Probanden in der LBG Gruppe ist relativ klein (6). Dies kann einen Einfluß auf die Ergebnisse ausgeübt haben.

Ein Abgleich bezüglich des Implantationsalters ergibt jedoch, dass 5 aus der 6-köpfigen Gruppe der LBG Probanden erst in späterem Alter mit einem CI versorgt wurden. Diese Tatsache schwächt die Ergebnisse dieser Untersuchung ab und wirft die Frage auf, welcher Aspekt einen größeren Einfluß ausübt: die Form in der hauptsächlich kommuniziert wird oder das Alter zum Zeitpunkt der Implantation.

3.3.2 Gruppeninterne Untersuchungen: Gruppe B

Untersuchung HG: 1 In Abhängigkeit vom Testalter

Hypothese:

„Die älteren Kinder werden aufgrund ihrer größeren Erfahrung mit Testsituationen bessere Ergebnisse erzielen.“

Die Ergebnisse zeigen jedoch, dass die Probanden der mittleren Altersgruppe (5;1-6;0 Jahre) bessere Ergebnisse erzielten. Die Hypothese wird damit widerlegt.

6 der 8 Probanden in der mittleren Altersgruppe (5;1-6;0 Jahre) gehören zu der Gruppe mit dem größten Hörvermögen (61-70dB Verlust).

3 der 5 Probanden in der ältesten Altersgruppe (6;1-7;2 Jahre), welche lediglich Kategorie 1 erreicht haben, gehören zu der Gruppe mit dem größten Hörverlust (81-90dB).

Wie zu erwarten spielt das Hörvermögen eine größere Rolle als das Alter zum Zeitpunkt des Testens.

Untersuchung HG: 2

In Abhängigkeit vom mittleren Hörverlust

Hypothese:

„Die mittelgradig schwerhörigen Kinder werden aufgrund ihres größeren Hörvermögens bessere Ergebnisse erzielen.“

Die Gruppe mit dem größten Hörvermögen (61-70dB Verlust) erreichte die besten Ergebnisse und die Gruppe mit dem geringsten Hörvermögen (81-90dB Verlust) erzielten die schlechtesten Ergebnisse. Die Hypothese wird damit bestätigt.

Obwohl die oben genannten Ergebnisse zu erwarten waren, lassen sich einige Ausnahmen feststellen:

Zwei Kinder in der Gruppe mit dem größten Hörvermögen (61-70dB Verlust) erreichten lediglich die Kategorie 1. Zwei Kinder in der Gruppe mit dem größten Hörverlust (81-90dB Verlust) erreichten dagegen Kategorie 3 oder 4.

Diese vier individuellen Ergebnisse scheinen die Tatsache zu bestätigen, dass tonaudiometrische Werte zwar eine wichtige Rolle bei der Entwicklung der auditiven Perzeptionsfähigkeiten spielen, für sich allein gesehen, vor allem bei der Perzeption der Sprache, jedoch nicht ausreichen. Wie das Kind sein Hörvermögen einsetzt, bzw. seinen Hörverlust kompensiert, hängt von einer Anzahl weiterer Faktoren ab (z. B. Frühförderung, kommunikative Fähigkeiten und Neigungen, Sprachumfeld, sprachliche Begabung usw.). Diese könnten einen Einfluß auf die auditiven Perzeptionsfähigkeiten der Probanden ausgeübt haben.

Untersuchung HG: 3

In Abhängigkeit vom Geschlecht

Hypothese:

„Es werden sich keine geschlechtsspezifischen Unterschiede in den Ergebnissen zeigen“.

Die Gruppe der weiblichen Probanden erzielte prozentual bessere Ergebnisse als die der männlichen Probanden. Die Hypothese wird damit widerlegt.

Die Gruppe der männlichen Probanden (8) ist kleiner als die weibliche Gruppe. Dies kann einen Einfluß auf die Ergebnisse ausgeübt haben. Darüber hinaus zeigt ein Vergleich mit den Ergebnissen der Untersuchung HG: 2, dass prozentual mehr männliche Probanden (50%) zu der Gruppe mit dem größten Hörverlust (81-90dB) gehören als dies bei den weiblichen Probanden der Fall ist (25%). Das schwächt die scheinbar deutlichen Ergebnisse ab und deutet erwartungsgemäß daraufhin, dass der Grad des Hörverlustes eine größere Rolle spielt als die Geschlechtszugehörigkeit.

3.3.3. Vergleichsuntersuchungen : Gruppe A und Gruppe B**Untersuchungen VAB: 1, VAB: 2 , VAB: 3****Hypothese:**

„Die mittel- bis hochgradig schwerhörigen Kinder (Gruppe B) werden aufgrund ihrer längeren Hörerfahrung bessere Ergebnisse erzielen“.

Untersuchung VAB: 1**Vergleich der allgemeinen Ergebnisse**

In der Untersuchung VAB: 1 erreichten 75% der Probanden der Gruppe A die Kategorie 3 oder 4. Darüber hinaus erreichten 35% der Probanden der Gruppe B und 25% der Probanden der Gruppe A die Kategorie 1. Lediglich in der Kategorie 4* (Minimum 75% des Erreichbaren) hat Gruppe B prozentual geringfügig bessere Ergebnisse erzielt. Die Hypothese wird damit widerlegt.

Die Zusammensetzung und relativ kleine Anzahl der Probanden in beiden Gruppen könnte einen Einfluß auf die Ergebnisse ausgeübt haben.

Der Grad der Hörschädigung in der Gruppe B reicht bis 90 dB Verlust. Ein so hochgradiger, bis an Taubheit grenzender Hörverlust, spielt natürlich eine wichtige Rolle bei der auditiven Sprachperzeption des hochgradig schwerhörigen Kindes. Dies spiegelt sich jedoch nur teilweise in den Ergebnissen wieder. Obwohl 4 der 7 Probanden, welche lediglich Kategorie 1 erreichten, tatsächlich zu der Gruppe der hochgradig Schwerhörigen gehören, weisen die anderen 3 Probanden einen Hörverlust von 70db bzw. 72db auf. Auch bei den Probanden, die Kategorie 4 erreicht haben, wird dieser linearen Verbindung zwischen dem Grad des Hörverlustes und den auditiven Sprachperzeptionsfähigkeiten widersprochen, denn 3 der hochgradig hörgeschädigten Probanden erreichen die Kategorien 3 oder 4. Dies lässt vermuten, dass Kinder, welche trotz größeren Hörverlusts bessere Ergebnisse erzielen, ihre auditiven Hörfähigkeiten effizienter einsetzen.

Untersuchung VAB: 2

In Abhängigkeit vom Testalter

In zwei der drei Altersgruppen (die jüngsten sowie die ältesten Kinder) erzielten die Probanden der Gruppe A bessere Ergebnisse als die Gruppe B. Die Hypothese wird damit widerlegt.

Bei der Gruppe der ältesten Probanden könnte der Grad des Hörverlustes eine Rolle gespielt haben da 5 der 8 zu der Gruppe mit dem größten Hörverlust (81-90dB) gehören.

Bei der Gruppe der jüngsten jedoch scheint die Verbindung mit dem Grad des Hörverlustes nicht so eindeutig zu sein, da 3 der 4 Probanden einen Hörverlust von lediglich 61-80dB aufweisen.

Sowohl in Gruppe A als auch in Gruppe B erzielten die mittleren Altersgruppen (5;1-6;0 Jahre) die besten Ergebnisse:

Gruppe A: 4 der 5 Probanden (80%) erreichten die Kategorie 4. Alle 4 gehören zu der früher implantierten Gruppe (1;7-2;10 Jahre).

Gruppe B: 7 der 8 Probanden (87,5%) erreichten die Kategorie 4. 6 der 7 Probanden weisen einen Hörverlust von lediglich 61-70dB auf.

Untersuchung VAB: 3 In Abhängigkeit vom Geschlecht

- Die weiblichen Probanden

Die weiblichen Probanden der Gruppe B erzielten die besseren Ergebnisse. Die Hypothese bezüglich der weiblichen Probanden wird damit bestätigt.

Hier kann die unterschiedliche Größe der Gruppen (6 und 12) einen Einfluß auf die Ergebnisse ausgeübt haben. Zu berücksichtigen ist auch die Tatsache, dass 6 der 8 weiblichen Probanden der Gruppe B, welche die Kategorie 4 erreichten, einen mittleren Hörverlust von 61dB - 70dB aufweisen. Drei der 6 mit Cochlea Implantat versorgten weiblichen Probanden haben ebenfalls die Kategorie 4 erreicht. Das

heißt, sie haben ähnliche Ergebnisse wie mittelgradig hörgeschädigte Kinder erzielt.

- Die männlichen Probanden

Die männlichen Probanden der Gruppe A erzielten die besseren Ergebnisse. Die Hypothese bezüglich der männlichen Probanden wird damit widerlegt.

Auch hier können die unterschiedlichen Größen der Gruppen (14 und 8) eine Rolle gespielt haben. Die Tatsache, dass sowohl bei den weiblichen als auch bei den männlichen Probanden die jeweils größere Gruppe die besseren Ergebnisse erzielte, scheint diese Vermutung zu unterstützen.

Eine Verbindung mit dem Grad des Hörverlustes wäre auch möglich. Bei einem Vergleich der Untersuchungen HG: 2 und HG: 3 wird diese Vermutung jedoch nur teilweise bestätigt. Hier wird es deutlich, dass 2 der 4 männlichen Probanden der Gruppe B, die lediglich die Kategorie 1 erzielten, zu der Gruppe mit dem vergleichbar größeren Hörvermögen (61-80dB Verlust) gehören. Auf der anderen Seite gehören 2 der 4 männlichen Probanden der Gruppe B, die die Kategorie 4 erzielten, zu der Gruppe mit dem größten Hörverlust (81-90dB Verlust). Damit ist der Einfluß des Hörverlustes als möglicher Faktor in dieser Vergleichsanalyse nicht eindeutig nachzuweisen.

