

O H R
OLSZTYNER HÖR REIME

**Polnische Reimensembles zur Optimierung der apparativen Versorgung
hörgeschädigter Kinder im Alter von 3-7 Jahren**

Von der Pädagogischen Hochschule Heidelberg
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Erziehungswissenschaft (Dr. paed.)
genehmigte Dissertation von

Sascha Bischoff

aus
Pforzheim

Erstgutachterin:

Prof. Dr. Ursula Horsch

Zweitgutachter:

Prof. Dr. Dr. h.c. Roland Laszig

Fach:

Hörgeschädigtenpädagogik

Tag der Mündlichen Prüfung:

16. Februar 2005

Meiner Frau Christiane gewidmet

INHALTSVERZEICHNIS

1. VORWORT	7
2. DIE ENTWICKLUNG DES HÖRENS	10
2.1. Außenohr	11
2.2. Mittelohr	12
2.3. Innenohr	12
2.4. Hörbahn	13
2.5. Hörerwerb im Dialog	15
3. DIE ENTWICKLUNG DES SPRECHENS	19
3.1. Spracherwerb in einer dialogischen Umwelt	26
4. HÖRSCHÄDIGUNG	32
4.1. Begriffsbestimmungen	32
4.2. Hörschädigung im Säuglings- und Kleinkindalter	36
4.3. Frühe Erfassung – Frühe Diagnose – Frühe apparative Versorgung	40
4.4. Neugeborenenenscreening	45
5. PÄDAGOGISCHE AUDIOLOGIE	47
5.1. Grundlagen der Pädagogischen Audiologie	47
5.2. Apparative Versorgung	48
6. MODERNE SPRACHAUDIOMETRIE FÜR KINDER	70
6.1. Sprachaudiometrie für Kinder	70

6.2. Aktuelle Aspekte der Sprachaudiometrie	72
6.3. Reimensembles für Kinder	74
6.4. Frequenzspezifika innerhalb der Sprachaudiometrie	75
6.5. Frequenzspezifische Sprachaudiometrie in der Pädagogischen Audiologie	77
6.6. Störschall in der Audiometrie mit Kindern	78
6.7. Digitalisierung von Sprachmaterial für die Sprachaudiometrie	79
6.8. Das Spektrogramm	88
7. OHR – OLSZTYNER HÖR REIME	92
7.1. Was müssen die OLSZTYNER HÖR REIME leisten? - Fragestellung	92
7.2. Material und Methode	95
7.3. Standardisierung der OLSZTYNER HÖR REIME	156
7.4. Die Gesamtstichprobe der OLSZTYNER HÖR REIME	160
7.5. Die Normstichprobe der OLSZTYNER HÖR REIME	162
7.6. Die Klinische Stichprobe	163
8. ERGEBNISSE DER OLSZTYNER HÖR REIME	171
8.1. Listen-Normwerte und Gesamtverständlichkeit der Wortlisten	171
8.2. Die Verständlichkeit aller Wortlisten der Klinischen Stichprobe	177
9. DISKUSSION	196
10. LITERATUR	219
11. VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN UND TABELLEN	240

12. ANHANG	245
I Wortvorrat	245
II Wortinventar	249
III Ziel-Item Reimensembles	256
IV Subjektiver Lautheitsausgleich	258
V Analyse zum Frequenzschwerpunkt der Zielphoneme im Anlaut (Singular und Plural)	262
VI Statistics: Peak-Amplitude, Avg. RMS, Total RMS des Ankerschalls im Singular und Plural	268
VII Reimpaare mit unterschiedlichem Frequenzschwerpunkt	271
VIII Nutzschall-Störschallverhältnis der OLSZTYNER HÖR REIME	276
VIX Wortlisten für Kinder von 3-4 Jahren	282
X Wortlisten für Kinder von 5-7 Jahren	285
XI Tabellarische Übersicht zur Häufigkeit von Antwort 1 bis Antwort 3 für hörende Kinder im Alter 3-4 Jahre	289
XII Tabellarische Übersicht zur Häufigkeit von Antwort 1 bis Antwort 3 für hörende Kinder im Alter 5-7 Jahre	290
XIII Optimierte Wortlisten für Kinder von 3-4 Jahren	291
XIV Optimierte Wortlisten für Kinder von 5-7 Jahren	294
XV Prozentuale Verwechslungshäufigkeit für die Untersuchungstermine U1, U2 und U3 der Klinischen Stichprobe, Altersgruppe 3-4 Jahre	298
XVI Prozentuale Verwechslungshäufigkeit für die Untersuchungstermine U1, U2 und U3 der Klinischen Stichprobe, Altersgruppe 5-7 Jahre	300

1. VORWORT

Durch den seit 1998 bestehenden Kooperationsvertrag zwischen der Pädagogischen Hochschule Heidelberg und der Ermland Masuren Universität Olsztyn/Polen war es mir möglich bereits zu Beginn des Akademischen Jahres 1999 für drei Jahre an der Ermland Masuren Universität als wissenschaftlicher Assistent in Forschung und Lehre tätig zu sein. Dabei lag innerhalb des Studiengangs der Fokus meines Arbeitens auf Fragestellungen der Pädagogischen Audiologie und der Früherziehung.

Zeitgleich arbeitete ich als wissenschaftlicher Mitarbeiter der Pädagogischen Hochschule Heidelberg im Forschungsprojekt ‚Früherziehung hörgeschädigter Kinder in Polen‘ unter Leitung von Prof. Dr. U. Horsch vor Ort in Polen. Das Thema meiner Dissertation konnte ich daher im Rahmen der Grundlagenforschung innerhalb des Forschungsprojekts als DAAD-Stipendiat (Jahresstipendium 2000/2001) vor allem im Bereich ‚Frühe Diagnose – Apparative Versorgung‘ ansiedeln. Dafür wurden von mir zunächst am Phoniatriisch-Audiologischen Zentrum der Wojewodschaftskinderklinik Olsztyn/Polen und ab 2001 dann im Cochlear Implant Centrum Olsztyn CICO hörgeschädigte Kinder auf ihrem Weg des Hören- und Sprechenlernens pädagogisch begleitet und gefördert, sowie Elternberatung durchgeführt.

Im Januar 2003 wurde ich als Doktorand vom Professorenkollegium der Fakultät I der Pädagogischen Hochschule Heidelberg zur Promotion zugelassen. Kurz darauf erhielt ich auch die Zusage für ein Stipendium der Landesstiftung Baden-Württemberg. Im Oktober desselben Jahres konnte ich mein Zimmer in der Wojewodschaftskinderklinik Olsztyn/Polen für 10 Monate beziehen und mit der Datenerhebung der Normstichprobe für die OLSZTYNER HÖR REIME beginnen. Durch die Leitung der Klinik, Frau Dr. E. Kolender, sowie der Leiterin des Phoniatriisch Audiologischen Zentrums der Klinik Frau Dr. I. Bogucka wurde mir diese Möglichkeit im Eltern-Kind Bereich der Klinik auf dem Hintergrund der bereits geleisteten interdisziplinären Zusammenarbeit für den Zeitraum meiner Forschungstätigkeiten zugesagt.

Der gesamte Aufenthalt in Olsztyn/Polen als Stipendiat der Landesstiftung hatte ausschließlich Forschungscharakter mit dem Ziel meine Dissertation so weit abzuschließen, dass nach der Rückkehr nach Deutschland im Juli 2004 der Fokus

auf die statistische Verarbeitung der Ergebnisse und den Abschluss der Arbeit gerichtet werden konnte.

Die Pädagogische Audiologie im polnischen Sprachraum benötigt in hohem Maße kindgerechte Verfahren zur Optimierung der apparativen Versorgung hörgeschädigter Kinder. Die teilweise bereits digital programmierbaren Hörgeräte der hörgeschädigten Kinder, sowie die Sprachprozessoren der Cochlear Implant Systeme können nur dann individuell angepasst werden, wenn die Pädagogische Audiologie auch entsprechende Verfahren zur Verfügung stellt. Die OLSZTYNER HÖR REIME wurden eigens dafür geplant, erstellt, durchgeführt, evaluiert und liegen im Rahmen dieser Dissertation mit einer Gesamtstichprobe von n=274 Kindern im Alter von 3-7 Jahren standardisiert vor.

Die gesamte Konzeption des OHR-Verfahrens berücksichtigt bei der Zusammenstellung des Wortmaterials wesentliche Erkenntnisse des Hör- und Spracherwerbs, sowie neueste Ergebnisse aus der Säuglingsforschung. Kapitel 2 und 3 richten den Fokus daher auf das Hören- und Sprechenlernen von Säuglingen und Kleinkindern. Dabei werden besonders Disziplinen wie beispielsweise die Neurophysiologie, sowie die Dialogische Frühpädagogik im Kontext der Mutter-Kind Interaktion diskutiert.

Kapitel 4 befasst sich mit Hörschädigung im Kleinkind-, bzw. Säuglingsalter. Epidemiologische Fragestellungen, die frühe Diagnose und ein engmaschiges follow-up, sowie das Neugeborenenenscreening stehen dabei im Zentrum und werden auf der Grundlage aktueller Studien näher betrachtet.

Die Pädagogische Audiologie bietet im 5. Kapitel einen differenzierten Überblick zur apparativen Versorgung hörgeschädigter Kinder und Kleinkinder unter Berücksichtigung besonders kindgerechter Anpassmethoden.

Kapitel 6 fokussiert dabei die aktuell im klinischen Einsatz angewandten sprachaudiometrischen Verfahren speziell für Kinder. Dabei werden die üblicherweise eingesetzten Methoden zur Digitalisierung des Sprachmaterials ebenso wie der Einsatz von Störschall für die Durchführung mit Kindern diskutiert.

Das nachfolgende 7. Kapitel erläutert das Anforderungsprofil an die OLSZTYNER HÖR REIME als sprachaudiometrisches Verfahren, bzw. wie es methodisch als ein besonders kindgerechtes Verfahren zur Optimierung der apparativen Versorgung hörgeschädigter Kinder im Alter von 3-7 Jahren konzipiert werden muss. Neben den zahlreichen Messvorgängen für die Bearbeitung des Sprachmaterials richtet dieses

Kapitel das Hauptaugenmerk auf die Standardisierung des Verfahrens, sowie die Untersuchung mit der Klinischen Stichprobe, d.h. die Durchführung mit hörgeschädigten polnischen Kindern.

Kapitel 8 beschreibt alle gewonnenen Ergebnisse aus der Normstichprobe, sowie aus der Klinischen Stichprobe. Welche pädagogischen Konsequenzen daraus gezogen wurden, bzw. wie beispielsweise die Ergebnisse der Varianzanalyse der Klinischen Stichprobe gedeutet werden, wird in der Abschlussdiskussion in Kapitel 9 differenziert dargestellt.

2. DIE ENTWICKLUNG DES HÖRENS

Die Weiterleitung des neuronalen Codes vom Innenohr über den Hörnerv zum Gehirn führt zum Sinneseindruck des Hörens. Das Ohr als das empfindlichste Sinnesorgan stößt dabei mit seiner Empfindsamkeit und Frequenzauflösung an die Grenzen des physikalisch Machbaren (vgl. KLINKE 1998). Hören als Verarbeitung und Auswertung von akustischen Signalen durch das Gehirn unterliegt hierbei einem Entwicklungsprozess, der bereits intrauterin beginnt.

Die Ausbildung des Mittel- und Innenohres ist mit der 20. Schwangerschaftswoche abgeschlossen. Erste Reaktionen des Fetus auf akustische Reize können in der 22. Schwangerschaftswoche durch Veränderung der Herzfrequenz und allgemeine Bewegungen nachgewiesen werden (vgl. WIRTH 1994). Neuronale Verknüpfungen sind im unteren Teil der Hörbahn ab der 29. Schwangerschaftswoche vollständig angelegt und bilden sich bis zur Hörrinde im weiteren Verlauf aus (vgl. KLINKE 1998). Bereits in dieser Zeit lassen sich Hirnstammreflexe auf Schallreize beim Ungeborenen auslösen. Die wahrnehmbaren Schallereignisse im Uterus umfassen vor allem Stimme, Herzschlag und Darmgeräusche der Mutter. Das Fruchtwasser stellt dabei eine Art Filter dar, durch den der Fetus die ihm zugeführten Laute auf einer höheren Frequenz als später im postnatalen Perzeptionsfeld wahrnimmt (vgl. MARATSCHNIGER 1996). Der Schall externer Schallreize gelangt dabei in stark abgeschwächter Form an das fetale Ohr. Geräusche und Klänge diffundieren durch das Gewebe und werden durch das Fruchtwasser weitergeleitet. Die mütterliche Stimme dagegen gelangt vor allem über die Wirbelsäure zum Fetus und wird dadurch mittels Knochen- und Marksubstanz gefiltert (ebd.).