Statistische Auswertung

Für die statistische Auswertung der Vergleichsuntersuchungen (VAB:1, VAB:2 und VAB:3) wurde Wilks multivariater Test von Signifikanz verwendet. Die Ergebnisse der einzelnen Testbereiche (T1, T2, und T3, siehe Tab.30) wurden als Sprachperzeptionsbewertungsgrößen herangezogen.

1. Prüfung der Gruppenunterschiede auf Signifikanz in den drei Sprachperzeptionsbewertungsgrößen T1, T2 und T3 (Geschlecht und Alter wurden als Kovariaten betrachtet).

Resümee: Die zwei Gruppen unterscheiden sich nicht signifikant bzgl. der Sprachperzeption, die über die drei Größen T1, T2, und T3 erfasst wird [Wilks mutivariater Test von Signifikanz; Effekt der Gruppe: $F(3,34)=0.573$, Signifikanz von $F=0.637$]. Auch die zwei Kovariaten „Alter beim Testen“ und „Geschlecht“ scheinen keinen signifikanten Einfluss auf die Bewertungskomponenten der Sprachperzeption zu haben.

2. Prüfung der Gruppenunterschiede auf Signifikanz in den mittleren Sprachperzeption (Geschlecht und Alter wurden als Kovariaten betrachtet):

Resümee: Auch nach Zusammenfassung der Sprachperzeptionskomponenten (durch ihren Mittelwert) verzeichnen die zwei Probandengruppen keine signifikanten Unterschiede [Effekt der Gruppe: $F(1,39)=0.010$, Signifikanz von $F=0.925$] Die zwei Kovariaten „Alter beim Testen“ und „Geschlecht „weisen ebenfalls keinen signifikanten Einfluß auf die gemittelte Größe der Sprachperzeption auf.

3. Prüfung der Gruppenunterschiede auf Signifikanz in den drei Sprachperzeptionsbewertungsgrößen unter Betrachtung nur der mittleren Altersgruppe zum Zeitpunkt des Testens (5;1-6;0). Geschlecht wurde als Kovariate betrachtet.

Resümee: Auch nach Betrachtung nur jener Probanden, deren Alter beim Testen zwischen 5;1 und 6;0 lag, ergaben sich keine

signifikanten Unterschiede in den Sprachperzeptionskomponenten [Effekt der Gruppe: $F(3,8)=1.771$, Signifikanz von $F=0.230$]. Die Kovariate „Geschlecht“ weist ebenfalls keinen signifikanten Einfluß auf die Sprachperzeptionskomponenten auf.

4. Prüfung der Gruppenunterschiede auf Signifikanz in den drei Sprachbewertungsgrößen unter Aufteilung der Gruppe A in zwei Untergruppen A1 und A2 , mit Implantationsalter $\leq 2;8$ bzw. $> 2;8$ (A1: $n=11$ und A2: $n=9$).

Resümee: Auch nach Aufspaltung der Gruppe A in zwei Untergruppen je nach Implantationsalter ergaben sich keine signifikanten Unterschiede in den Sprachperzeptionskomponenten [Effekt der Gruppe: $(6,66)=0.445$, Signifikanz von $F=0.845$]. Die Kovariate „Geschlecht“ und Alter beim Testen“ weisen ebenfalls keinen signifikanten Einfluß auf die Sprachperzeptionskomponenten auf.

5. Prüfung der Gruppenunterschiede auf Signifikanz in den drei Sprachperzeptionsbewertungsgrößen unter Differenzierung nach Geschlecht.

Resümee: Die getrennte Untersuchung der Geschlechter hat bei den Mädchen zu einem marginal-signifikanten Einfluß des Faktors Gruppe, d.h. zu marginal-signifikanten Unterschieden zwischen den Gruppen A und B bzgl. der Sprachperzeption geführt [Effekt der Gruppe: $F(3,14)=2.605$, Signifikanz von $F=0.093$]. Die Gruppenunterschiede waren allerdings nur bei der T2 Komponente der Sprachperzeptionsbewertung signifikant.

Die Ergebnisse der statistischen Auswertung zeigen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Sprachperzeptionsfähigkeiten der Gruppe A (mit CI versorgte Kinder) und der Gruppe B (Hörgerät Träger) auf.

Auf der Basis der oben beschriebenen Ergebnisse und der statistischen Auswertung der Vergleichsuntersuchungen ist nach Meinung der Verfasserin folgende Aussage vertretbar:

Nach mindestens zwei Jahren Hörerfahrung mit dem CI scheinen Kinder, die im Alter zwischen 2 und 4 Jahren ihr Implantat erhalten haben, die auditiven Sprachperzeptionsfähigkeiten mittel- bis hochgradig schwerhöriger Kinder zu erreichen.

3.4. Zusammenfassung der Ergebnisse und Schlussbemerkungen

In dieser Studie wurden die auditiven Sprachperzeptionsfähigkeiten von zwei Gruppen hörgeschädigter Kinder im Alter zwischen 3;11 und 7;4 Jahren untersucht. Die Gruppe A bestand aus 20 vormals gehörlosen und mit Cochlea Implantat versorgten Probanden. Die Gruppe B bestand aus mittel- bis hochgradig schwerhörigen und mit Hörgerät versorgten Probanden. Als Messinstrument wurde der „Early Speech Perception Test“ von Moog und Geers (1990) benutzt. Die

Testwörter wurden nach phonologischen Gesichtspunkten von der Verfasserin ins Deutsche übertragen.

Nachfolgend werden die wichtigsten Ergebnisse zusammengefasst.

Die gruppeninternen Analysen:

Gruppe A (mit CI versorgte Kinder):

Das Alter zum Zeitpunkt des Testens scheint keine bedeutende Rolle zu spielen, da Vergleiche mit anderen Untersuchungen zeigen, dass Faktoren wie das Alter zum Zeitpunkt der Implantation (und die damit verbundene Dauer der Gehörlosigkeit) wichtiger sind.

Die Dauer der Hörerfahrung mit dem CI scheint auch bei diesen jungen Probanden eine Rolle zu spielen. Das Alter zum Zeitpunkt der Implantation könnte jedoch auch hier einen größeren Einfluß auf die Ergebnisse ausgeübt haben.

Die Ergebnisse bzgl. der Hauptkommunikationsform scheinen zunächst eindeutig zu zeigen, dass die Gruppe der Probanden, die rein lautsprachlich kommuniziert, die besseren Ergebnisse erzielt. Da jedoch die LBG Gruppe relativ klein ist und überwiegend zu der Gruppe der später implantierten Kindern gehört, könnte das Alter zum Zeitpunkt der Implantation auch hier eine größere Rolle gespielt haben.

Im Falle der geschlechtsspezifischen Unterschiede deuten die Ergebnisse auf bessere auditive Perzeptionsfähigkeiten der männlichen Probanden hin. Jedoch werden auch hier die Ergebnisse möglicherweise sowohl durch das Alter zum Zeitpunkt der Implantation als auch durch die Dauer der Hörerfahrung mit dem CI beeinflusst.

Gruppe B (mittel- bis hochgradig schwerhörige Kinder)

Auch bei der Gruppe B scheint das Alter zum Zeitpunkt des Testens keine bedeutende Rolle gespielt zu haben. Hier war, wie zu erwarten,

der Grad des Hörverlustes von größerer Bedeutung. Dies wurde auch bei der Untersuchung zu geschlechtsspezifischen Unterschieden bestätigt, in der die scheinbar eindeutig besseren Ergebnisse der weiblichen Probanden dadurch relativiert werden, dass ein größerer Anteil der weiblichen Probanden über größeres Hörvermögen verfügt.

Vergleichsuntersuchungen zwischen Gruppe A und Gruppe B:

Bei den Gruppenergebnissen erzielte die Gruppe A geringfügig bessere Ergebnisse.

Bei einem Vergleich der Probanden, die in beiden Gruppen die höchste Kategorie erzielten (Kat. 4*), erreichten die mit CI versorgten Kinder ähnliche Ergebnisse wie mittelgradig hörgeschädigte Kinder, die überwiegend einen mittleren Hörverlust zwischen 61dB und 72dB aufweisen.

Bei der statistischen Auswertung der Vergleichsuntersuchungen (VAB:1, VAB:2 und VAB:3) mit Wilks multivariater Test von Signifikanz waren keine signifikante Unterschiede zwischen den beiden Probandengruppen feststellbar.

Bei allen Ergebnissen muss die relativ kleine Zahl der Probanden in dieser Studie berücksichtigt werden.

Auf der Basis der vorliegenden Ergebnisse und statistische Auswertung der Vergleichsuntersuchungen sind nach Meinung der Verfasserin folgende Schlussfolgerungen vertretbar:

- Die hörgeschädigten Kinder in dieser Studie, die zwischen ca. zwei und vier Jahren mit einem Cochlea Implantat versorgt wurden, und über mindestens zwei Jahre Hörerfahrung mit dem Implantat verfügen, erreichen die auditiven Sprachperzeptionsfähigkeiten von

mittel- bis hochgradig schwerhörigen, mit Hörgerät versorgten Kinder.

- Auch bei dieser Altersgruppe scheint das Alter bei der Implantation eine wichtige Rolle zu spielen

Schlussbemerkungen

Die Ergebnisse dieser Forschungsarbeit haben einige Fragen aufgeworfen und mögliche Tendenzen verdeutlicht, die nach Meinung der Verfasserin weitere Studien rechtfertigen. Als Bedeutsamste werden die Folgenden eingeschätzt:

- Spielt das Alter bei der Implantation auch bei jüngeren Kandidaten (2-4 Jahre Implantationsalter) eine wichtige Rolle?
- Spielt das Alter bei der Implantation auch in dieser Altersgruppe (2-4 Jahre Implantationsalter) eine größere Rolle als die Dauer der Hörerfahrung mit dem CI?
- Einige der CI Träger erzielten ähnliche Ergebnisse wie mittelgradig schwerhörigen Kindern mit einem mittleren Hörverlust von 61dB-70dB. Wird dies auch von einer größeren Probandenzahl bestätigt?
- Was sind die genauen Gründe für die teilweise unerwarteten Ergebnisse? (z.B. drei Probanden der Gruppe B mit mittlerem Hörverlust von 61-80dB erzielten lediglich Kat. 1 während andere mit 90dB Verlust die Kategorie 3 oder 4 erreichten).

Diese Fragen lassen sich nur durch weitere, spezifische Forschungs-Untersuchungen aufklären. Dafür müssen jedoch, wie in der Einleitung

erwähnt, günstigere Bedingungen und eine größere Bereitschaft zur Mitarbeit sowie Offenheit seitens vieler pädagogischen und therapeutischen Einrichtungen vorhanden sein. Ohne die notwendige Kooperation zwischen den Vertretern der Theorie und der Praxis werden viele Forschungsvorhaben im Sande verlaufen. Untersuchungen im Bereich der auditiven Sprachperzeption hörgeschädigter Kinder sind jedoch unabdingbar sowohl für CI- als auch Hörgeräträger. Die daraus gewonnenen Daten und Informationen sind notwendig als Basis für z.B.:

- die Beratung der Eltern
- die Entwicklung verbesserter Sprachförderungsprogramme
- die Entwicklung feinerer Sprachverarbeitungsstrategien
- die Entwicklung effizienterer Hörgeräte

Diese weiterführenden Projekte sollten von möglichst unabhängigen Institutionen durchgeführt werden, um somit auch die Publikation negativer Ergebnisse sicherzustellen (gerade im CI Bereich wird nach Meinung der Verfasserin zu wenig von den mit Sicherheit vorhandenen Misserfolgen und Schwierigkeiten berichtet).

Die detaillierte und offene Beschreibung sowohl der Problembereiche als auch der Erfolge ermöglicht eine differenzierte Auseinandersetzung und Suche sowohl nach Ursachen als auch nach Lösungen.

Die Verfasserin hofft, dass die vorliegende Dissertation zu dieser Auseinandersetzung einen kleinen Teil beigetragen hat.

ABSTRACT

The auditory perception of speech is, in general, a sparsely researched and little understood phenomenon. The diverse acoustic, kinaesthetic, visual and tactile components of speech signals and the complexities of sensorineural hearing loss combine to render the auditory perception of

speech by hearing-impaired children even less understood. Chapter 1 of this dissertation attempts to describe the major issues and research findings within this area in order to provide a theoretical basis for the experimental research carried out by the authoress and described in Chapter 3.

Chapter 2 continues with theoretical background information in its description of the two main forms of sensory aids to hearing, namely the conventional hearing aid and cochlear implantation. This section is a collation of historical, technical and audiological data which, in addition to the review of international research-findings, is intended to provide further information to enhance the understanding of the aims, methods and results of the experimental research.

The focus of the final section is the auditory perception of speech by 40 hearing-impaired children between the ages of 3:11 and 7:4 years.

The subjects were divided into two groups according to the type of sensory aid used (i.e. 20 children with moderate to severe hearing loss using conventional hearing aids, and 20 children with cochlear implants). The initial selection was based on a number of designated variables (e.g. prelingual hearing loss; age at implantation; age at testing; length of implant use; no known additional disabilities etc.). The strict adherence to these selection-criteria was considered essential in order to provide a more reliable basis for the analysis and comparison of results.

Using the German version of the Early Speech Perception Test by Geers and Moog (phonologically transposed from the English by J. Jones-Ullmann), the 40 children from throughout Germany were tested and allocated a category according to their perceptive abilities. The results were then collated and compared in a series of analyses both within and between the two groups.

The results of these analyses are complex and diverse and reveal several anomalies. However, a number of tentative trends emerged, the most important of which were the following:

- Even within the young age-group of the present subjects, the age at implantation appears to play a greater role than the length of cochlear implant usage.
- After two years of implant use, the previously profoundly deaf subjects in this study appear to reach or surpass the auditory perceptive abilities of children with moderate to severe hearing-loss.

In any discussion of the results, however, the number of subjects (20 in each group) obviously needs to be borne in mind and any trend verified by further research.

LITERATURVERZEICHNIS

- ABBERTON E., HAZAN V., FOURCIN A. (1990):** *The development of contrastiveness in profoundly deaf children's speech.* CLINICAL LINGUISTICS AND PHONETICS 4, 3: 209-220.
- ALEGRIA J., NOIROT E. (1978):** *Neonatal orientation behaviour towards human voice.* INTERNATIONAL JOURNAL OF BEHAVIOUR DEVELOPMENT 1: 291-312.
- AMERICAN JOURNAL OF OTOTOLOGY, (1994):** Editorial : *The Ethics of Cochlear Implants in Young Children.* Volume 15, Number 1.
- ARCHBOLD S. (1994):** *Monitoring Progress in children at the preverbal stage.* In: **McCormick B. Archbold S., Sheppard S. (1994):** *Cochlear Implants for Young Children.* Whurr Publishers. London, Jersey City.
- BALLANTYNE J.C., (1977):** *Deafness.* Churchill. London.
- BAMFORD J., SAUNDERS E. (1994):** *Hearing Impairment, Auditory Perception and Language Disability.* Whurr Publishers. London, Jersey City.
- BATOD (1985):** *Audiological Descriptors.* In: **Gregory S., Hartley G.M. (1994):** *Constructing Deafness.* 110-113. Pinter Publishers. London.
- BECKER K.P., BECKER R. (1993):** *Rehabilitative Spracherziehung.* Ullstein Mosby. Berlin.
- BENCH R.J. (1992):** *Communication Skills in Hearing-Impaired Children.* Singular Publishing Group Inc. San Diego.
- BERLINER K.I., HOUSE W.F. (1981):** *Cochlear Implants: An overview and bibliography.* AMERICAN JOURNAL OF OTOTOLOGY 2: 227-282.
- BERLINER K.I., EISENBERG L.S. (1985):** *Methods and Issues in the cochlear implantation of children: An overview.* EAR AND HEARING 6 (SUPPL): 6S-13S.
- BÖHME G., WELZL-MÜLLER K. (1988):** *Audiometrie.* Verlag Hans Huber. Bern, Stuttgart, Toronto.
- BOOTHROYD A. (1978):** *Speech Perception and sensorineural hearing loss.* In **Ross M., Giolas T.G.: Auditory Management of Hearing Impaired Children. 117-144. University Park Press. Baltimore.**
- BOOTHROYD A. (1984):** *Auditory perception of speech contrasts by subjects with sensorineural hearing-loss.* JOURNAL OF SPEECH AND HEARING RESEARCH 27: 134-44.
- BOOTHROYD A. (1985):** *Auditory Capacity and the generalisation of speech skills.* In: **Lauter S: Speech planning and production in normal and hearing-impaired children.** ASHA REPORTS 15: 8-14.
- BRACKETT D., ZARA C.V. (1998):** *Communication outcomes related to early implantation.* AMERICAN JOURNAL OF OTOTOLOGY 19 (4): 453-460.
- BRADEN J.P. (1994):** *Deafness, Deprivation and IQ.* Plenum Press. New York.
- BURNS E.M., TURNER C. (1986):** *Pure tone pitch anomalies. II. Pitch-intensity effects and diplacusis in impaired ears.* JOURNAL OF THE ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA, 79: 1530-1540.

- BURTON M.J., SHEPHERD R.K., XU S.A., FRANZ B.K., CLARK G.M. (1994):** *Cochlear Implantation in Young Children: Histological Studies on Head Growth, Leadwire Design and Electrode Fixation in the Monkey Model.* LARYNGOSCOPE 104: 167-175.
- CALGAGNINI-STILLHARD E. (1994):** *Das Cochlear Implant. Eine Herausforderung für die Hörgeschädigtenpädagogik.* Edition SZH/SPC, Luzern.
- CALVERT D.R., SILVERMAN S.R. (1983):** *Speech and Deafness.* Alexander Graham Bell Association for the Deaf. Washington.
- CLARK G.M., BUSBY P.A., ROBERTS S.A., DOWELL R.C., TONG, Y.C., BLAMEY P.J., NIENHUYS T.G., MECKLENBURG D.J., WEBB R.L., PYMAN B.C., FRANZ B.K. (1987a):** *Preliminary results for the Cochlear Corporation multi electrode intracochlear implant in six prelingually deaf patients.* AMERICAN JOURNAL OF OTOTOLOGY 8: 234 -9.
- CLARK G.M., BLAMEY P.J., BUSBY P.A., DOWELL R.C., FRANZ B.K., MUSGRAVE G.N., NIENHUYS T.G., PYMAN B.C., ROBERTS S.A., TONG Y.C., WEBB R.L., KUZMA J.A., MONEY D.K., PATRICK J.F., SELIGMAN P.M. (1987b):** *A multiple electrode intracochlear implant for children.* ARCHIVES OF OTOLARYNGOLOGY 8: 825-828.
- CLARK G.M., COWAN S.C., DOWELL R.C. (1997):** *Cochlear Implantation for Infants and Children.* Singular Publishing Group Inc. San Diego, London.
- CLARK G.M., HALLWORTH R.J. (1976):** *A multiple electrode array for a cochlear implant.* JOURNAL OF OTOTOLOGY, 90: 623-7.
- CLARK G.M., TONG Y.C., PATRICK J.F. (1990):** *Cochlear Prosthesis.* Churchill Livingstone. Edinburgh.
- COHEN N.L., WALTZMAN S.B., FISHER S.G. (1993):** *A prospective, randomized study of cochlear implants.* NEW ENGLAND JOURNAL OF MEDICINE 328: 233-7.
- CONRAD R. (1979):** *The Deaf School Child.* Harper and Row. London.
- CRANSWICK N.E., FRANZ B., CLARK G.M. (1987):** *Middle Ear Infection Postimplantation: Response of the Round Window Membrane to Streptococcus pyogenes.* ANNALS OF OTOTOLOGY, RHINOLOGY AND LARYNGOLOGY 96 (SUPPL 128): 53-54.
- CRYSTAL D. (1979):** *Working with LARSP.* Edward Arnold. London.
- DAVIS H., SILVERMAN S.R. (1978):** *Hearing and Deafness.* Holt, Rinehart and Winston. New York.
- DAWSON P.W., BLAMEY P.J., ROWLAND L.C., DETTMAN S.J., CLARK G.M., BUSBY P.A., BROWN A.M., DOWELL R.C., RICKARDS F.W. (1992):** *Cochlear Implants in children, adolescents and prelingually deafened adults: speech perception.* JOURNAL OF SPEECH AND HEARING RESEARCH 35: 401-417.
- DECASPAR A. J., FIFE W.P. (1980):** *Of Human Bonding: Newborns prefer their mothers' voices.* SCIENCE 28: 1174-6.