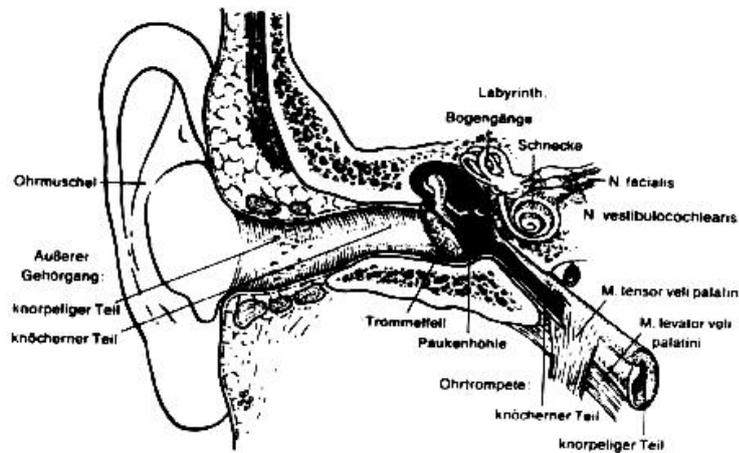
Unmittelbar nach der Geburt verfügen Neugeborene über eine Unterscheidungsfähigkeit zwischen Sprachlauten und nicht-sprachlichen Lauten. Neugeborene zeigen dabei eine signifikante Bevorzugung der mütterlichen Stimme. Hört das Neugeborene eine Geschichte (vom Tonträger abgespielt), die ihm intrauterin von seiner Mutter vorgelesen wurde, so zieht es die mütterliche Stimme einer fremden Stimme vor, die dieselbe Geschichte vorliest (vgl. DORNES 1999). Untersuchungen von Mehler (1988) zeigen, dass französische Neugeborene vier Tage nach der Geburt in der Lage sind, ihre Muttersprache von der Fremdsprache

Russisch zu unterscheiden und dabei ihrer französischen Muttersprache im Hören den Vorzug geben (vgl. MEHLER nach LIN-HUBER 1998).

Weitere Untersuchungen mit ebenfalls vier Tage alten Neugeborenen in Frankreich, bei denen beide Elternteile nicht in der Landessprache sprechen, sondern eine afrikanische Sprache, Arabisch, Chinesisch, Deutsch, Indonesisch, Italienisch, Polnisch, Portugiesisch oder Spanisch als Muttersprache haben, belegen jedoch, dass Kinder nicht grundsätzlich über eine Unterscheidungsfähigkeit zwischen zwei Sprachen verfügen. Werden diesen Kindern zwei fremde Sprachen präsentiert, von denen keine ihre Muttersprache darstellt, sind diese nicht in der Lage, das Gehörte auditiv zu diskriminieren. Neugeborene können laut Mehler nur dann zwischen zwei Sprachen unterscheiden, wenn eine davon ihre Muttersprache darstellt (ebd.). Mehler ist daher der Frage nachgegangen, auf welche Strukturmerkmale der Sprache die Neugeborenen zur Bewältigung dieser Aufgabe zurückgreifen. Die Annahme, dass Säuglinge die spektrale Energie der Muttersprache als Unterscheidungsmerkmal zur Fremdsprache heranziehen, konnte in Versuchen widerlegt werden. Bei rückwärts abgespielten Sprachproben konnte keine Erkennung der Muttersprache nachgewiesen werden. Mehler geht daher davon aus, dass intrauterin akustische Signale bis 800Hz an das fetale Ohr dringen. Weitere Ergebnisse aus Versuchen mit 4 Tage und 11 Wochen alten Säuglingen zeigen, dass auch bei gefilterter Sprache, mit verringerter Grundfrequenz von 400Hz, eine Unterscheidung zwischen Fremd- und Muttersprache geleistet werden kann (ebd.).

2.1. Außenohr

Das äußere Ohr besteht aus der Ohrmuschel, sowie dem äußeren Gehörgang und ist damit durch das Trommelfell vom Mittelohr abgegrenzt (vgl. Abb. 1). Das Außenohr erfüllt somit eine Schutzfunktion für das Trommelfell. Außerdem wirken Ohrmuschel, Kopf und der gesamte Körper als Beugungskörper und die Concha mit dem äußeren Gehörgang sind dabei als Resonatoren für den Prozess des Hörens besonders bedeutend. So wird in den Frequenzen 1.000 bis 3.000Hz ein um 20dB höherer Schalldruckpegel am Trommelfell gemessen, als das eigentliche auditive Signal am Gehörgangseingang aufweist (vgl. BÖHME, WELZL-MÜLLER 1998; PRUSZEWICZ 1994).



(BÖHME, WELZL-MÜLLER 1998, 35)

Abb. 1: Außenohr, Mittelohr und Innenohr

2.2. Mittelohr

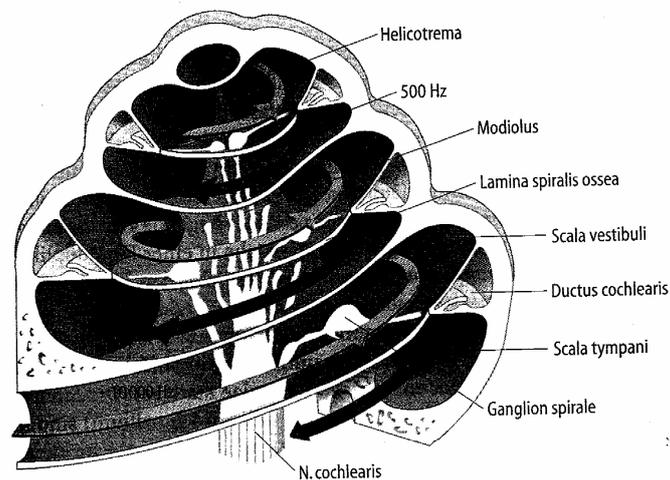
Die Aufgabe des Mittelohrs ist es, die in das Ohr dringenden Schallwellen an die Flüssigkeit des Innenohrs weiterzuleiten. Das Trommelfell schließt sich nach innen unmittelbar an das Mittelohr an. Die mit Luft gefüllte Paukenhöhle steht mit den angrenzenden, pneumatischen Zellen in Verbindung, die die Gehörknöchelchen Hammer (Malleus), Amboss (Incus) und Steigbügel (Stapes) enthalten. Dieser Gehörknöchelchen-Apparat ist dafür verantwortlich, dass die Übertragung des Schalls und damit die Drucktransformation in das Innenohr funktioniert. 99,9% des auf die Grenzfläche zwischen Luft und Flüssigkeit auftretenden Schalls wird infolge der akustischen Impedanz der unterschiedlichen Medien reflektiert (vgl. BÖHME, WELZL-MÜLLER 1998). Die beweglichen Strukturen gegen das Innenohr sind dabei das ovale, sowie das runde Fenster. Die Ohrtrompete (Tuba auditiva, Eustachische Röhre) ist ca. 3,5cm lang und bildet die Verbindung zum Nasen-Rachenraum (vgl. FLEISCHER 2000; KOLLMEIER 1997).

2.3. Innenohr

Das Innenohr des Menschen besteht aus einer Anzahl untereinander in Verbindung stehender Hohlräume (Labyrinth), die mit Flüssigkeit gefüllt sind. Die Bogengänge, der Vorhof mit Vestibulum und die Schnecke (Cochlea) stellen dabei die

wesentlichen Strukturen mit unterschiedlicher Funktion dar (vgl. BÖHME, WELZL-MÜLLER 1998).

Die Schnecke (vgl. Abb.2), die für die Verarbeitung akustischer Reize verantwortlich ist, läuft mit einer durchschnittlichen Länge von 35mm und dabei mit 2½ Windungen um eine kegelförmige, knöcherne Achse, der sog. Schneckenspindel (Modiolus). Innerhalb komplexer Strukturen der Cochlea befindet sich auch das äußerst empfindliche Cortische Organ mit den Haarzellen. Mit einer inneren Reihe (ca. 3.400) und drei äußeren Reihen an Haarzellen (ca. 13.400) übernehmen diese Haarzellen die Funktion akustische Sinneseindrücke an das Gehirn weiterzugeben (vgl. BÖHME, WELZL-MÜLLER 1998; FLEISCHER 2000; KOLLMEIER 1997; LEHNHARDT 1996).



(BOENNINGHAUS, LENARZ 2001, 21)

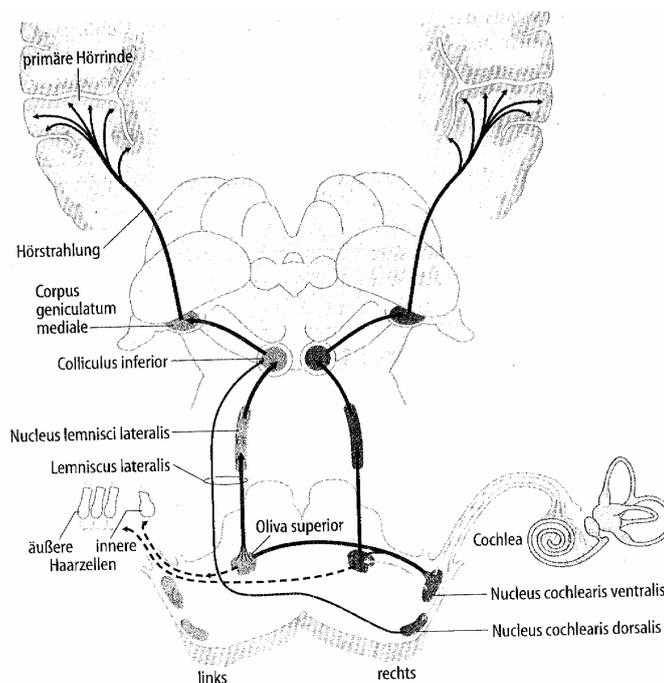
Abb. 2: Schematische Darstellung der Cochlea

2.4. Hörbahn

Im Vergleich zum Auge und den daran beteiligten zentralen Aspekten ist die Hörbahn komplex verschaltet, mehrfach kreuzend und parallel verlaufend (vgl. Abb.3). Die sog. Neuriten enden im cochleären Kernkomplex des Hirnstamms (vgl. LEHNHARDT 1996, ROTH 2003). Heutige Messtechniken erlauben es, Reizantworten gezielt aus einzelnen Stationen des Hörsystems, wie beispielsweise dem Hirnstamm, dem Mittelhirn und der Hirnrinde abzuleiten (vgl. ROTH 2003).

Der pränatale Beginn des Hörenlernens basiert auf der frühen Entwicklung des peripheren Gehörs verbunden mit neurophysiologischen Reifungsprozessen. Auf der

Grundlage primär ausgewachsener neuronaler Bahnen führt im Entwicklungsprozess die Ausbildung der Markscheiden zu einer mehr als zehnfachen Erhöhung der Leitungsgeschwindigkeit der Nervenfasern (vgl. KLINKE 1998; KLINKE 2002). Entstandene neuronale Verbindungen werden dabei auf ihre Verwendbarkeit durch externe Reize überprüft. Hörerfahrung sichert bereits in der frühkindlichen Lebensphase die Stabilisierung von Synapsen durch Ausschüttung chemischer Wachstumsstoffe. Bleibt eine auditorische Stimulation aus, bzw. fällt diese zu gering aus, kommt es im Entwicklungsprozess zur Störung des Reifungsprozesses, der durch ein Ausbleiben spezifischer synaptischer Verbindungen gekennzeichnet ist. Zusätzlich lassen sich morphologische Veränderungen der Zellvolumengröße und der Anzahl von Ganglienzellen nachweisen (vgl. LENARZ 1998).



(BOENNINGHAUS, LENARZ 2001, 32)

Abb. 3: Schematische Darstellung der Hörbahn

Die neuronale Plastizität unterliegt einem zeitlichen Konsolidierungsprozess synaptischer Verknüpfungen.