- DIEFENDORF A., ARTHUR D. (1987):** *Monitoring children's hearing aids: re-examining the problem.* VOLTA REVIEW 89: 17-26.
- DJOURNO A., EYRIES C. (1957):** *Prothese auditive pur excitation électrique a distance du nerf sensoriel a l'aide d'un bobinage inclus a demeure.* PRESSE MED. 35: 14-17.
- DOWELL R.C., (1991):** *Speech perception in noise for multichannel cochlear implant users.* Doctor of Philosophy Thesis. University of Melbourne.
- DOWELL R.C., WHITFORD L.A., SELIGMAN P.M., FRANZ B.K., CLARK G.M. (1990):** *Preliminary Results with a Miniature Speech Processor for the 22-electrode Melbourne /Cochlear Hearing Prosthesis.* 14th World Congress of Otorhinolaryngology. Kugler and Ghedini. Amsterdam.
- DUBNO J.R., DIRKS D.D., SCHAEFER A.B. (1987):** *Effects of hearing loss on utilization of short duration spectral cues in stop consonant recognition.* JOURNAL OF THE ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA 81: 1940-1947.
- DURLACH N.I., THOMPSON C.L., COLBURN H.S. (1981):** *Binaural interaction in impaired listeners.* AUDIOLOGY 20: 181-211.
- ESTABROOKS W. (1998):** *Die auditiv-verbale Praxis.* In: **Leonhardt A. (1998):** *Ausbildung des Hörens-Erlernen des Sprechens:* 121-149. Luchterhand. Neuwied, Berlin.
- FINE, H., FINE, P. (1990).** *Sixty Minutes.* Broadcasting System. New York NY. Columbia
- FISCHER R., LANE H: (1993):** *Looking Back. International Studies on Sign Language and Communication of the Deaf.* Signum Press. Hamburg.
- FLEXER C., WOOD. L.A. (1984):** *The hearing aid: facilitator or inhibitor of auditory interaction?* VOLTA REVIEW 86: 354-361.
- FOURCIN A. (1976):** *Speech patterns for deaf children.* In **Stevens S.:** *Disorders of auditory function II.* Academic Press. London.
- FRANZ B.K., CLARK GM., BLOOM D.M. (1987):** *Effect of experimentally induced otitis media on cochlear implants.* ANNALS OF OTOTOLOGY, RHINOLOGY AND LARYNGOLOGY 96: 174-177.
- FRYAUF-BERTSCHY H., TYLER R.S., KELSAY D.M.R., GANTZ B.J., WOODWORTH G. (1997):** *Cochlear Implant use by prelingually deafened children; the influences of age at implant and length of device use.* JOURNAL OF SPEECH, LANGUAGE AND HEARING RESEARCH, 40 (1): 183-199.
- FRY D.B. (1979):** *The Physics of Speech.* Cambridge University Press.
- GANTZ B.J., McCABE B., TYLER R.S., PREECE J.P. (1987):** *Evaluation of four cochlear implant designs.* ANNALS OF OTOTOLOGY, RHINOLOGY AND LARYNGOLOGY 96 SUPPL 128: 145-147.
- GANTZ B.J., TYLER R.S., KNUTSON J.F., WOODWORTH G., ABBAS P., McCABE B., HINRICHS J., TYE-MURRAY N., LANSING C., KUK F., BROWN C.J. (1988):** *Evaluation of five different cochlear implant designs: Audiological assessment and predictors of performance.* LARYNGOSCOPE 98: 1100-1106.

- GEERS A., TOBEY E., (1992):** *Effects of Cochlear Implants and Tactile Aids on the Development of Speech Production Skills in Children with Profound Hearing-Impairment.* THE VOLTA REVIEW 94: 135-163.
- GLASBERG B.R., MOORE B.C.J. (1989):** *Psychoacoustic abilities of subjects with unilateral and bilateral cochlear impairments and their relationship to the ability to understand speech.* SCANDINAVIAN AUDIOLOGY (SUPPL 32): 1-25.
- HARRIS R.W., BREY R.H., ROBINETTE M.S., CHABRIES D.M., CHRISTIANSEN R.W., COLLEY R.G. (1988):** *Use of adaptive digital signal processing to improve speech communication for normally hearing and hearing-impaired subjects.* JOURNAL OF SPEECH AND HEARING RESEARCH. 31: 265-271.
- HAZAN V., FOURCIN A., ABBERTON E. (1990):** *Speech perceptual development in hearing-impaired children.* SPEECH, HEARING AND LANGUAGE 4: 101-119..
- HELLMANN R.P., MEISELMAN C.H. (1993):** *Rate of loudness growth for pure tones in normal and impaired hearing.* JOURNAL OF THE ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA 93: 966-975.
- HOCHMAIR-DESOYER I., STEINWERDER G. (1993):** *Results from better postlingual adult users of the MED-EL device.* Paper presented at the 3rd. International Cochlear Implant Conference. Austria, April 1993.
- HOUSE W.F., BERLINER K., GRAHAM M., LUCKEY R., NORTON N., SELTERS W., TOBIN H., URBAN J., WEXLER M. (1976):** *Cochlear Implants.* ANNALS OF OTOTOLOGY, RHINOLOGY AND LARYNGOLOGY 85, SUPPL. 27: 3-6.
- HULL R.H. (1997):** *Aural Rehabilitation.* Singular Publishing Group Inc. San Diego, London.
- JOHNSON D., WHALEY P., DORMAN M.F. (1984):** *Processing of cues for stop consonant voicing by young hearing-impaired listeners.* JOURNAL OF SPEECH AND HEARING RESEARCH, 27: 112-118.
- JUSSEN H. CLAUSSEN W.H. (1991):** *Chancen für Hörgeschädigte.* Ernst Reinhardt Verlag. München, Basel.
- JUSSEN H., KLOSTER-JENSEN M., WISOTZKI K.H. (1994):** *Lautbildung bei Hörgeschädigten.* Edition Marhold. Berlin.
- KOELKEBECK M.L., DETJEN C., CALVERT D.R. (1984):** *Historic Devices for Hearing: the CID Goldstein Collection.* Central Institute for the Deaf Publications. St. Louis.
- LENARZ T. (1998):** *Cochlea-Implantat.* Springer Verlag. Berlin, Heidelberg.
- LEVITT H. (1988):** *Digital hearing instruments: a brief overview.* HEARING INSTRUMENTS 39, 4.
- LEVITT H., NEUMAN A., MILLS R., SCHWANDER T. (1986):** *A digital master hearing aid.* JOURNAL OF REHABILITATION RESEARCH AND DEVELOPMENT. 24, 4: 7-19.
- LINDNER G. (1992):** *Pädagogische Audiologie.* Ullstein Mosby GmbH & Co. KG. Berlin.