Untersuchungsergebnisse zur Verarbeitung von syntaktischen und semantischen Informationen im Erstspracherwerb beispielsweise der Gebärdensprache zeigen, dass der Erwerb syntaktischer Verarbeitungssysteme von einem kritischen Zeitfenster in der Entwicklung abhängig ist (vgl. FRIEDERICI 1997). Unterschiede

zeigen sich in der on-line Analyse für den syntaktischen Untersuchungsbereich, wo ausschließlich native signer eine Sensitivität gegenüber fehlerhaften Sätzen zeigen. Unabhängig vom Erwerbsalter der Gebärdensprache zeigen sich dabei in der off-line Analyse Übereinstimmungen in den semantischen und den syntaktischen Fähigkeiten. Dies deutet darauf hin, dass nur diejenigen Muttersprachler, die vor ihrem 3. Lebensjahr mit dem Erwerb der Gebärdensprache begonnen haben, in der Lage sind, syntaktische Fehler in Echtzeit und damit schnell und automatisch zu erkennen. Bleibt ein sprachlicher Input in der frühen Phase aus, so kann sich eine entsprechende neuronale Basis nicht optimal entfalten. Damit bleibt die schnelle sprachliche Verarbeitung weit von der Effektivität entfernt, die das menschliche Gehirn zu verarbeiten in der Lage ist (ebd.).

Zudem unterliegt der Erwerb der Gebärdensprache dialogischen Interaktionselementen, die den Prozess des Gebärdenspracherwerbs maßgebend stützen (vgl. HORSCH, BISCHOFF, BISCHOFF 2004; BISCHOFF, BISCHOFF, HORSCH 2004).

2.5. Hörerwerb im Dialog

Hören- und Sprechenlernen wird durch dialogische Grunderfahrungen gesichert (vgl. HORSCH 1997; HORSCH, LASZIG ET AL. 2002; HORSCH, BISCHOFF 2003). Die Suche nach der Informationsquelle der Säuglinge, durch die eine Unterscheidung zwischen Muttersprache und Fremdsprache möglich wird, führt zu unterschiedlichen Hypothesenbildungen. Nach Mehler besteht die Möglichkeit, dass das Kind phonetische Unterschiede zwischen den angebotenen Sprachen zur Differenzierungsleistung dazu heranzieht. Die Schlüsselfunktion zur Erkennungsfähigkeit der Muttersprache wird der prosodischen Strukturierung der Sprache zugeschrieben (vgl. MEHLER nach LIN-HUBER 1998).

Im Erwerbsprozess muss das Kind zuerst die Spracheinheiten im Redefluss erkennen, bzw. hören lernen. Spricht die Mutter beispielsweise im Dialog mit ihrem Kind: ‚Schaumalwasfüreinschönerbaall‘, erfolgt das Sprechersignal dabei kontinuierlich, und stellt das Kind in der on-line Sprachverarbeitung vor Hindernisse. Diese Schwierigkeit kann zur differenzierten Analyse mit Hilfe eines Spektrogramms, bzw. eines Zeitsignals sichtbar gemacht werden, denn Pausen im Sprechen geben nicht notwendigerweise Wortgrenzen wieder (vgl. PENNER 2001). Die kategoriale Wahrnehmungsfähigkeit hilft dem Kind dabei beim Erlernen seiner Muttersprache

(vgl. HORSCH 2001). Sie ermöglicht es ihm, den gesprochenen Sprachstrom zu segmentieren (vgl. KUHL 2000). In der vorlexikalischen Phase zeigt das Kind in Bezug auf seine Wahrnehmung dabei einen extrem frühen Zugang zur Prosodie sowie zu universellen Artikulationsmerkmalen. Die kategoriale Wahrnehmung entwickelt sich dabei in ihrem Verlauf eindeutig von universellen zu sprachspezifischen Merkmalen (vgl. GOPNIK 1997; GOPNIK, MELTZOFF, KUHL 1999; HORSCH 2000; PENNER 2001). Durch die Entwicklung der kategorialen Wahrnehmungsfähigkeit vollzieht das Kind einen sog. basic cut im akustischen Strom, der mit den linguistischen Kategorien der Muttersprache übereinstimmt (vgl. KUHL 2000).

Säuglinge übersteigen dadurch die Fähigkeit jedes Sprachcomputers. Unter Ausnutzung des sog. Bootstrapping kann der Säugling den sprachlichen Input untergliedern (vgl. PENNER 2001). Dabei nutzt das Kind rhythmisch-prosodische Informationen als eine Art Steigbügel, um Konstituenten und Wortgrenzen innerhalb der Zielsprache zu erkennen. Das prosodische Bootstrapping stellt für das Kind ein effizientes Segmentierungsverfahren bereit, mit dessen Hilfe es die ersten Schritte in der Erkennung von syntaktischen Konstituenten und Wortgrenzen vollziehen kann (ebd.).

Mit Hilfe prosodischer Merkmale kann das Kind dabei Konstituenten und später auch Wörter im Sprechsignal rein formal erkennen. Dabei ist die erste Phase semantisch noch leer. Phonologische Repräsentationen, über die das Kind unmittelbar nach der Geburt verfügt, ermöglichen ihm die Diskrimination lautlicher Einheiten. Über die Funktion prosodischer Merkmale kann das Kind seine Muttersprache aus anderen Sprachen identifizieren. Die vom Kind benutzten Merkmale sind dabei hierarchisch geordnet, wobei sich das Kind lange auf die Benutzung rein suprasegmentalen Materials beschränkt. Es ist nachgewiesen, dass Kinder bereits ab dem 10. Lebensmonat auch segmentales Material in die Erkennung von Wortgrenzen miteinbeziehen. Bis zum letzten Drittel des ersten Lebensjahres fokussiert der Säugling primär die Prosodie (ebd.).

Tab. 1: Entwicklung der phonologischen Wahrnehmung im Hörerwerbsprozess

erste Woche	Erkennung der mütterlichen Stimme (nach 3 Tagen) und der Muttersprache
1. Monat	Kategoriale Wahrnehmung: Kinder diskriminieren universelle phonematische Merkmale wie z.B. stimmhaft vs. stimmlos
3. Monat	Kinder haben Zugang zu prosodischen Repräsentationen auf Satzebene, die die Gedächtniskapazität für phonetische Informationen erleichtern
4. Monat	Erkennung des eigenen Namens im Redefluss
6. Monat	Erkennung der Satzgrenzen aufgrund prosodisch-rhythmischer Merkmale; noch keine Präferenz des zielsprachlich fuss-rhythmischen Musters
7. Monat	Das Kind nutzt prosodisch-rhythmische Informationen zur Erkennung der Wortgrenzen. Es ist in der Lage trochäische Wörter im Redefluss nach einer Familisierungsphase wieder zu erkennen
9. Monat	Erkennung von Phrasengrenzen innerhalb einer Satzeinheit, Präferenz des zielsprachlich fuss-rhythmischen Musters und der Etablierung der rhythmischen Einheit ‚Wort‘ (keine Pausen zugelassen)
10.-12. Monat	Die Lautdiskriminierungsfähigkeit wird zielsprachlich und beschränkt sich damit auf muttersprachliche Oppositionen Kinder akzeptieren Wörter mit atypischem Rhythmusmuster und berücksichtigen phonotaktische Informationen in der Wortsegmentierung

(vgl. PENNER 2001)

Erhöhte Plastizität neurophysiologischer Strukturen der frühen Lebensphase ist auch im Kontext muttersprachspezifischer Lautdiskrimination zu beobachten. Wird beispielsweise dieselbe Klasse von Phonemen durch ähnliche Reize verstärkt aktiviert, so führt die Ausbildung von Aktionspotentialen zu beständigen neuronalen Verbindungen. Bleibt eine Reizung aus, werden bereits bestehende synaptische Kontakte aufgrund fehlender Wachstumsstoffe aufgegeben. Die Kinder entwickeln sich somit vom Weltbürger zum kulturgebunden Hörer (vgl. HORSCH 2001). Ende des ersten Lebensjahres vollzieht sich ein Wechsel in der Wahrnehmung nichtmuttersprachlicher phonetischer Kontraste (vgl. KUHL 2000). Säuglinge verlieren die Fähigkeit, fremdsprachliche Sprachkontraste anzuzeigen, die sie in einem früheren Entwicklungsstadium noch erkannt haben. Sie sind bereits im Alter von 4

bis 6 Wochen in der Lage, akustische Unterschiede differenziert wahrzunehmen. In ihrer Perzeptionsentwicklung können sie synthetische Silben in Form von [ba] und [pa] differenzieren (vgl. HACKER 2001). Im neuronalen Hörsystem werden durch den Input der Muttersprache neuronale Systeme aufgebaut, bzw. stabilisiert. Phonemverbindungen, die in der Muttersprache nicht auftauchen, bilden neuronal keine Verknüpfungen aus. Das Hören der eigenen Muttersprache erstellt somit ein neuronales Netzwerk, das ab einem bestimmten Entwicklungsalter einen Wechsel auf eine andere Sprache nur noch erschwert möglich macht (vgl. GOPNIK, MELTZOFF, KUHL 1999). In ihrer Entwicklung richten sich Kinder dabei immer stärker auf phonetische Kontraste ihrer Inputsprache. Englisch sprechende Säuglinge sind mit 6 Monaten noch in der Lage, fremdsprachige Lautkontraste zu erkennen, im 12. Lebensmonat haben sie diese Fähigkeit verloren (vgl. MEHLER nach LIN-HUBER 1998). Mit dem 12. Lebensmonat lernen Kinder die bedeutungsunterscheidenden akustischen Merkmale der Sprache und ignorieren jene, bei denen phonetische Variationen keine Bedeutungsunterschiede im Wortverständnis mit sich bringen (vgl. KUHL 2000). Im Hörerwerb wird damit eine Ausrichtung auf die Muttersprache gesichert. Die Ausbildung synaptischer Verbindungen führt zum Verlust der Unterscheidungsfähigkeit von nichtmuttersprachlichen Lautkontrasten. Sprachspezifische Merkmale anderer Sprachen werden mit zunehmendem Alter überhört und können nicht mehr auditiv diskriminiert werden (vgl. LIN-HUBER 1998).

3. DIE ENTWICKLUNG DES SPRECHENS

Während des letzten Drittels der Schwangerschaft wendet der Fetus seinen Kopf in die Richtung von Geräuschquellen. Studien zeigen, dass Kinder leichter sprechen lernen, wenn man mit ihnen bereits vor der Geburt spricht oder ihnen etwas vorsingt. Zur Klärung der Frage, ob dies ausschließlich mit der pränatalen Hörerfahrung zusammenhängt, oder mit der Tatsache, dass die Eltern, die mit dem Fetus sprechen, schon früher eine emotionale Bindung zu ihrem Kind aufbauen, die dann den Weg für eine intensive Interaktion nach der Geburt ebnet, ist wissenschaftlich noch nicht belegt (vgl. GREENSPAN 2001). Eine rein linguistische Sichtweise im Spracherwerb des Kindes reicht also nicht aus. Ebenso sind sozial-affektive, kognitive Mechanismen, sowie akustische Reize in die Argumentation mit einzubeziehen.

Emotionen verbunden mit Sprachlauten sind die ersten Eindrücke im Dialog mit der Mutter¹, die dem Kind entgegengebracht werden. Durch das Lächeln der Mutter, einer prosodisch stark modulierten Stimme und ihrer ganzen mütterlichen Wärme lenkt sie die Aufmerksamkeit ihres Kindes voll auf sich (vgl. HORSCH 1997; HORSCH 2001; HORSCH 2004). Der Säugling ist gerade in Bezug auf den Blickkontakt ein früh interessierter Dialogpartner, der dabei hohe Kompetenzen aufweist (vgl. HORSCH, ROTH, VALENTIN 2004). Videogestützte Mikroanalysen zeigen, dass bereits ein Neugeborenes sieben Minuten nach seiner Geburt den Blick seiner Mutter sucht und den Blickkontakt zu halten in der Lage ist (vgl. MURRAY 2000).

Laut Keller „ist es nicht die Mutter, die 1,65m groß, schlank und blond ist und schwarze Hosen mit Hemdblusen trägt, sondern es ist das bewegte Gesicht der Mutter, das den Säugling interessiert und fesselt“ (GRIMM, WILDE 1998, 453). Sprache ereignet sich dabei laut Keller nicht als bloße Wissensübermittlung, sondern aus sich selbst heraus und in der zwischenmenschlichen Beziehung. Nach Buber ist bereits durch das Ansprechen eines ‚Du‘ durch ein ‚Ich‘ Prinzip und Grundlage eines jeden Dialogs gegeben (vgl. BUBER 1995). „Dialogisches Sprechen meint auch nicht eine Erfahrung von Einheit mit dem ‚Du‘ ohne Distanz, sondern belässt das Geheimnis der Identität. Denn Sprechen im Dialog, im Ansprechen eines ‚Du‘ durch das ‚Ich‘

¹ Es wird nachfolgend auch dann von ‚Mutter‘ gesprochen, wenn damit der Vater oder eine andere Bezugsperson des Kindes gemeint ist.

geschieht ein außerordentlicher und unmittelbarer Übergang, der stärker ist als jedes ideale Band und als jede Synthese. Ein Übergang, wo es keinen Übergang mehr gibt. Gerade weil das ‚Du‘ absolut anders ist als das ‚Ich‘, gibt es, von einem zum anderen, Dialog“ (KELLER 2001, 52). Demnach beginnt der Spracherwerb im Dialog mit dem Säugling, in der Beziehung mit ihm und in der Interaktion zwischen Mutter und Kind. „Interaktionen und damit auch die Mutter-Kind Interaktionen werden erst in der Beziehung der beiden zueinander zu dem, was sie sind“ (HORSCH 1997, 106).

In besonderer Weise ist das Kind beim Sprechenlernen auf die Basis beziehungsstiftender Interaktionen und damit auf dialogische Bezogenheit angewiesen (vgl. HORSCH 2004). Man geht mittlerweile in der aktuellen Spracherwerbsforschung davon aus, dass im weiteren Verlauf der Vokalisationsentwicklung bis hin zu den ersten Worten und dem damit verbundenen Fortschreiten des gesamten Dialoges des Kindes mit der Mutter, die ersten Wörter über eine soziale, interpersonale und emotionale Qualität verfügen, dabei kontextgebunden sind und gemeinschaftliche Erfahrungen und Ereignisse repräsentieren (vgl. KELLER 2001). So lernt das Kind in dieser frühen Phase hören und sprechen, in einem Dialog, der weitaus mehr beinhaltet als diese beiden Fähigkeiten allein.

Ziel aktueller Forschung im Bereich des Hör- und Spracherwerbs ist es, Ergebnisse aus der natürlichen Wechselbeziehung zwischen Mutter und Kind, d.h. im Kontext der Mutter-Kind Interaktion bei Säuglingen bzw. Kleinkindern zu gewinnen. Der Fokus liegt damit auf hör- und spracherwerbsrelevanten Merkmalen der muttersprachspezifischen Entwicklung. Die Wechselbeziehung zwischen mütterlichem Sprachangebot und kindlicher Entwicklung in Bezug auf das Hören und Sprechen wird dabei in die Beobachtung und Analyse der Ergebnisse mit einbezogen. Dieser Ansatz schließt daher frühe Mutter-Kind Dialogik der frühsprachlichen Kommunikation mit ein. Wenn Säuglinge zu sprechen beginnen, haben sie schon eine beträchtliche Weltkenntnis erworben, davon geht man mittlerweile aus. „Geglückte vorsprachliche Kommunikation kann als Nest angesehen werden, in dem das grammatische System Sprache aufgezogen wird“ (vgl. BUTZKAMM 1999). Die ersten Wörter des Kindes kommen nicht aus sprachfreiem Raum, sondern sie sind das Ergebnis vorangegangener vorsprachlicher Entwicklungsschritte. Die kindliche Vokalisations-Entwicklung spiegelt dabei kulturelle Eigenheiten der Inputsprache wider.

Innerhalb der phonologischen Entwicklung des Kindes stellt das Schreien die erste Lautgebungsform des Kindes dar. Es wirkt als Distanz – und Alarmsignal, das darauf angelegt ist, die soziale Umwelt auch über größere Distanzen hinweg alarmieren zu können. Beim Hörer löst Schreien psychische Erregung in Form messbaren Anstiegs von Blutdruck, Herzfrequenz und Schweißsekretion aus (vgl. PAPOUSEK 1998). Stimmliche Kompetenzen, die das angeborene Signal des Schreiens aufweist, müssen daher in ruhiger Vokalisation von Grund auf neu erworben und eingeübt werden (ebd.). Penner dagegen verweist auf eine Verwandtschaft zwischen dem Schreien und der sprachlichen Lautgebung. Schreien weist nach Penner dieselben Charakteristika des respiratorischen Timings auf, wie Sprache selbst (vgl. PENNER 2001).

Der Variabilitätsbereich der Grundfrequenz in den Schreilauten ist laut Penner Indikator einer reifen Regelungs- und Koordinationsleistung. Sowohl ein Fehlen dieser, in Form monotonen Schreiens, als auch übermäßige Variabilität, müssen als Pathologiekriterien gedeutet werden. Der Grundfrequenzverlauf innerhalb der Schreidifferenzierungsphase erfolgt dabei über die Entwicklung immer komplexerer Melodiebögen. Einfache Schreie mit steigend-fallendem Grundfrequenzverlauf und das Fehlen zusammengesetzter Melodiebögen deuten auf eine Auffälligkeit des Kindes (vgl. PENNER 2001).

Bereits im ersten Lebensmonat treten Muskelkontraktionen im Rachen auf, die als kurze Kehllaute des Säuglings hörbar werden. Der Säugling ist aufgrund anatomischer Hochstellung seines Kehlkopfes und der damit verbundenen Nähe von Epiglottis und Velum bis zu seinem 3. Lebensmonat zur Produktion dieser lautbeschreibend als Gurren bezeichneten Vokalisation in der Lage (vgl. GRIMM 2002). Diese Laute werden vornehmlich in Situationen beobachtet, in denen sich der Säugling wohlfühlen scheint (vgl. HACKER 2001). Derartige frühe Empfindungen tragen dazu bei, das Sprachzentrum im Gehirn des Säuglings anzuregen (vgl. AYRES 1998). Es handelt sich bei diesen Vokalisationen vorwiegend um Äußerungen vokalähnlicher Laute. Konsonantische Laute, die weniger hervorstechen, treten als Glottale und Velare auf (vgl. HACKER 2001). Diese Grundlaute sind nach Papousek mit 2 Monaten der vorherrschende Lauttyp (vgl. PAPOUSEK 1994). Im Dialog mit den Eltern sind es die ersten stimmlichen Signale, die über das kindliche Befinden Aufschluss geben. Zudem bilden sie die sprachliche Matrix, aus der weitere phonatorische und artikulatorische Fähigkeiten hervorgehen (vgl. PAPOUSEK 1994).

Die Stimmgebung wird mit zunehmendem Alter des Säuglings reiner und länger. Es zeichnen sich bereits mit 8 Wochen erkennbare Modulationen in der Melodieführung ab (vgl. PAPOUSEK 1994). Die Veränderungen laufen parallel mit dem beginnenden Dezensus des Kehlkopfes.

In der sich anschließenden Phase der stimmlichen Expansion ist ein hoher Anteil explorativer Laute erkennbar. Der Säugling erlangt die Fähigkeit, die Grundfrequenz zu modulieren und zufällige Lautproduktionen werden mit Ausdauer und Eifer wiederholt und variiert. Im Vokalspiel produziert das Kind dabei auf- und abgleitende melodische Konturen mit beobachtbarer ununterbrochener Phonation und mit stimmlicher Expansion auf 2 bis 3 Oktaven (vgl. PAPOUSEK 1994). In dieser Phase bringt das Kind zudem eine Vielfalt nicht-sprachlicher Laute wie beispielsweise Quieken, Brummen oder bilabiale Trills hervor (vgl. PENNER 2001). Der Säugling gewinnt zunehmend Kontrolle über verschiedene Klangregister, wie Rhythmus, Lautstärke und Betonung. Das resonatorische und artikulatorische Potential verbessert dabei die Modulation der Melodik und führt zur Weiterentwicklung der Intensität und Klangfarbe der Stimme (vgl. KLANN-DELIUS 1999). Die wachsenden Möglichkeiten des Stimmapparates werden ausgelotet und es kommt zu einer verbesserten Kontrolle über Atemmuskulatur, Stimmbänder, Feinmotorik des Kehlkopfes, des Rachen- und Mundraumes, besonders aber von Zunge und Lippen (vgl. BUTZKAMM 2001). Dieses explorativ phonetische Verhalten unterstützt die anatomischen und neuromotorischen Reifungsprozesse (vgl. PAPOUSEK 1994).

Wissenschaftliche Untersuchungen zeigen, dass das Lautrepertoire in den ersten vier Lebensmonaten aus deutlich mehr Vokalen als aus Konsonanten besteht (vgl. KLANN-DELIUS 1999). Über die entsprechende Sprachgemeinschaft, in der das Kind aufwächst, geben diese kindlichen Äußerungen in den ersten Lebensmonaten noch wenig Aufschluss (vgl. HACKER 2001). Das Spiel mit der Stimme tritt in dialogischen Konstellationen, ebenso wie in monologischen Situationen beispielsweise vor dem Einschlafen bzw. beim Aufwachen auf. Diese Form der sprachlichen Aktivität ist auch bei hörgeschädigten Kindern beobachtbar und wird meist als Hinweis auf eine gute Hörfähigkeit fehlgedeutet (vgl. LEHNHARDT 1996). Es ist davon auszugehen, dass neben der auditiven Stimulation und dem auditiven Feedback der eigenen Stimme, der visuelle Reiz durch sichtbare Artikulationsbewegungen des Gegenüber, sowie das propriozeptive Feedback für die Auslösung und Aufrechterhaltung der präsyllabischen stimmlichen Aktivität verantwortlich ist.

Die Phase des marginal babble kündigt im Anschluss die eigentliche Lallphase² an (vgl. PENNER 2001). In dieser Phase sind die Produktion von Vokalen und Konsonanten und deren Verbindungen beobachtbar. Damit leistet der Säugling gegen Ende des ersten Lebenshalbjahres nach präsyllabischen Konsonant-Vokal-Verbindungen die Reduplikation von Silben, die als kanonisches Lallen bezeichnet werden. Dieser Begriff begründet sich in der Beobachtung, dass die Lalleinheiten als akustisch identisch mit der betreffenden Silbe der Zielsprache empfunden werden (vgl. PENNER 2001).

In der kanonischen Lallphase zeichnet sich eine deutliche Erhöhung des Konsonantenanteils ab. Dabei treten in dieser Phase des Lallens vermehrt Alveolare, Dentale und Labiale auf. Unabhängig ihrer Muttersprache produzieren Säuglinge Phonemverbindungen mit [b], [d], [m] und dem Vokal [a] (vgl. GOPNIK 1997). Im polnischen Kulturraum wird in dieser Phase das Auftreten der Laute [b], [d], [m], [p], [t], sowie die Vokale [a], [e] und [i] beobachtet (vgl. MINCZAKIEWICZ 1997). Dabei kommt es weniger zur Produktion einzelner Segmente als vielmehr zur Bildung von Lautfolgen (vgl. HACKER 2001). Die systematische Paarung von Konsonant und Vokal erfolgt zunächst einzeln und dann in Verdopplung.

Die Phase des kanonischen Lallens lässt sich in zwei Stadien unterteilen: das reduplizierte Lallen und das bunte Lallen, das auch als variegated babbling bezeichnet wird. Das reduplizierte Lallen zeichnet sich dabei durch die Wiederholung derselben Silbe aus, wie beispielsweise [dadadada]. Derartige Silbenfolgen werden in zahlreichen Kulturen beobachtet, sie bilden in vielen Sprachen die Grundlage für die gebräuchlichen Wörter der Babysprache (vgl. KLANN-DELIUS 1999). Letztendlich ist jedoch nicht geklärt, „whether babies say ‘Mama’ and ‘Dada’ because that’s what their beloved parents call themselves, or wheter parents call themselves mama and dada because that’s what the babies say anyway“ (GOPNIK, MELTZOFF, KUHL 1999, 112).

Eigene Beobachtungen in der frühpädagogischen Begleitung polnischer Kinder am Cochlear Implant Centrum Olsztyn/Polen (CICO) deuten auf einen vergleichbaren Aspekt für den polnischen Kulturraum hin. Beispielsweise ist die frühe kindliche Äußerung ‚pa-pa‘ sowohl für das Polnische wie auch für das Deutsche als stark interaktionsbezogen zu deuten. Im Polnischen stehen diese ersten Silben des

² Der englische Terminus ‚marginal babble‘ wird bei verschiedenen Autoren unterschiedlich übersetzt. Häufig wird er mit dem deutschen Begriff des Babbelns gleichgesetzt, was eine Verwechslung mit der Stufe des Vokalspiels nicht ausschließt. Aus diesem Grund wird der deutsche Begriff des Lallens verwendet.

Kleinkinds nicht für die Benennung des Vaters, sondern werden im sozialen Kontext des Verabschiedens verwendet. Vergleichbar ist dies mit dem frühen Ausdruck des ‚winke-winke‘, bzw. des späteren ‚tschüss‘ im Deutschen.