- LING D. (1989):** *The Foundations of Spoken Language for Hearing Impaired Children.* Alexander Graham Bell Association for the Deaf. Washington.
- LING D. (1983):** *Amplification for Speech.* In **Calvert D. R., Silverman S. R. (1983):** *Speech and Deafness.* Alexander Graham Bell Association for the Deaf. Washington.
- LÖWE A. (1992):** *Pädagogische Hilfen für hörgeschädigte Kinder in Regelschulen.* HVA/Edition Schindele. Heidelberg.
- LUXFORD W.M., HOUSE W.F., TONOKAWA L.L., BERLINER K.I., MARTIN E. (1988):** *Experiences with the Nucleus Multichannel Cochlear Implant in Children.* ANNALS OF OTOLGY, RHINOLOGY AND LARYNGOLOGY 97: 14-16.
- MARKIDES A. (1983):** *The speech of hearing-impaired children.* Manchester University Press. Manchester.
- MARSCHARK M. (1993):** *Psychological development of Deaf children.* Pinter Publishers. London.
- MCALISTER P.V. (1990):** *The effects of hearing aids on speech discrimination in noise by normal hearing listeners.* JOURNAL OF REHABILITATION RESEARCH AND DEVELOPMENT 27: 33-42.
- MICHELSSEN R.P. (1971):** *Electrical stimulation of the human cochlea - a preliminary report.* ARCHIVES OF OTOLARYNGOLOGY 93: 317-23.
- MIYAMOTO R.T., OSBERGER M. J., ROBBINS A.M., MYRES W.A., KESSLER K., POPE M.L. (1991):** *Comparison of speech abilities in deaf children with hearing aids or cochlear implants.* OTOLARYNGOLOGY-HEAD AND NECK SURGERY 104 (1): 42-46.
- MIYAMOTO R.T., OSBERGER M. J., ROBBINS A.M., MYRES W.A., KESSLER K. (1992):** *Longitudinal evaluation of communication skills of children with single or multichannel cochlear implants.* AMERICAN JOURNAL OF OTOTOLOGY 13 (3): 215-222.
- MIYAMOTO R.T., OSBERGER M. J., ROBBINS A.M., MYRES W.A., KESSLER, K. (1993):** *Prelingually deafened children's performance with the Nucleus multichannel Cochlear Implant.* AMERICAN JOURNAL OF OTOTOLOGY 14: 437-445.
- MIYAMOTO R.T., ROBBINS A.M., OSBERGER M.J., TODD S.L., RILEY A.I., KIRK K.I. (1995):** *Comparison of multichannel tactile aids and cochlear implants in children with profound hearing impairments.* AMERICAN JOURNAL OF OTOTOLOGY 16 (1): 8-13.
- MOOG J.S., GEERS A.E. (1990):** *Early Speech Perception Test.* Central Institute for the Deaf. St. Louis.
- MOORE B.C.J. (1995a):** *Perceptual consequences of cochlear damage.* Oxford University Press. Oxford.
- MOORE B.C.J. (1995b):** *Perceptual consequences of cochlear hearing loss and their implications for the design of hearing aids.* EAR AND HEARING 17, 2: 133-156.
- NATIONAL ASSOCIATION OF THE DEAF. (1991):** *Cochlear Implant Task Force, Cochlear Implants in Children.* National Association of the Deaf Broadcaster 13.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL WORKING GROUP ON COMMUNICATION AIDS FOR THE HEARING IMPAIRED (1991):

Speech-Perception Aids for hearing-impaired people: Current status and needed research. JOURNAL OF THE ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA 90 (2): 637-684.

NOLAN M., TUCKER I. (1988): *The Hearing-Impaired Child and the Family.* Souvenir Press. London.

NOVAK M.A., FIRSZT J.B., PHILLIPS-ZIMMERMAN S., TONOKAWA L.L., LUXFORD W.M., KEMINK J.L. (1991): *Performance of children with multichannel cochlear implants. A three-centre study.*

OTOLARYNGOLOGY HEAD AND NECK SURGERY 104 (1): 149.

OSBERGER M.J., MASO M., SAM L.K. (1993): *Speech intelligibility of children with Cochlear Implants, Tactile Aids or Hearing Aids.* JOURNAL OF SPEECH AND HEARING RESEARCH 36: 186-203.

OSBERGER M.J., MIYAMOTO R.T., PHILLIPS-ZIMMERMAN S., KEMINK J.L., STOER B.S., FIRSZT J.B., NOVA M.A. (1991a):

Independent evaluation of the speech perception abilities of children with the Nucleus 22-channel cochlear implant system. EAR AND HEARING 12 (4) SUPPL: 66-80.

OSBERGER M.J., ROBBINS A.M., MIYAMOTO R.T., BERRY S.W., MYRES W.A., KESSLER K.K., POPE M.L. (1991b): *Speech perception abilities of children with Cochlear Implants, Tactile Aids or Hearing Aids.* AMERICAN JOURNAL OF OTOLOGY 12 (SUPPL): 105-115.

PARADY S., DORMAN M., WHALEY P., RAPHAEL L.J. (1981):

Identification and discrimination of synthesized voicing contrast by normal and sensorineural hearing-impaired children. JOURNAL OF THE ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA 69: 783-789.

PICKETT J.M., MARTIN E.S., JOHNSON D., SMITH S.B., DANIEL Z., WILLIS D., OTIS W. (1972): *On patterns of speech feature reception of deaf listeners.* In: **Fant G.:** *Speech communication ability and profound deafness:* 119-133. A.G.Bell. Washington.

PICKETT J.M., REVOILE S.G., DANAHER E.M. (1983): *Speech cue measures of impaired hearing.* In: **Tobias J.V. Schubert E.D.:** *Hearing Research and Theory, Vol 2.* Academic Press. New York.

PLANT G., SPENS K.E. (1995): *Profound Deafness and Speech Communication.* Whurr Publishers. London.

PLATH P. (1992): *Das Hörorgan und seine Funktion.* Edition Marhold. Berlin.

PREMINGER J., WILEY J.L. (1985): *Frequency Selectivity and consonant intelligibility in sensorineural hearing loss.* JOURNAL OF SPEECH AND HEARING RESEARCH. 28: 197-206

QUIGLEY S.P. PAUL, P.V. (1984): *Language and Deafness.* College Hill Press. San Diego.

RENZELBERG. (1994). *Pädagogische Audiologie: Grundkurs.* Selbstverlag. München.

- REVOILE S.G., PICKETT J.M., KOZMA-SPYTEK L., (1991):** *Spectral cues to perception of /d,n,l/ by normal and hearing-impaired listeners.* JOURNAL OF THE ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA 90: 787-798
- RISBERG A. (1976):** *Diagnostic rhyme test for speech audiometry with severely hard of hearing and profoundly deaf children: Speech Transmission Lab. 2. Progress and Status Report 2-3: 40-58.* Stockholm.
- RITTER J.W. (1801):** *Wirkung des Galvanismus der Voltaschen Batterie auf menschliche Sinneswerkzeuge.* ANNAL PHYSIK 7: 447-484.
- ROBINSHAW H.M., EVANS R. (1996):** *Assessing the acquisition of the auditory, communicative and linguistic skills of a congenitally deaf infant pre and post-cochlear implantation.* JOURNAL OF THE BRITISH ASSOCIATION OF TEACHERS OF THE DEAF 20 (1): 8-23.
- RODDA M., GROVE C. (1987):** *Language, Cognition and Deafness.* Lawrence Erlbaum Association. London.
- ROSE D.E., VERNON M., POOL A.F. (1996):** *Cochlear Implants in prelingually deaf children.* AMERICAN ANNALS OF THE DEAF 141 (3): 256-262.
- SAMMETH C.A. (1989):** *Hearing Instruments: From vacuum tubes to digital microchips.* HEARING INSTRUMENTS 40, 10: 9-12.
- SHEA J.J., DOMICO E.H. (1991):** *Speech Perception skills of children implanted with multi-channel cochlear devices.* OTOLARYNGOLOGY-HEAD AND NECK SURGERY 104 (1): 148
- SIMMONS F.B. (1966):** *Electrical stimulation of the auditory nerve in man.* ARCHIVES OF OTOLARYNGOLOGY 84: 2-4.
- SIMMONS F.B., EPLEY J.M., LUMMIS R.C., GUTTMAN N., FRISHKOFF L.S., HARMON L.D., ZWICKER E. (1965):** *Auditory nerve: electrical stimulation in man.* SCIENCE 148: 104-6.
- SKINNER M.W., HOLDEN I.K., HOLDEN T.A., DOWELL R.C., SELIGMAN P.M., BRIMACOMBE J.A., BEITER A.I., (1991):** *Performance of postlingually deaf adults with the wearable speech processor (WSP 111) and mini speech processor (MSI) of the Nucleus multi-electrode cochlear implant.* EAR AND HEARING 12: 3-22.
- SOMERS M.N. (1991):** *Speech perception abilities in young children with cochlear implants or hearing-aids.* AMERICAN JOURNAL OF OTOLOGY 12 (5): 174-8.
- STAAB W.J. (1987):** *Digital Hearing Instruments.* HEARING INSTRUMENTS 11: 18-26.
- STALLER S.J., DOWELL R.C., BEITER A.L., BRIMACOMBE J.A. (1991):** *Perceptual abilities of children with the Nucleus 22-channel cochlear implant.* EAR AND HEARING 12 (4) SUPPL: 34-47.
- STEVENS S.S., JONES R.C. (1939):** *The mechanisms of hearing by electrical stimulation.* Journal of the Acoustical Society of America 10: 261-9.

- SUBTELNY J.D. (1980):** *Speech assessment and speech improvement for the hearing-impaired.* Alexander Graham Bell Association for the Deaf. Washington.
- SZAGUN G. (1991):** *Sprachentwicklung beim Kind.* Psychologie Verlags Union. München.
- TAIT M., LUTMANN M. E. (1994):** *Comparison of early communicative behaviour in young children with cochlear implants and with hearing-aids.* EAR AND HEARING 15 (5): 352-61.
- TOBEY E., ANGELETTE S., MURCHISON C., NICOSIA J., SPRAGUE S., STALLER S.J., BRIMACOMBE J.A., BEITER A.L. (1991b):** *Speech Production Performance in Children with multichannel Cochlear Implants.* THE AMERICAN JOURNAL OF OTOTOLOGY 12 (SUPPL): 165-173.
- TOBEY E., GEERS A. (1994):** *Acquisition of speech features in children using Cochlear Implants, Tactile Aids and Hearing-Aids.* In: **Hochmair-Desoyer I. J., and Hochmair E.S. (1994):** *Advances in Cochlear Implants.* Manz. Wien.
- TOBEY E., HASENSTAB S. (1991):** *Effects of a Nucleus multichannel cochlear implant upon speech production in children.* HEARING 12 (SUPPL): 485-545.
- TOBEY E., PANAMCO S., STALLER S.J., BRIMACOMBE J.A., BEITER A.L. (1991a):** *Consonant Production in Children receiving a multichannel Cochlear Implant.* EAR AND HEARING 12 (SUPPL): 23-31.
- TONG Y.C., CLARK G.M., SELIGMAN P.M., PATRICK J.F. (1980):** *Speech processing for a multiple-electrode cochlear implant hearing prosthesis.* JOURNAL OF THE ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA 68: 1897-9.
- TONOKAWA L. (1992):** *Long-term performance of 3M/House users: pre-vs. postlingually deaf children.* Paper presented at the 4th Symposium, Cochlear Implants in Children. Kansas City, MO.
- TURNER C.W., ZWISLOCK J.J., FILLION P.R. (1989):** *Intensity discrimination determined with two paradigms in normal and hearing-impaired subjects.* JOURNAL OF THE ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA, 86: 109-115.
- TYE-MURRAY N. (1992):** *Cochlear Implants for children: a handbook for parents, teachers and speech and hearing professionals.* Washington. Alexander Graham Bell Association for the Deaf.
- TYE-MURRAY N., KIRK K. (1993):** *Vowel and diphthong production by young users of cochlear implants and the relationship between the phonetic level evaluation and spontaneous speech.* JOURNAL OF SPEECH AND HEARING RESEARCH 36: 488-502.
- TYE-MURRAY N., SPENCER L., GILBERT-BEDIA L. (1995b):** *Relationships between speech production and speech perception skills in young cochlear implant users.* JOURNAL OF THE ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA 98 (5): 2454-2464.

- TYE-MURRAY N., SPENCER L., WOODWORTH G.G. (1995a):** *Acquisition of speech by children who have prolonged Cochlear Implant experience.* JOURNAL OF SPEECH AND HEARING RESEARCH 38 (2): 327-337.
- TYLER R.S. (1993):** *Cochlear Implants: Audiological Foundations.* Singular Publishing Group Inc. San Diego.
- TYLER R.S., TYE-MURRAY N., PREECE J.P., GANTZ B.J., McCABE B.F. (1987):** *Vowel and consonant confusions among cochlear implant patients: Do different implants make a difference?* ANNALS OF OTOLOGY, RHINOLOGY AND LARYNGOLOGY 96 SUPPL 128: 141-144.
- VAN HET SCHIP E.P. (1983):** *Bild Atlas „Innenohr“.* Duphar Pharma GmbH & Co. KG. Hannover.
- VERMUELEN A. M., BEIJK C.M., BROKX J.P., VAN DEN BORNE S., VAN DEN BROEK P.(1995):** *Development of speech perception abilities of profoundly deaf children: a comparison between children with cochlear implants and those with conventional hearing-aids.* ANNALS OF OTOLOGY, RHINOLOGY AND LARYNGOLOGY SUPPL 166: 215-217.
- VOLTA A. (1800):** *On the electricity excited by mere contact of conducting substances of different kinds.* ROYAL PHILOSOPHICAL SOCIETY 90: 403-431.
- WALTZMAN S.B., COHEN N.L., GOMOLIN R.H., GREEN J.E., SHAPIRO W.H., HOFFMAN R.A., ROLAND J.T. (1997):** *Open-set speech perception in congenitally deaf children using cochlear implants.* AMERICAN JOURNAL OF OTOLOGY 18 (3): 342-349.
- WALTZMAN S.B., COHEN N.L., SPIVAK L., YING E., BRACKETT D., SHAPIRO W., HOFFMAN R. (1990):** *Improvement in speech perception and production abilities in children using a multichannel cochlear implant.* LARYNGOSCOPE 100: 240-243.
- WIGHTMAN F.L., MCGEE T., KRAMER M. (1977):** *Factors influencing frequency selectivity in normal and hearing-impaired listeners.* In **Evans (1977): Psychophysics and Physiology of Hearing.** Academic Press. London.
- WILSON B.S., FINLEY C.C., FARMER J.C. JR., LAWSON D.T., WEBER B.A., WOLFORD R.D., KENAN P.D., WHITE M.W., MERZENICH M.M., SCHINDLER R.A. (1988):** *Comparative studies of speech processing strategies for cochlear implants.* LARYNGOSCOPE 98: 1069-1077.
- WILSON B.S., FINLEY C.C., LAWSON D.T. WOLFORD R.D., EDDINGTON D.K., RABINOWITZ W.M. (1991):** *Better speech recognition with cochlear implants.* NATURE 352: 236-8.
- WILSON B.S., LAWSON D.T., FINLEY C.C. (1990):** *Speech processors for auditory prostheses.* Fourth Quarterly Progress Report, NIH Project N01 DC-9-2401.
- WILSON B.S., LAWSON D.T., ZERBI M., FINLEY C. (1994):** *Recent Developments with the CIS-strategies.* In **Hochmair-Desoyer I.J., Hochmair E.S.: Advances in Cochlear Implants:** 103-113. Manz. Wien.

WIRTH G. (1994): *Sprachstörungen, Sprechstörungen, Kindliche Hörstörungen.* Deutscher Ärzte Verlag. Köln.

WISOTZKI K.H. (1994): *Grundriß der Hörgeschädigtenpädagogik.* Edition Marhold. Berlin.

Anhang

Anhang 1: Informationen für die beteiligten Schulen/SVE und CI Zentren.

Anhang 2: Erfassungsbögen

Anhang 3: Early Speech Perception Test:
Pattern Perception

Anhang 4: Early Speech Perception Test:
Spondees/zusammengesetzte Wörter

Anhang 5: Early Speech Perception Test:
Einsilbige Wörter

Anhang 6: Early Speech Perception Test:
Dokumentationsbogen: Pattern Perception

Anhang 7: Early Speech Perception Test:
Dokumentationsbogen: Spondees und Einsilbige Wörter

Anhang 8: Dokumentationsbogen der Verfasserin

Anhang 9: Die Übertragung der Testwörter ins Deutsche

Anhang 1:
Informationen für die beteiligten Schulen/SVE und
CI Zentren.

Janet Jones-Ullmann (B.Ed (Hons)., TD., MSc.)

**Forschungsvorhaben:
Cochlea Implantate, konventionelle Hörgeräte
und die auditive Perzeption der Sprache.**

1. Zum Auswahlverfahren :

- 1.1. Es ist vorgesehen, mindestens 15 Kinder pro Gruppe zu untersuchen. Diese Kinder werden aus verschiedenen Einrichtungen kommen.
- 1.2. Bitte listen Sie **alle Kinder** auf, welche die formalen Kriterien des Erfassungsblattes erfüllen.

2. Die Auswahlkriterien der Gruppe A (mit CI versorgte Kinder)

- 4-6 Jahre alt
- Zustimmung der Eltern
- prälinguale Gehörlosigkeit
- Ein Minimum von 2 Jahren Hörerfahrung mit dem Implantat
- deutsch als Muttersprache, um Einflüsse einer zweiten Sprache auszuschließen
- keine zusätzlichen Behinderungen

3. Die Auswahlkriterien der Gruppe B (Schwerhörige Kinder)

- 4-6 Jahre alt
- Zustimmung der Eltern
- regelmäßiges Tragen der Hörgeräte
- prälinguale mittel- bis hochgradige Schwerhörigkeit
- deutsch als Muttersprache, um Einflüsse einer zweiten Sprache auszuschließen
- keine zusätzlichen Behinderungen

4. Erläuterung der Begriffe

Bei den ersten Vorgesprächen mit den Schulen hat sich herausgestellt, daß einige Begriffe unterschiedlich gebraucht werden. Im Folgenden werden sie näher erläutert:

4.1. Zusätzliche Behinderungen

Hiermit sind hauptsächlich Schüler mit geistigen Behinderungen, Lernbehinderungen, Körperbehinderungen und Sehschäden gemeint.

Teilleistungsstörungen (z.B. leichte motorische Störungen, Konzentrationsschwächen) sind, sofern sie die Sprachentwicklung des Kindes nicht auffallend beeinflussen, nicht von Bedeutung. Sie sollten jedoch in der Spalte „Ergänzungen“ erwähnt werden.

Janet Jones-Ullmann (B.Ed (Hons)., TD., MSc.)

4.2. Prälinguale Hörschädigung

Die Meinungen in der Literatur sind hierzu unterschiedlich. Für die Erfassung der Kinder wird in dieser Arbeit die Altersgrenze für eine prälinguale Hörschädigung bei 18 Monaten gesetzt. D.h. Eintritt der Hörschädigung vor dem Erreichen des Alters von 11/2 Jahren.

4.3. Mittel- bis hochgradige Schwerhörigkeit

Die Definitionen von Schwerhörigkeit und Gehörlosigkeit werden in der Literatur unterschiedlich behandelt. Diese Arbeit stützt sich auf die Angaben von Lindner (1992, S.161-162):

- mittelgradige Schwerhörigkeit: ca. 40dB-60dB Verlust im Hauptsprachbereich*
- starke Schwerhörigkeit: um 70dB Verlust im Hauptsprachbereich*
- hochgradige Schwerhörigkeit: ca. 70dB-90dB Verlust im Hauptsprachbereich*
- Gehörlosigkeit ab 90dB Verlust im Hauptsprachbereich*

*der Hauptsprachbereich liegt zwischen 500-4000Hz (Lindner, G. 1992. *Pädagogische Audiologie*. Ullstein Mosby, Berlin.)

4.4. Deutsch als Muttersprache

Um den potentiellen Einfluß einer zweiten Lautsprache auszuschließen, soll Deutsch die Muttersprache beider Erziehungsberechtigten sein.