Die Frage, inwieweit sich in den kanonischen Lallfolgen der Kinder eine Orientierung auf die jeweilige Muttersprache zeigt, wird kontrovers diskutiert. Locke sieht in den Lallmonologen englischer Kinder Laute, die meist auch in anderen Sprachen wie Afrikaans, Arabisch, Chinesisch, Deutsch, Hindi, Holländisch, Japanisch, Lettisch, Luo, Maya, Norwegisch, Slowenisch, Spanisch und Thai beobachtet werden können (vgl. KLANN-DELIUS 1999).

Penner sieht dagegen in der statistischen Auswertung der Konsonantenhäufigkeit der Lallproduktion eine klare sprachspezifische Orientierung (vgl. PENNER 2001). Das Kind benutzt demnach keine universellen Defaultoptionen, sondern bevorzugt die am häufigsten in der Muttersprache vorkommenden Artikulationsstellen. In Studien von Boysson-Bardies konnte zudem nachgewiesen werden, dass Lalllaute von Kindern verschiedener Sprachumgebungen wie z. B. Chinesisch, Schwedisch, Französisch und Arabisch zwischen dem 4. bis 7. Lebensmonat eine Angleichung an ihre Muttersprache vorweisen (vgl. KLANN-DELIUS 1999). Demnach liegt die Vermutung nahe, dass die Lallproduktion nicht als prälinguistisch und universalistisch anzusehen ist, sondern sich prosodisch und segmental an der Zielsprache orientiert (vgl. PENNER 2001).

Nach Butzkamm ist die prosodische Angleichung an die Muttersprache zwar gegeben, aber die Orientierung auf die Inputsprache deutet er weit umfassender. In den Lallmonologen zeige der Säugling artikulatorisch die Fähigkeit, auf die besondere Klanggestalt der Muttersprache zu zielen, die es seit der Geburt auditiv wiedererkennen konnte. Er habe sich nicht nur die Prosodie der Muttersprache gespeichert, sondern sich inzwischen auch in die der Muttersprache eigenen Lautkontraste eingehört und lerne diese schließlich stimmlich zu bewältigen. Wie beim Hören, geht dieses Sich-Einstimmen auf den muttersprachlichen Input mit einem Verlust einher; das Kind produziert keine Laute mehr, die nicht dem Repertoire seiner Muttersprache angehören (vgl. BUTZKAMM 2001). Damit verbunden verliert das Kind seine anfängliche Sensitivität für phonemische Kontraste, die nicht in seiner Muttersprache gebraucht werden (vgl. KLANN-DELIUS 1999). Das Verhältnis von Perzeption und Produktion nähert sich dabei an. Nach Hoff-Ginsberg steckt im Fehlen der kanonischen Lallphase bei gehörlosen Kindern der erste Unterschied

innerhalb der Vokalisationsentwicklung von hörenden im Vergleich zu hörgeschädigten Kindern (vgl. HOFF-GINSBERG 1993).

Untersuchungsergebnisse von Penner zum Lallverhalten hörgeschädigter Kinder zeigen dagegen, dass diese nicht nur später zu lallen beginnen, sondern auch mehrheitlich marginal lallen (vgl. PENNER 2001). Die Lautproduktion hörgeschädigter Kinder ist innerhalb der ersten Lebensmonate nicht von der hörender Kinder zu unterscheiden (vgl. HACKER 2001). Damit liegt die Vermutung nahe, dass kanonisches Lallen keine bloße vorsprachliche sprechmotorische Übung darstellt, sondern als kritische Phase im Phonologieerwerb aufzufassen ist, innerhalb derer das Kind gezielt mit Inputdaten operiert (vgl. PENNER 2001).

Vor dem Erscheinen der ersten Wörter entwickelt das Kind Protowörter. Es handelt sich hierbei um bestimmte phonetische Strukturen, die eindeutige Referenzbezüge zur Umgebung aufweisen. Ihr Gebrauch ist in diesem Kontext meist mit pragmatischen Absichten des Kindes verbunden (vgl. HOFF-GINSBERG 1993). Die Lautabfolge der Protowörter ist häufig mit entsprechenden gestischen Handlungen des Kindes verbunden. Protowörterbildungen verschiedener Kinder derselben Muttersprache weisen Ähnlichkeiten im phonologischen Repertoire auf. Protowörter sind damit nicht als bloße Vereinfachungen oder Imitationen gehörter Erwachsenensprache anzusehen. Sie stellen vielmehr eigene spezifische Lautgestalten der Muttersprache dar, die mit Bedeutung verknüpft werden. Ihr Auftreten unterstreicht im Spracherwerbsprozess den aktiven und kreativen Umgang der Kinder mit Sprache (vgl. HACKER 2001).

Die sich anschließende Phase in der Sprachentwicklung entspricht einer gewaltigen Expansion im Worterwerb bis hin zu den ersten 50 Wörtern. Die quantitative Angabe der Wörter stellt eine Groborientierung dar. Im Vordergrund sprachlicher Aneignung stehen lexikalische Einheiten, zumeist einfache Wörter mit bestimmter phonetischer Gestalt. Die Strukturen der ersten Wörter lassen dabei ein relativ großes Maß an Übereinstimmung bei verschiedenen Kindern gleicher Muttersprache erkennen (vgl. HACKER 2001).

Die phonologische Entwicklung im Alter von 4 Jahren sieht Hoff-Ginsberg als weitgehend abgeschlossen, wobei sich eine Angleichung an die Sprache der Erwachsenen bis zum 6. bzw. 7. Lebensjahr erstrecken kann (vgl. HOFF-GINSBERG 1993). Die Entwicklung der zentralen Komponenten der Phonologie sieht Penner im Alter von 2,6 Jahren als weitgehend abgeschlossen. Allerdings scheint in der zweiten

Hälfte des dritten Lebenshalbjahres die kindliche Phonologie mit der Zielsprache sowohl auf segmentaler Ebene im Inventar phonemischer Kontraste, als auch auf suprasegmentaler Ebene in wesentlichen Bestandteilen übereinzustimmen (vgl. PENNER 2001).

3.1. Spracherwerb in einer dialogischen Umwelt

Zahlreiche Studien, Forschungsprojekte und Untersuchungen werfen immer wieder die Frage auf, was den Spracherwerb des Säuglings und Kleinkindes vorantreibt. Forschungsergebnisse der letzten Jahre zeigen, dass die frühe Mutter-Kind Interaktion dabei eine wesentliche Rolle spielt. Wissenschaftler sprechen vom Jahrzehnt der Kleinstkindforschung. Ergebnisse und frühere Ideen über die Lern- und Interaktionskompetenzen des Säuglings und Kleinkindes scheinen damit veraltet (vgl. FRIEDERICI, HAHNE 2000; WEISSENBORN 2000). Damit wird allgemein in der Säuglingsforschung davon ausgegangen, dass der Säugling bereits vom ersten Lebensalltag an mit seiner nächsten Bezugsperson in Interaktion tritt. Die Mutter, die häufig diese Rolle übernimmt, entwickelt intuitiv eine Sensibilität, wann ihr Kind interaktionsbereit ist (vgl. HORSCH 2004; KELLER 2001; KELLER, ECKENBERGER 1998). Der gemeinsame Dialog zwischen Mutter und Kind ist somit ein dynamischer Prozess des Sendens und Beantwortens, der nicht ausschließlich durch die Mutter aufrechterhalten wird (vgl. GRIMM 1999; GRIMM, WEINERT 2002; GRIMM, WILDE 1998). Die Mutter-Kind Beziehung wird damit als dyadisches System verstanden, das sich dynamisch und durch wechselseitige Anpassung einzeln und gemeinsam entwickelt (vgl. PAPOUSEK 1994; PAPOUSEK 1996; PAPOUSEK 2000).

Der sog. kompetente Säugling ist bereits mit fünf bis sechs Tagen in der Lage, über den Geruchssinn seine Mutter von anderen Frauen zu unterscheiden. Dabei zeigt er eine klare Präferenz für den mütterlichen Duft (vgl. DORNES 1999).

Die ersten Formen kommunikativer Verständigung von Seiten des Säuglings sind schon sehr früh durch Gestik, Vokalisation und Blickkontakt zu erkennen (vgl. HORSCH, ROTH, VALENTIN 2004). Dabei ereignet sich der Bedeutungserwerb von Sprache bereits in frühsprachlicher Zeit durch die dabei angewandten wirksamen dialogischen Prinzipien (vgl. HORSCH 2002; HORSCH 2004). Dies vollzieht sich u.a. im Wechsel der Dialogrollen, im sog. turn-taking, dem Hin und Her innerhalb eines gemeinsamen Kontextes, bzw. im intersubjektiven Austausch. Nach Hedervari-Heller

liegt die zeitliche Latenz der mütterlichen Reaktion auf das Interaktionsangebot des Kindes bei ca. einer Sekunde. d.h. vergleichbar mit Papoušek innerhalb eines sehr kurzen Zeitraums. Forschungen zeigen, dass es in dieser sehr frühen Interaktion zwischen Mutter und Kind notwendig ist, dass die Mutter prompt auf die kindlichen Signale reagiert, damit das Kind diese mütterliche Reaktion mit dem eigenen Verhalten in Verbindung bringen kann (vgl. Hedervari-Heller 2000).

Die Eltern erfassen in diesem intensiven Dialog mit ihrem Säugling unmittelbar den Befindlichkeitszustand und die Interaktionsbereitschaft ihres Kindes. Dabei stimmen sie ihr Verhalten, ihre Mimik, und ihr stimmliches, sowie ihr gestisches Verhalten ganz auf ihr Kind ab. Sie bieten dem Kind in ihrer Sprechweise verschiedenste stimmliche Modelle an, die das Kind emotional erreichen. An der gesamten Steuerung des gemeinsamen Dialogs zwischen Mutter und ihrem Säugling bzw. Kleinkind, also an all den Faktoren die die intuitive elterliche Didaktik in ihrem Ausprägungsgrad beeinflussen, ist der Säugling durch seine Auslöse- und Rückkopplungssignale beteiligt. Positive Rückkopplungssignale, wie Blickkontakt, Vokalisation oder die Suche nach Körperkontakt lösen bei der Mutter eine positive Bestärkung ihrer intuitiven Kompetenzen aus.

Nur durch dieses intensive Miteinander von Mutter und Kind bietet der Dialog zwischen beiden eine Quelle reicher emotionaler Erlebnisse auf beiden Seiten. Die Grundthese ‚Spracherwerb beginnt mit Beziehungsnahme‘ (vgl. HORSCH 1997) umschreibt dialogische Elemente, die im Weiteren näher beschrieben werden. Außerdem steht fest, dass die postnatalen Dialoge zwischen den Eltern und ihrem Kind die gesamte geistige Entwicklung, und damit auch sprachliche Fähigkeiten, maßgeblich beeinflussen (vgl. Greenspan 2001). Dennoch meint Dialog nicht ausschließlich Sprechen lernen. Dialog umfasst in dieser frühen Phase die Interaktion zwischen Mutter und Kind, indem das Kind von Anfang an als ein aktiver, interessierter Interaktionspartner gesehen wird. Die Mutter ist dabei hochsensibel hinsichtlich der Bedürfnisse ihres Kindes, empfindsam gegenüber dem, was der kindliche Beziehungspartner denkt, fühlt, handeln oder sagen möchte (vgl. HORSCH, BISCHOFF 2003).

- **Der Rahmen basaler Beziehungsmuster**

Soziale Settings können nach unterschiedlichen Kriterien aufgeteilt werden, wobei man zwischen sozialer Interaktionsstruktur einerseits und einer auf den Säugling gerichteten Aufmerksamkeit andererseits differenzieren kann. Das Einbetten der Mutter-Kind Dyade in die sie umgebenden sozialen Strukturen ist ein wichtiges Element im Fokus des frühen Dialogs zwischen der Mutter und ihrem Kleinstkind (vgl. HORSCH, BLUM, BREUNINGER 2002). Dabei geht Keller davon aus, dass die Mutter die Hauptbezugsperson für ihr Kind in dessen ersten Lebensmonaten darstellt. So verbringen Säuglinge in der westlichen Kleinfamilie den Tag vorwiegend mit ihrer Mutter, während beispielsweise ein amerikanisches Baby ca. ein Drittel des Tages alleine in einem Raum zubringt und im Vergleich dazu in vielen nicht-westlichen Kulturen Mutter und Kind permanent mit anderen Familien- oder Haushaltsmitgliedern zusammen sind (vgl. KELLER 2001). Innerhalb dieser Mutter-Kind Dyade vollziehen sich face-to-face Interaktionssituationen, in denen nicht nur der Erwerb basaler Beziehungsmuster stattfinden, sondern auch wesentliche Kulturtechniken, sowie situative Bedeutungsmuster durch mimische Kommunikation, das sog. social referencing eingeleitet werden. Ziel einer face-to-face Situation ist die Bestimmung des Ausmaßes, in dem Körpersituationen von Mutter und Kind zueinander durch Blickkontakt und mimischen Austausch begünstigt werden. Innerhalb dieses Dialogs zwischen Mutter und Kind werden über die Nähe der Gesichter zueinander, die Kopflage, sowie die Flexionsform der Grußreaktion der Mutter frühe Dialogmuster erworben (vgl. HORSCH, ROTH, VALENTIN 2004; PAPOUSEK 1991). Darüber hinaus helfen diese frühen Interaktionserfahrungen dem Säugling, seine wachsenden visuellen, auditiven, taktilen, olfaktorischen und motorischen Fähigkeiten einzuüben und fördern dabei gleichzeitig sein Hirnwachstum (vgl. GREENSPAN 2001).