5. Das Erfassungsblatt

Um die erste Auswahl der Kinder zu erleichtern, ist auf Anregung einer der beteiligten Schulen ein Erfassungsblatt konzipiert worden, in dem alle Kriterien aufgelistet sind. Die Spalte für zusätzliche Bemerkungen soll dazu dienen, Aspekte festzuhalten, die nicht in den anderen Spalten eingebracht werden können, aber wichtig erscheinen. Hier wären z.B. das Benutzen von LBG oder DGS in der Sprachumgebung des Kindes sowie eine Hörschädigung seitens der Eltern zu erwähnen.

Anhang 2:
Erfassungsbögen der Kandidaten

Forschungsprojekt der LMU München

Erfassungsbogen der Auswahlkriterien

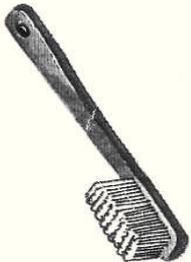
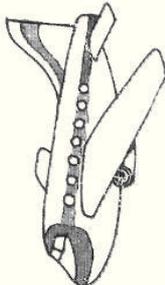
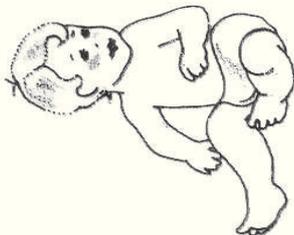
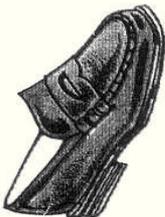
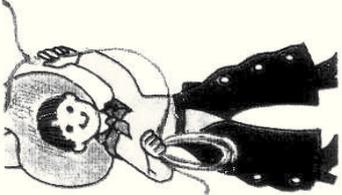
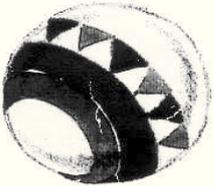
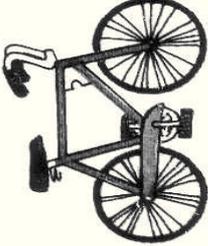
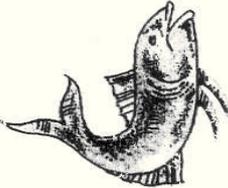
Gruppe A : mit CI versorgte Kinder

Name	Geburts- datum	Eintritt Hörschäd.	Zeitpunkt Implant.	keine zus. Behind.**	Mutterspr. Deutsch**	Ergänzungen (z.B. LBG, DGS Hörstatus der Eltern, Auffälligkeiten)

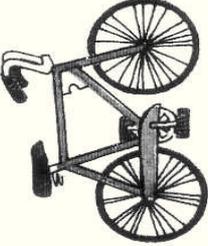
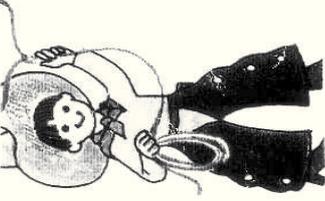
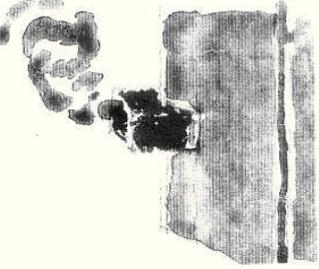
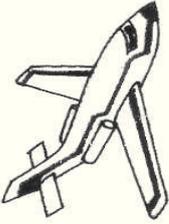
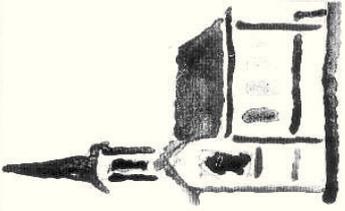
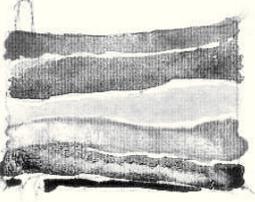
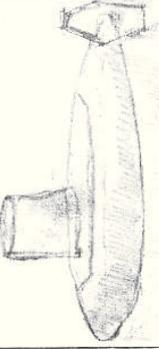
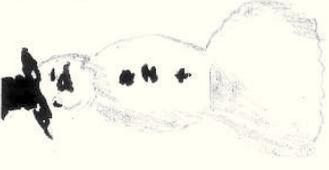
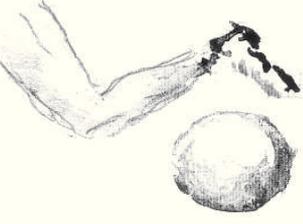
* in dB

** bitte nur ankreuzen

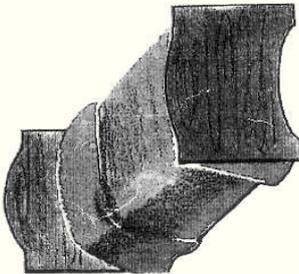
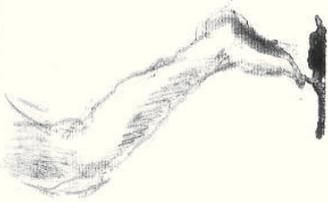
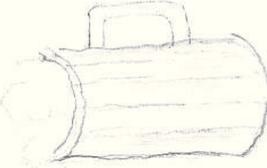
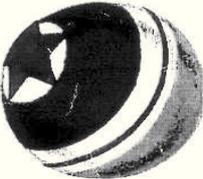
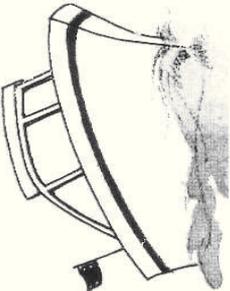
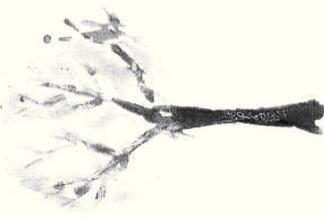
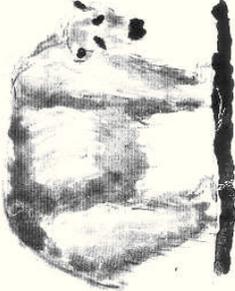
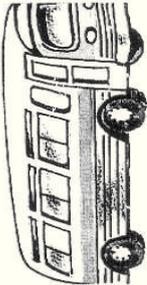
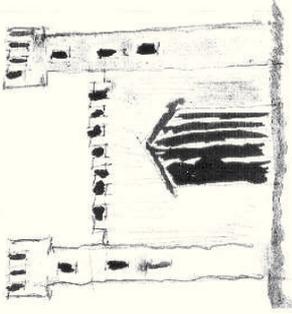
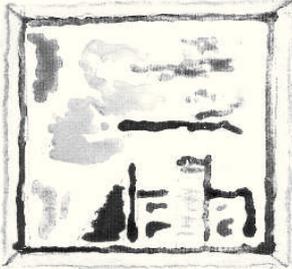
Anhang 3:
Early Speech Perception Test: Pattern Perception

	<p>Zahnbürste</p>		<p>Flugzeug</p>		<p>Baby</p>		<p>Schuh</p>
	<p>Lastwagen</p>		<p>Cowboy</p>		<p>Apfel</p>		<p>Ball</p>
	<p>Hamburger</p>		<p>Fahrrad</p>		<p>Vogel</p>		<p>Fisch</p>

Anhang 4:
Early Speech Perception Test: Spondees/
zusammengesetzte Wörter

 <p>Fahrrad</p>	 <p>Cowboy</p>	 <p>Schornstein</p>	 <p>Bleistift</p>
 <p>Flugzeug</p>	 <p>Eisbär</p>	 <p>Kirchturm</p>	 <p>Handtuch</p>
 <p>U-Boot</p>	 <p>Schneemann</p>	 <p>Malbuch</p>	 <p>Fussball</p>

Anhang 5:
Early Speech Perception Test: Einsilbige Wörter

 <p>Bett</p>	 <p>Buch</p>	 <p>Bein</p>	 <p>Bier</p>
 <p>Ball</p>	 <p>Boot</p>	 <p>Baum</p>	 <p>Bär</p>
 <p>Bus</p>	 <p>Burg</p>	 <p>Bild</p>	 <p>Bank</p>

Anhang 6:
Early Speech Perception Test:
Dokumentationsbogen - Pattern Perception

EARLY SPEECH PERCEPTION (ESP) TEST

STANDARD VERSION

Developed by Jean S. Moog and Anne E. Geers
Central Institute for the Deaf

Name _____ **Speech Percept. Categ.:** _____

Date _____ DOB _____ Age _____

Examiner _____

Listening Device _____

- 1 -- No Pattern Perception
2 -- Pattern Perception
3 -- Some Wort Identification
4 -- Consistent Word Identification

Pattern Perception

R E S P O N S E	STIMULUS											
	Schuh	Ball	Fisch	Baby	Apfel	Vogel	Flug- zeug	Cow- boy	Fahr- rad	Zahn- bürste	Last- wagen	Ham- burger
Schuh												
Ball												
Fisch												
Baby												
Apfel												
Vogel												
Flugzeug												
Cowboy												
Fahrrad												
Zahnbürste												
Lastwagen												
Hamburger												

Total correct _____
Speech Perception category _____

Category 1 : 0 -16
Category 2 : 17 - 24

Anhang 7:
Early Speech Perception Test:
Dokumentationsbogen - Spondees und
Einsilbige Wörter