- **Miteinander im Dialog**

Die Grundeinheit des gemeinsamen sprachlichen Dialogs ist der turn, bzw. die grundlegende Organisationsgröße das sog. turn-taking. Dabei wird im einfachsten Fall aus dem ehemaligen Hörer der Sprecher, wobei gleichzeitig der ehemalige

Sprecher jetzt zum Hörer wird (vgl. LINKE, NUSSBAUMER, PORTMAN 1996). Linguistisch betrachtet gibt es den Sprecherwechsel mit oder ohne sog. gap, also mit oder ohne Sprecherpause. Reibungslose Sprecherwechsel zeugen innerhalb des Dialogs zweier Personen von höchster Koordination, wobei es dennoch dabei auch zu Sprecherwechseln mit sog. overlap kommen kann. Damit ist ein Sprecherwechsel gemeint, bei dem sich der Dialogbeitrag des endenden Dialogpartners und der Beitrag des neu einsetzenden Sprechers überlappt. Der gesamte letzte Satz des ersten Dialogpartners kann dabei beispielsweise gleichzeitig mit den ersten Worten des neu einsetzenden Sprechers gesprochen werden (ebd.). Bei Sprecherwechseln mit ‚Pausen‘ sind solche Intervalle gemeint, die über der zeitlichen Einheit einer ‚gap‘ stehen. Allerdings handelt es sich dabei um eine relative Größe, die in verschiedensten Sprachgemeinschaften und Sprachkulturen unterschiedlich definiert sein kann (ebd.).

Die Mutter versprachlicht im handlungsbegleitenden Sprechen ihre Tätigkeit im Hier und Jetzt für ihr Kind (vgl. HORSCH 1997). Untersuchungen zur Struktur des sprachlichen Dialogs zwischen Mutter und Kind zeigen, dass die Äußerungen der Kinder nicht unbedingt dem gemeinsamen Gesprächsthema folgen müssen (vgl. SZAGUN 2000). „Im Dialog muss es irgendwie herausbekommen, wovon die Rede ist. Damit ist es aber am Beginn des Spracherwerbs oft überfordert. Also beeinflusst es, worüber gesprochen wird, mit vorsprachlichen Mitteln selbst“ (DITTMANN 2002, 30).

Der sprachliche Dialog im Sinne von ‚jetzt bin ich dran - jetzt bist du dran‘ ist bereits ein fortgeschrittenes Stadium eines sich entwickelnden Kontinuums verschiedener Modalitäten. Blickkontakt, Gestik und Motorik, sowie frühsprachlicher Vokalisationsaustausch zwischen Mutter und Kind sind Vorstadien des späteren sprachlichen Dialogs, dem turn-taking (vgl. SCHENK-DANZINGER 2002).

Sobald das Kind in der Lage ist Blickkontakt aufrechtzuerhalten, versucht die Mutter intuitiv ihrem Kind sprachlich einen Ausschnitt ihrer Realität zu bieten. Dazu spricht sie im Dialog mit dem Kind. Zu Beginn übernimmt sie noch den Part ihres Kindes selbst, sowie ihren eigenen (vgl. HORSCH 1997). Mit zunehmendem Alter, d.h. je kompetenter der Säugling im Dialog mit der Mutter wird, desto höher setzt diese ihre Maßstäbe. Die Übernahme von einfachen Handlungen, bzw. Vokalisationen, sowie von späteren richtigen Sprechhandlungen wird von der Mutter nun erwartet. „Was sich ändert sind demgemäß die Erwartungen der Mutter hinsichtlich der Antwort, Erwartungen, die sie an Hand ihrer ‚Theorie‘ hinsichtlich der Fähigkeiten ihres Kindes

moduliert. Dies tut sie kontingent und sensibel. Sie lässt sich, so scheint es, von der impliziten Vorstellung leiten, dass das Kind sich von der Rolle des aktiven Zuschauers zum aktiven Teilnehmer entwickeln soll“ (DILLER, HORSCH 1997, 166).

- **Aufforderung zum Dialog durch Motherese**

Bereits Feten reagieren besonders auf solche Laute, deren Frequenzbereich den intensiven Lauten der mütterlichen Stimme entsprechen (vgl. GRIMM 1999). Diese frühe intrauterine Lernerfahrung kann laut Grimm darauf zurückgeführt werden, dass Neugeborene schon kurz nach der Geburt eine klare Präferenz für die mütterliche Stimme zeigen.

„Im Mutterleib lernen wir die Melodie für das ganze Leben“ (GEUTER 2003, 23). Das Habituationsexperiment von Mehler (1988), sowie weitere Forschungsergebnisse dazu sind längst bekannt. Diesem kompetenten Säugling (DORNES 1999), der offen für den Dialog ist, antwortet die Mutter mit einer kontingenten Verhaltensanpassung, die eine starke Motivation beim Säugling hervorruft.

Das Kind hat die Stimme seiner Mutter, wie Forschungsergebnisse zur Hörentwicklung belegen, bereits vor der Geburt kennengelernt, d.h. „dass sie schon als fetale Kinder strukturierte Erfahrungen machten, indem sie z.B. das spezifische Muster der mütterlichen Stimme gegenüber Geräuschen wie dem Herzschlag der Mutter oder dem Hörmuster fremder Frauen antizipieren konnten und als eine Art Hintergrundwissen, eine selbst-verständliche Erfahrung speichern konnten“ (WEGENER 1996, 7).

Im Zwiegespräch mit dem Säugling bzw. Kleinkind zeigt die Mutter in eindrucksvoller Weise, wie sehr sie ihre Wahrnehmungsfähigkeit an die Verhaltensformen ihres Kindes adaptieren kann. Dabei verändert sie ihre Sprechweise, ihre Mimik und ihre eigene Körperbewegung. Sie wiederholt dabei häufig immer wieder dieselben Sprechmuster in auditiv gut unterscheidbarer Stimmführung. Dabei spricht sie langsamer und deutlicher, sie macht einfache und kurze Äußerungen, bzw. elliptische Äußerungen, die sie in höheren Frequenzen und ausdrucksvoller Prosodie darstellt (vgl. HORSCH, BLUM, BREUNINGER 2002). Horsch macht auf diese besonderen Merkmale der mütterlichen Sprache, die optimal an die Fähigkeiten der Sprachwahrnehmung des Säuglings und Kleinkindes angepasst sind, aufmerksam

und bezeichnet erstmals für die Hörgeschädigtenpädagogik, diese besondere an das Kind gerichtete Sprache mit motherese³ (vgl. HORSCH 1997).

Mit Fokus auf das motherese der Mutter erkennt man, dass die Mutter ihr Kind in diesem frühen Dialog bereits als vollwertigen Gesprächspartner annimmt. Allerdings kann man nicht davon ausgehen, „dass der lexikalische Inhalt dieser mütterlichen Äußerung die Botschaft trägt. Die Melodie der mütterlichen Äußerungen ermöglicht dem neugeborenen Kind, die Intentionen der Mutter zu erfassen“ (WEGEMANN 1996, 10).

³ Motherese (Newport 1977), in wissenschaftlichen Studien auch als Ammensprache (Wundt 1904), baby talk (Ferguson 1977) oder child directed speech (CDS) bekannt, wird als besonders kindgerechte Sprechweise im Kontext der Dialogischen Früherziehung und im Rahmen der OLSZTYNER HÖR REIME auch als teacherese bezeichnet (vgl. Kap. 7.2.).

4. HÖRSCHÄDIGUNG

Die Diagnose Hörschädigung sollte grundsätzlich so früh wie möglich erfolgen, damit eine frühestmögliche Versorgung mittels Hörgeräten oder Cochlear Implant und eine professionelle pädagogische Begleitung des Hör- und Spracherwerbs erfolgen kann. Dennoch ist das Diagnosealter sowohl in Deutschland als auch in Polen noch zu hoch und darf im Sinne einer Qualitätssicherung nicht länger akzeptiert werden (vgl. KEILMANN 2002; RICHTER 2001; PANKOWSKA 2004; PROŻYCH 2000, VON WEDEL 2002; ZAWISTOWSKI 2004). Die Einführung eines generellen Neugeborenen-Hörscreenings europaweit, das der Empfehlung der Europäischen Konsensus Konferenz 1998 in Mailand zu diesem Thema folgt, bedarf einer schnellstmöglichen Umsetzung. Modellprojekte zur Untersuchung der Praktikabilität und Analyse der tatsächlichen Kosten eines flächendeckenden Neugeborenen-Hörscreenings sind bereits in Deutschland wie auch in Polen im Einsatz (vgl. LENARZ 1998; SKARŻYŃSKI, KURKOWSKI 1998; MUELLER-MALESIŃSKA, JABŁOŃSKA, KACZMARSKA, LENART 1998; MUELLER-MALESIŃSKA, RATYŃSKA, KOCHANEK, SKARŻYŃSKI 1998; MUELLER-MALESIŃSKA, SKARŻYŃSKI, RATYŃSKA, SENDERSKI, KOCHANEK, ZAWADZKI 1998).

4.1. *Begriffsbestimmungen*

In einer Zeit technischer Innovationen, neuer medizinischer Erkenntnisse und Möglichkeiten muss der Hörgeschädigtenpädagogik eine größere Bedeutung im Bildungswesen beigemessen werden. Es erscheint schwieriger denn je, die Hörgeschädigtenpädagogik als abgegrenzte Disziplin innerhalb der Bildungs- und Erziehungswirklichkeit darzustellen. Sie steht mehr und mehr im interdisziplinären Netz von Pädagogischer Audiologie, Hörgeräteakustik, Psychologie und verschiedenen Fachrichtungen der Medizin.

Begriffe wie Taubheit, Gehörlosigkeit und Schwerhörigkeit erscheinen problematisch, sie intendieren meist nicht nur eine qualitativ reduzierte Wahrnehmung von Hörereignissen. Beeinträchtigungen der auditiven Wahrnehmung sind dabei umfassender zu betrachten. Schwächen in der Verarbeitung von Schallereignissen aufgrund von partiell degenerierten oder bereits zerstörten Haarzellen im Innenohr

und Wahrnehmungs- und Verarbeitungsstörungen liegen im zentralen Anteil des Hörorgans. Der Höreindruck muss dann als verzerrtes, von Störgeräuschen überdecktes oder sogar fehlerhaftes Hören beschrieben werden. Der Inhalt auditiv nicht vollkommen diskriminierbarer Einheiten kann dann weitgehend nur aus dem situativen und interaktionalen Kontext erschlossen werden (vgl. RENZELBERG 1999). Aufgrund der aufgeführten Problematik einer allgemein gültigen Begriffsfindung bezüglich der unterschiedlichen Hörfähigkeiten im Säuglings- und Kindesalter soll im Weiteren der Terminus Hörschädigung verwendet werden. Er findet inzwischen europaweit Anwendung und subsumiert in ganzheitlicher Sicht Hörschädigungen leichten Grades bis zur Resthörigkeit, ebenso zentrale Hörschädigungen, sowie die Sicht auf die Ursache der Hörschädigung, d.h. hereditäre und nicht hereditäre Ursachen kindlicher Hörschädigung (vgl. LEONHARDT 1999). Die graduelle Abstufung von Hörschädigung erfolgt in der Literatur nicht einheitlich. Nachfolgend sollen drei Einteilungen beispielhaft die unterschiedlichen Ansätze widerspiegeln:

Tab. 2: Hörverlustskalen (dB) nach Breiner (1991), Ptok (1997) und Gross (2000)

Hörtyp:

- ❖ F0 Hörwahrnehmung bis 600 Hz Wahrnehmung im Bereich der Grundfrequenz
- ❖ F1 bis 1.000 Hz
- ❖ F3 bis 3.000 Hz
- ❖ F3 über 3.000 Hz Hörkurve durchgehend

(vgl. BREINER 1991)

Hörverlust:

- ❖ bis 20dB leichte Hörminderung
- ❖ 20 - 40dB leichtgradige Hörschädigung
- ❖ 40 - 50dB mittelgradige Hörschädigung
- ❖ 50 – 60dB mittel- bis hochgradige Hörschädigung
- ❖ 60 - 90dB hochgradige Hörschädigung
- ❖ > 90dB Resthörigkeit

(vgl. PTOK 1997)

Hörschädigung:

- ❖ < 40dB leichtgradige Hörschädigung
- ❖ 40 – 69dB mittelgradige Hörschädigung
- ❖ 70 – 94dB hochgradige Hörschädigung
- ❖ > 95dB Resthörigkeit

(vgl. GROSS 2000)

Diese Einteilungen zeigen eine deutliche Verschiebung der Grenzen von Hörschädigung hin zu den höheren Schalldruckpegeln (dB). Die Einteilung nach Gross (2000) wird nachfolgend verwendet, da sie im aktuellen wissenschaftlichen Diskurs häufig Anwendung findet.

- **Schalleitungsschwerhörigkeit**

Funktionsstörungen im Bereich des Hörorgans, der Hörbahnen oder der entsprechenden Hörzentren im Gehirn bewirken eine Hörschädigung. Die häufigste Ursache einer kindlichen Hörschädigung sind passagere Tubenbelüftungsstörungen mit einem nachfolgenden Paukehöhlenerguss, einem sog. Seromucotympanon (vgl. BOENNINGHAUS, LENARZ 2001). Tubenbelüftungsstörungen haben verschieden ausgeprägte Grade einer Schalleitungsschwerhörigkeit zur Folge. Eine Schalleitungsschwerhörigkeit entsteht im äußeren Ohr bzw. im Mittelohr (sog. Mittelohrschwerhörigkeit). Ein geringer Unterdruck im Mittelohr kann eine Schalleitungsschwerhörigkeit von ca. 15 bis 20dB hervorrufen, ein Seromucotympanon je nach Ausprägungsgrad zwischen 15 dB und 40dB. Bei 20 bis 30% der gesunden Säuglinge und Kleinkinder sind rezidivierende Paukenhöhlenergüsse mit einer anschließenden Schalleitungsstörung bis zu 40dB zu verzeichnen. Ursache ist dabei die bereits erwähnte Tubenbelüftungsstörung und der Unterdruck in der Pauke. Dadurch kommt es zu einer Umwandlung der Paukenhöhlenschleimhaut in ein aktiv sekretorisches, schleimbildendes Epithel. Das Sekret ist zunächst serös-schleimig und dickt dann mehr und mehr ein. Es entsteht ein sog. Leimohr (glue ear). Das Sekret kann nicht mehr resorbiert und durch die Tube abtransportiert werden. Im Tympanogramm entsteht ein flacher Kurvenverlauf. Hält dieser Zustand zu lange an, führt dies zu einer Behinderung in der Belüftung des

Warzenfortsatzes (vgl. BOENNINGHAUS, LENARZ 2001, KIEßLING 1996, LEHNHARDT 1996, LEONHARDT 1999, PLATH 1992).

Weitere mögliche Ursachen für eine schalleitungsbedingte Hörschädigung sind Adhäsivprozesse, Gehörgangsatresie und Fehlbildungen des Mittelohres. Persistierende Paukenhöhlenergüsse treten hingegen häufiger bei Kindern mit Gaumenspalten, Trisomie 21, Mukopolysaccharidose und Mukoviscidose auf (vgl. GANZ, JAHNKE 1996).

Schalleitungsschwerhörige hören über die Knochenleitung lauter und länger als über die eingeschränkte Luftleitung (Rinné negativ), d.h. diese Hörschädigung zeigt sich an der Differenz zwischen der Hörschwellenkurve für Knochenleitung und der für Luftleitung, die schlechter liegt (air-bone gap). Für die Luftleitung werden dabei größere Lautstärken benötigt, somit ist der Hörverlust, angegeben in Dezibel (dB) größer als über Knochenleitung (vgl. BOENNINGHAUS, LENARZ 2001; LEHNHARDT 1996).

- **Schallempfindungsschwerhörigkeit**

Schallempfindungsschwerhörigkeiten, bzw. sog. sensorineuralen Hörschädigungen entstehen im Innenohr oder im Hörnerv (neurale Schwerhörigkeit). Sie lassen sich als hereditäre und nicht-hereditäre Formen voneinander unterscheiden. Hereditäre Hörschädigungen sind entweder perinatal, d.h. bereits zum Zeitpunkt der Geburt manifestiert, oder sie treten in den ersten Lebensjahren des Kindes auf.

Bei den nicht-hereditären erworbenen Hörschädigungen wird nach dem Entstehungszeitpunkt zwischen prä-, peri- oder postnatal erworbenen Hörschädigungen unterschieden (vgl. LEHNHARDT 2001; LEONHARDT 1998).

Während bei der Schalleitungsschwerhörigkeit die Knochenleitungskurve annähernd bei 0dB HL verläuft, sind die Knochenleitungskurve und die Luftleitungskurve bei der Schallempfindungsschwerhörigkeit in gleichem Maße abgesunken. Bei einer kombinierten Hörschädigung findet sich neben dem bereits vorhandenen Verlust der Knochenleitung eine zusätzliche Verschiebung der Luftleitungskurve nach unten (vgl. BOENNINGHAUS 1996, GANZ, JAHNKE 1996). Kinder mit sensorineuraler Hörschädigung hören besonders in den hohen Frequenzen schlechter, d.h. in diesen Bereichen werden größere Lautstärken für die auditive Wahrnehmung benötigt. Bei einem reinen Tonaudiogramm sinkt die Hörschwellenkurve zu den hohen Frequenzen hin ab. Diese Hochtonhörschädigung, auch als basocochleäre Hörschädigung

bezeichnet, ist bei Kindern häufiger anzutreffen als der mediocochleäre oder der apicochleäre Typ (beispielsweise bei Morbus Menière). Auch eine pantonale Hörschädigung, die einen Hörverlust über alle Frequenzen anzeigt, tritt im Kindesalter weniger auf (vgl. BOENNINGHAUS, LENARZ 2001).

- **Recruitment**

Geht man von einer gesunden Hörfähigkeit aus, so verstärken die äußeren Haarzellen des Innenohrs bereits geringe Schallintensitäten. Bei mittlerer Schallintensität reicht diese schon aus, um eine Auslenkung der Basilarmembran und damit eine Anregung der inneren Haarzellen zu verursachen. Bei zu großen Schallintensitäten wird diese durch die äußeren Haarzellen gedämpft, damit werden die inneren Haarzellen erst bei ausgeprägter Schallintensität maximal erregt und die Unbehaglichkeitsschwelle erreicht (vgl. BOENNINGHAUS 1996, GANZ, JAHNKE 1996, KIEßLING 1996).

Bei einer Beeinträchtigung dieses natürlichen Lautheitsausgleichs werden geringe Schallintensitäten nicht wahrgenommen, Stimulationen oberhalb der Hörschwelle hingegen gut wahrgenommen. Etwa im Bereich von 80dB empfindet der Betroffene eine vergleichbare Lautstärke wie der Hörende. Durch die Herabsetzung der Hörschwelle jedoch und der damit näher liegenden Schmerzschwelle wird die Unbehaglichkeitsschwelle eher erreicht, als dies beim Hörenden der Fall wäre (Recruitment). Der Betroffene hat damit einen erheblich reduzierten Dynamikbereich zwischen Hörschwelle und Unbehaglichkeitsschwelle (vgl. BOENNINGHAUS, LENARZ 2001). Damit kann die apparative Versorgung erschwert werden und es treten Verzerrungen auf, die durch den verengten Dynamikbereich ausgelöst werden (vgl. LEONHARDT 1999; VONLANTHEN 1995).

4.2. Hörschädigung im Säuglings- und Kleinkindalter

Heinemann unterscheidet bezüglich des Auftretens kindlicher Hörschädigungen im Säuglings- und Kleinkindalter eine prälinguale und eine postlinguale Hörschädigung. Die prälinguale Hörschädigung fällt dabei in die Zeit vor dem sicheren Erwerb der expressiven Lautsprache, die postlinguale Hörschädigung in die Zeit nach dem

Einsetzen des Erwerbs der Lautsprache. 95% der hörgeschädigten Kinder sind von einer prälingualen Hörschädigung betroffen (vgl. HEINEMANN 1998; RICHTER 2001).

Die Pädagogische Audiologie ist dabei eine pädagogisch-medizinische Fachdisziplin, die neben audiometrischen Methoden eine möglichst frühe Diagnose, eine medizinische Betreuung, eine apparative Versorgung mittels Hörgeräten bzw. Cochlear Implantaten und die pädagogische Begleitung des Hören- und Sprechenlernens beinhaltet (vgl. LÖWE 2000). Die interdisziplinäre Zusammenarbeit verschiedener medizinischer Fachrichtungen, sowie eine enge Kooperation mit anderen Fachdisziplinen, wie einer dialogischen Hörgeschädigtenpädagogik, Hörgeräteakustik und wo notwendig mit der Logopädie ist dabei in hohem Maße erforderlich.

Die auf Frequenz und Lautstärke bezogene quantitative Ermittlung der Hörfähigkeit des Kindes wird heute bereits beim Neugeborenen mittels differenzierter diagnostischer Verfahren angestrebt. Neben messbaren Daten, die die physiologische Leistungsfähigkeit des Hörorgans widerspiegeln, hat die Erkenntnis der Beeinflussung zentral-nervöser Prozesse in den beiden letzten Jahrzehnten wesentlich an Bedeutung für das Hören- und Sprechenlernen hörgeschädigter Kinder gewonnen. Funktionales Hören kann nach Diller bei frühestmöglicher und konsequenter Vermittlung akustischer Eindrücke in Verbindung mit einer optimalen apparativen Versorgung, vor allem im ersten Lebensjahr, zur vermehrten Verschaltung von Synapsen und damit zu einer verbesserten Ausbildung der Hörbahnen führen (vgl. DILLER 1998). Dabei ist nicht nur die quantitative Stimulation, sondern im Besonderen die Qualität der Stimulation des auditorischen Systems von höchster Bedeutung. Ergebnisse neuester Studien zeigen, dass frühe Dialoge zwischen Mutter und Kind in ihrer qualitativen Ausprägung eine wesentliche Rolle sowohl für den Hörerwerb als auch für den Spracherwerb spielen (vgl. HORSCH, BISCHOFF 2003). Weitreichende Veränderungen bestimmen gegenwärtig das Bild der Hörgeschädigtenpädagogik: Neurophysiologische Forschung und das Bestreben der Perfektionierung des Hörsystems schließen eine Optimierung der Hörfähigkeit hörgeschädigter Kinder durch ständige Innovationen in der Technik der Hörgeräte- und Cochlear Implant Systeme mit ein (vgl. KIEßLING 1998). Eine frühe postnatale Erfassung kindlicher Hörschädigungen und die dadurch mögliche technische Versorgung mittels Hörgeräten, bzw. durch das Cochlear Implant bereits im Kleinstkindalter, soll dabei eine Verbesserung der Hörfähigkeit sichern (vgl. KIESE-

HIMMEL 1999; KIESE-HIMMEL, OHLWEIN 2002). Die Nutzung der Höreindrücke beim Kind, gefördert und unterstützt durch ein primär auf die frühestmögliche Ausbildung von Hörbahnen gerichtetes pädagogisches Konzept, macht eine Dialogische Früherziehung gemeinsam mit den Eltern des hörgeschädigten Kindes zwingend notwendig.

- **Epidemiologie kindlicher Hörschädigung**

Frühkindliche Hörschädigungen treten in Deutschland mit einer Häufigkeit von 0,05 bis 0,1% in der Bevölkerung auf. Die Prävalenz angeborener Hörschädigungen mit einem binauralen Hörverlust von mehr als 40dB liegt bei ca. 1,12‰. Werden erworbene Hörschädigungen sowie genetisch bedingte Hörschädigungen, die erst postnatal manifest werden, hinzugenommen, steigt die Prävalenz kindlicher Hörschädigungen auf ca. 1,33‰. Hochgradige Hörschädigungen im frühen Kindesalter sind selten, leicht- und mittelgradige Hörschädigungen dagegen häufiger. Leichtgradige Hörschädigungen, die überwiegend schallleitungsbedingt sind, werden mit einer Häufigkeit von 3 bis 4% angegeben, mittelgradige Hörschädigungen, vor allem in Form von sensorineuralen Hörschädigungen werden mit 0,5 bis 1% beschrieben. Hochgradige Hörschädigungen, bei denen nahezu durchgängig Hörreste nachweisbar sind, werden mit 0,03 bis 0,04% in der Literatur definiert (vgl. BÖHME, WELZL-MÜLLER 1998; GORTNER 1998; LEONHARDT 1999; WENDLER, SEIDNER, KITTEL, EYSHOLDT 1996).