Word Identification
STANDARD VERSION

Spondee Identification				Monosyllable Identification			
	AV	A-1	A-2		AV	A-1	A-2
1. Fahrrad	_____	_____	_____	1. Bett	_____	_____	_____
2. Cowboy	_____	_____	_____	2. Buch	_____	_____	_____
3. Schornstein	_____	_____	_____	3. Bein	_____	_____	_____
4. Bleistift	_____	_____	_____	4. Bier	_____	_____	_____
5. Flugzeug	_____	_____	_____	5. Ball	_____	_____	_____
6. Eisbär	_____	_____	_____	6. Boot	_____	_____	_____
7. Kirchturm	_____	_____	_____	7. Baum	_____	_____	_____
8. Handtuch	_____	_____	_____	8. Bär	_____	_____	_____
9. U-Boot	_____	_____	_____	9. Bus	_____	_____	_____
10. Schneemann	_____	_____	_____	10. Burg	_____	_____	_____
11. Malbuch	_____	_____	_____	11. Bild	_____	_____	_____
12. Fussball	_____	_____	_____	12. Bank	_____	_____	_____

Total correct _____
Speech Perception category _____

Category 3 : 8 -18
18

Total correct _____
Speech Perception category _____

Category 4 : 12

administer the
monosyllable identification subtest

CENTRAL
INSTITUTE
FOR THE
DEAF

At Washington University Medical Center

Anhang 8:
Dokumentationsbogen der Verfasserin

Name:**Date:****Category:****1. Pattern Perception (Score to continue: 17)**

- | | |
|--------------|--------------|
| - Ball | - Fisch |
| - Cowboy | - Zahnbürste |
| - Vogel | - Lastwagen |
| - Zahnbürste | - Fahrrad |
| - Fahrrad | - Ball |
| - Schuh | - Schuh |
| - Hamburger | - Cowboy |
| - Apfel | - Baby |
| - Fisch | - Apfel |
| - Lastwagen | - Flugzeug |
| - Baby | - Vogel |
| - Flugzeug | - Hamburger |

2. Spondee Identification (Score to continue: 8)

- | | |
|---------------|---------------|
| - Kirchturm | - Schornstein |
| - Schneemann | - Malbuch |
| - Fahrrad | - Bleistift |
| - Bleistift | - Kirchturm |
| - Handtuch | - Fußball |
| - U Boot | - Cowboy |
| - Schornstein | - Eisbär |
| - Eisbär | - Handtuch |
| - Malbuch | - Flugzeug |
| - Cowboy | - U Boot |
| - Flugzeug | - Fahrrad |
| - Fußball | - Schneemann |

3. Monosyllables (Category 4 : 13)

- | | |
|--------|--------|
| - Baum | - Bein |
| - Boot | - Bild |
| - Bett | - Burg |
| - Bank | - Buch |
| - Bein | - Bank |
| - Buch | - Baum |
| - Bier | - Bett |
| - Ball | - Ball |
| - Burg | - Bär |
| - Bus | - Boot |
| - Bär | - Bier |
| - Bild | - Bus |

Anhang 9:
Die Übertragung der Testwörter ins Deutsche

DIE ÜBERTRAGUNG DER TESTWÖRTER INS DEUTSCHE

Die Übertragung wurde von der Verfasserin, Janet Jones-Ullmann nach Gesprächen mit dem Central Institute for the Deaf, St. Louis, durchgeführt.

Die notwendige Umgestaltung der Bilder wurde von einem Graphiker durchgeführt.

Die drei Hauptkriterien für die Übertragung der Testwörter ins Deutsche waren folgende:

1. Segmentale Merkmale
2. Suprasegmentale Merkmale
3. Bekanntheitsgrad der Wörter für die Altersstufe der Probanden

1. SEGMENTALE MERKMALE

1a. Pattern Perception

Hier spielen die segmentalen Merkmale der Wörter eine geringere Rolle, da das Ziel dieses Teil des Tests lediglich im Erkennen der Betonung und Silbenzahl liegt. In der Originalfassung werden unterschiedliche Vokale und Konsonanten benutzt ohne spezifische Systematik.

1b. Spondee/zusammengesetzte Wörter

Da in der deutschen Sprache zweisilbige Wörter mit der gleichen Betonung auf beiden Silben kaum vorkommen, wurden zusammengesetzte Wörter, welche Spondees am ähnlichsten sind, benutzt. Die Perception hängt in diesem Teil des Tests von der Unterscheidung der Vokale und Konsonanten ab.

Englische Fassung: 14 unterschiedliche Vokale und Diphthonge.
20 unterschiedliche Konsonanten.

Deutsche Fassung: 12 unterschiedliche Vokale und Diphthonge.
21 unterschiedliche Konsonanten.

1c. Einsilbige Wörter:

Da alle Wörter hier mit dem bilabialen Plosiv „b“ anfangen, hängt die Perception der Wörter hauptsächlich von der Unterscheidung der Vokale/Diphthonge und teilweise (jedoch nur geringfügig) des Schlußkonsonanten ab.

Englische Fassung: 11 unterschiedliche Vokale und Diphthonge.
6 unterschiedliche Schlußkonsonanten.

Deutsche Fassung: 10 unterschiedliche Vokale und Diphthonge.
9 unterschiedliche Schlußkonsonanten.

2. SUPRASEGMENTALE MERKMALE

2a. Pattern Perception:

Das Ziel dieses Subtests ist die Perzeption der Testwörter anhand der prosodischen Merkmale d.h. der Silbenzahl und Betonung des Wortes. In der englischen Fassung werden folgende Wortarten präsentiert:

- 3 einsilbige Wörter
- 3 zweisilbige Wörter mit der Betonung auf der ersten Silbe
- 3 zweisilbige Wörter mit gleicher Betonung auf beiden Silben
- 3 dreisilbige Wörter mit der Betonung auf der ersten Silbe

In der deutschen Fassung wurde dieses Muster übernommen mit Ausnahme der Spondees (zweisilbige Wörter mit der gleichen Betonung auf beiden Silben), die durch zusammengesetzte Wörter ersetzt wurden.

2b. Spondees/zusammengesetzte Wörter: Hier waren die suprasegmentalen Merkmale unwichtig, da die Unterscheidung der Wörter auf der Erkennung der segmentalen Merkmale lag (siehe 1b).

2c. Einsilbige Wörter: Hier waren lediglich die segmentalen Merkmale von Bedeutung (siehe 1c).

3. Bekanntheitsgrad der Wörter:

Um sicherzustellen, daß ausschliesslich die auditive Perzeption der Wörter getestet wurde, sollten nur den Probanden bekannte Wörter benutzt werden. In Zusammenarbeit mit einer schulvorbereitenden Einrichtung wurden die Testwörter ausgewählt und in einer Voruntersuchung (siehe 6.3.2.2) auf ihre Bekanntheit für diese Altersgruppe hin geprüft. Danach wurden einige notwendige Änderungen eingearbeitet.

Tabellenverzeichnis

Tab.1:	ASA und ISO Kategorien des Hörverlustes (1966)	11
Tab.2:	Audiologische Kategorien nach Lindner	11
Tab.3:	Audiologische Kategorien nach Löwe	12
Tab.4:	Audiologische Kategorien nach Wirth	12
Tab.5:	Audiologische Kategorien nach Hull	13
Tab.6:	Audiologische Kategorien nach BATOD	13
Tab.7:	Audiologische Kategorien nach Boothroyd	14
Tab.8:	Der Sprachperzeptionsvorgang nach Ling	21
Tab.9:	Frequenzbereiche einiger Sprachkomponenten	26
Tab.10:	Wichtige Frequenzbereiche für die Perzeption der Konsonanten	30
Tab.11:	Auditive Perzeption und Grad des Hörverlustes	36
Tab.12:	Auditive Perzeption segmentaler Sprachmerkmale	38
Tab.13:	Historische Entwicklung des Hörgerätes	42
Tab.14:	Der Hörvorgang mit einem CI	51
Tab.15:	Frühe Versuche, das auditive System durch elektrische Impulse zu stimulieren	54
Tab.16:	CI Forschung in den 70er Jahren	57
Tab.17:	Nucleus 22 und MedEl Combi 40	60
Tab.18-26:	Auditive Sprachperzeption mit CI: Einige Forschungsergebnisse	69
Tab.27	Wissenschaftliche Fragestellungen und Hypothesen	88

Tab.28	Auswahlkriterien der Probanden	91
---------------	--------------------------------	----

Tabellenverzeichnis

Tab.29	Merkmale der Gruppen	107
Tab.30	Daten der einzelnen Probanden	108
Tab.31	Gruppeninterne Untersuchungen: Gruppe A	111
Tab.32	Gruppeninterne Untersuchungen: Gruppe B	112
Tab.33	Vergleichsuntersuchungen: Gruppe A und Gruppe B	113
Tab.34	Merkmale der Probanden in der Kat. 4*: Gruppe A	141
Tab.35	Merkmale der Probanden in der Kat.1: Gruppe A	142
Tab.36	Merkmale der Probanden in der Kat. 4*: Gruppe B	143
Tab.37	Merkmale der Probanden in der Kat. 1: Gruppe B	144

Abbildungen

Abb.1	Die Struktur des Ohres	1
Abb.2	Das Innenohr	2
Abb.3	Die Frequenzbereiche der Cochlea	4
Abb.4a	Normale Cochlea	7
Abb.4b	Cochlea mit Verlust von Haarzellen	8
Abb.5a	Frequenzunabhängiger Verlust	15
Abb.5b	Hochtonverlust	15
Abb.5c	Tieftonverlust	16
Abb.5d	Mitteltonverlust	16
Abb.6	Das Sprachfeld	23
Abb.7	Intensität der Sprachlaute	24
Abb.8	Drei Vokalspektren	25
Abb.9	Kategorisation der Konsonanten	29
Abb.10	Sprachfeld und mittelgradiger Hörverlust	35
Abb.11	Akustische Trompeten	40
Abb.12	Komponenten eines Hörgerätes	44
Abb.13	Frequenz/Verstärkung Kurve eines Hörgerätes	47
Abb.14	Komponenten eines Cochlea Implantats	50
Abb.15	Der Hörvorgang mit einem CI	52