Etwa 4 bis 6% aller Neugeborenen gehören zu den sog. Risikokindern. Bei ihnen liegt ein erhöhtes Risiko einer Hörschädigung vor, d.h. es besteht eine vielfach höhere Wahrscheinlichkeit einer frühkindlichen Hörschädigung. Man geht bei diesen Kindern von 2 bis 5% Häufigkeit einer Hörschädigung aus (vgl. LEONHARDT 1999, RICHTER 2001).

Die Diagnose Hörschädigung bei polnischen Kindern liegt bei ca. 0,5 bis 2%. Davon sind Säuglinge vom 8. bis 12. Lebensmonat mit ca. 0,5%, Kinder im Alter von 3-5 Jahren mit ca. 1% und Kinder im Alter von 6-7 Jahren mit ca. 2% der städtischen Bevölkerung betroffen (vgl. IWANKIEWICZ 2000; POSPIECH, KUCZKOWSKA-JESKE, FUŁAWKA 2000).

Hochgradig hörgeschädigt und damit in ihrer Sprachentwicklung verzögert sind in Polen, laut Untersuchungen von Iwankiewicz, ca. 0,3% der Säuglinge, ca. 0,1% der

Kinder im Vorschulalter und ca. 0,5% der Kinder im schulfähigen Alter (vgl. IWANKIEWICZ 2000). In einer Screening-Untersuchung innerhalb der Wojewodschaft Ermland-Masuren/Polen wurden in einem Regelkindergarten (n=245) 10,2% der Kinder als hörauffällig diagnostiziert (vgl. HORSCH; GÓRNIOWICZ; BISCHOFF; FAUTZ 2001A).

Für deutsche, wie auch für polnische Neugeborene, Säuglinge und Kleinkinder unterscheidet man eine Reihe von Einflussfaktoren, bei denen ein erhöhtes Risiko einer Schädigung der Innenohrfunktion besteht. Die Risikokriterien sind in Anlehnung an das Joint-Committee und Infant Hearing 1995, bzw. der American Academy of Pediatrics (AAP) wie folgt zusammengestellt (vgl. SKARZYŃSKI, KURKOWSKI 1998, RICHTER 2001).

Tab. 3: Risikokriterien bei Neugeborenen in Anlehnung an das Joint-Committee and Infant Hearing 1995, Academy of Pediatrics (AAP)

Risikokriterien bei Neugeborenen im Lebensalter von der Geburt bis zum 28. Lebensstag:

- ❖ Verdacht auf genetische Faktoren (Familienanamnese mit Hinweis auf hereditäre Hörschädigung).
- ❖ Intrauterine Infektionen (beispielsweise Zytomegalie, Masern, Herpes, Toxoplasmose, Rubeolen, Syphilis).
- ❖ Mangelgeborene, >1500g, Frühgeburtlichkeit, austauschpflichtige Hyperbilirubinämie (der Serumbilirubinspiegel >30 mg %).
- ❖ Craniofaciale Missbildungen (beispielsweise eine Ohrfehlbildung).
- ❖ Meningitis/Sepsis.
- ❖ Ototoxische Medikamente.
- ❖ APGAR-Werte <3, keine Spontanatmung über mehr als 10 Minuten nach der Geburt, persistierende schwere Hypotonie über mehr als 2 Stunden nach der Geburt.
- ❖ Assistierte Beatmung >5 Tage
- ❖ Befunde, die mit einem Syndrom einschließlich sensorineuralen und/oder mittelohrbedingten Hörverlusten verknüpft sind.

Risikokriterien bei Säuglingen und Kleinkindern im Lebensalter vom 29. Lebenstag bis zum 2. Lebensjahr:

- ❖ Auffälligkeiten, die durch die Eltern beobachtet werden und im Sinne einer Verzögerung der Hörfunktion, des Sprechens, der Sprache und/oder der allgemeinen Entwicklung sichtbar werden.
- ❖ Meningitis/Sepsis.
- ❖ Schädel-Hirn-Trauma.
- ❖ Ototoxische Medikamente.
- ❖ Befunde, die mit einem Syndrom einschließlich sensorineuralen und/oder mittelohrbedingten Hörverlusten in engem Zusammenhang stehen.
- ❖ Rezidivierende oder persistierende Otitis media mit Erguss (Serotympanon) für mindestens 3 Monate.

Die genannten Faktoren rechtfertigen die Einstufung des Kindes in dieses Risikokollektiv, innerhalb dessen sich erhöhte Prävalenzraten von bis zu 60 Fällen pro 1.000 Lebendgeburten mit angeborenen oder perinatal erworbenen hochgradigen Hörschädigungen nachweisen lassen (vgl. GORTNER 1998).

4.3. Frühe Erfassung – Frühe Diagnose – Frühe apparative Versorgung

Für einen optimalen Sprach- und Hörerwerb sind im wesentlichen eine möglichst frühe Erfassung der Hörschädigung, eine zeitnahe und frühe Diagnose und eine professionelle pädagogische Begleitung des Hör- und Spracherwerbs mittels Dialogischer Früherziehung verantwortlich.

Eine differenzierte und regelmäßige Diagnostik, im Sinne eines engmaschigen follow-up, vereinfacht den Anpassprozess erheblich. Unterstützung im gesamten Prozess aus dem interdisziplinären Umfeld, wie der Neurologie, Kinderpsychologie, Pädiatrie, sowie beispielsweise einer bereits begonnenen Dialogischen Früherziehung ermöglichen und erleichtern eine zeitnahe und zielgerichtete Anpassung der apparativen Versorgung mittels Hörgeräten, bzw. Cochlear Implant. Im Falle einer Cochlear Implantation ist es nach Löhle von höchster Bedeutung, dass bereits vor der Indikation für ein Cochlear Implant eine Beobachtung des Kindes unter Hörgeräteversorgung und pädagogischer Betreuung stattgefunden hat (vgl. LÖHLE, FALLEY, LASZIG 1997; LÖHLE, HOLM, FRISCHMUTH 1998; RICHTER 2001; SZKIEŁKOWSKA 2004).

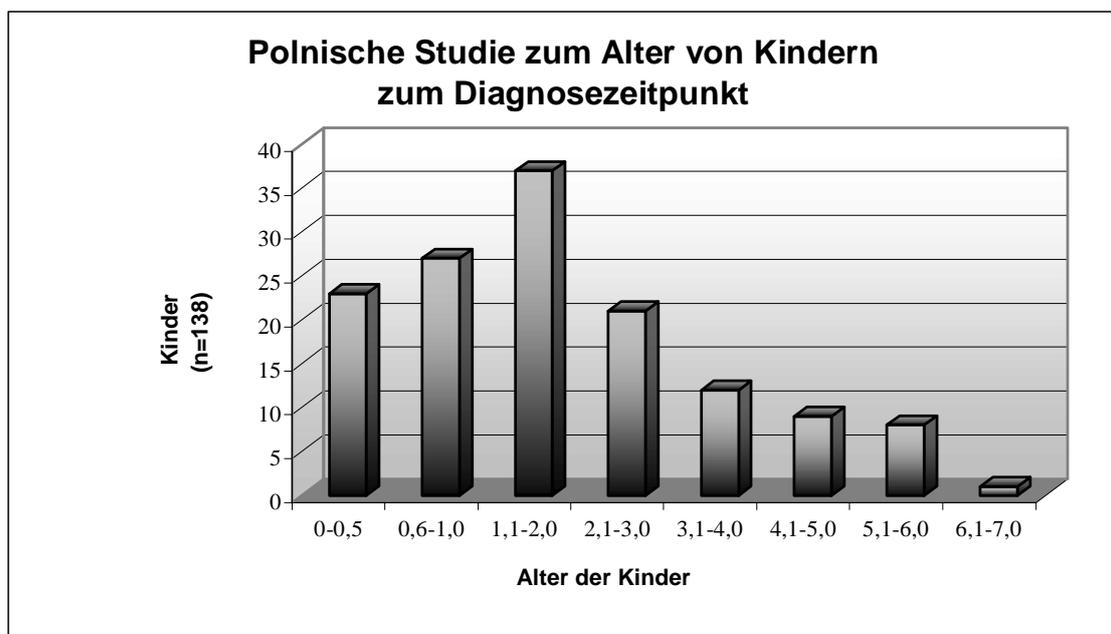
Innerhalb der Früherkennung kindlicher Hörschädigung werden in Deutschland nach einer Erhebung durch die Bundesgemeinschaft der Eltern und Freunde hörgeschädigter Kinder e.V. im Jahr 1996/97 leichtgradig hörgeschädigte Kinder im Alter von 48,5 Monaten, mittelgradig hörgeschädigte Kinder im Alter von 45,6 Monaten, hochgradig hörgeschädigte Kinder im Alter von 26,9 Monaten und resthörige Kinder mit 16,9 Monaten diagnostiziert (vgl. von WEDEL 2002).

Der Zeitpunkt der apparativen Versorgung durch Hörgeräte liegt bei den leichtgradig hörgeschädigten Kindern bei 56,6 Monaten, bei den mittelgradig hörgeschädigten Kindern bei 50,1 Monaten, bei den hochgradig hörgeschädigten Kindern bei 30,5 Monaten und bei den resthörigen Kindern bei 19,1 Monaten. Damit ist laut von Wedel der Abstand zwischen Diagnose und apparativer Versorgung nicht akzeptabel. Untersuchungsergebnisse (n=3584) des Deutschen Zentralregisters für kindliche Hörstörungen zeigen auf, dass 23% der im Zentralregister erfassten Kinder als leichtgradig hörgeschädigt (<40dB HL), 36% als mittelgradig hörgeschädigt (40-69dB HL), 16% als hochgradig hörgeschädigt (70-94dB HL) und 25% als resthörig (>95dB HL) eingestuft werden können. Für diese hörgeschädigten Kinder, die in der Regel ohne apparative Versorgung nur geringe Fortschritte in ihrer Hör- und Sprachentwicklung zeigen, ist nach Gross der Zeitpunkt der apparativen Erstversorgung zu spät (vgl. GROSS 2000).

Für den polnischen Sprachraum zeigt eine Screening-Untersuchung (n=245) im Raum Ermland und Masuren für Kinder von 1,7 bis 7 Jahre erste Hörauffälligkeiten mit 10,2% (vgl. HORSCH, GÓRNIOWICZ, BISCHOFF, FAUTZ 2001A). Die 25 betroffenen Kinder wurden im Phoniatriisch-Audiologischen Zentrum der Wojewodschaftskinderklinik Olsztyn weiterdiagnostiziert und wo nötig, apparativ mit Hörgeräten versorgt. Diese Daten sind vergleichbar mit einer aktuellen polnischen Studie aus Posen von Hojan, die eine größere Stichprobe polnischer Kinder heranzieht. 10,9% der Neugeborenen dieser Studie (n=370 242) wurden nach einem ersten Hör-Screening in einer der 53 Beratungsstellen Polens weiterdiagnostiziert und wo notwendig apparativ mittels Hörgeräten versorgt oder für ein Cochlear Implant qualifiziert (vgl. WARNCKE 2004). Polen ist damit weltweit der erste Staat, in dem es gelungen ist, zeitgleich an sämtlichen 441 Kliniken des Landes das Neugeborenen-Screening einzuführen (ebd.). Die Kliniken stehen damit im kontinuierlichen Datenaustausch, d.h. die Erfassung, Diagnose und apparative Versorgung wird damit entscheidend vorangetrieben (vgl. Kap. 4.4.). Das Phoniatriisch-Audiologische

Zentrum der Wojewodschaftskinderklinik Olsztyn hat seit seiner Eröffnung 1999 bis Oktober 2002 weit über 500 Kleinstkinder und Säuglinge mittels der Screening-Methode TEOAE untersucht. Weit über 1.000 Kinder und Säuglinge wurden einer BERA unterzogen, um den Verdacht einer Hörschädigung auszuschließen, bzw. ihn bestätigt zu wissen.

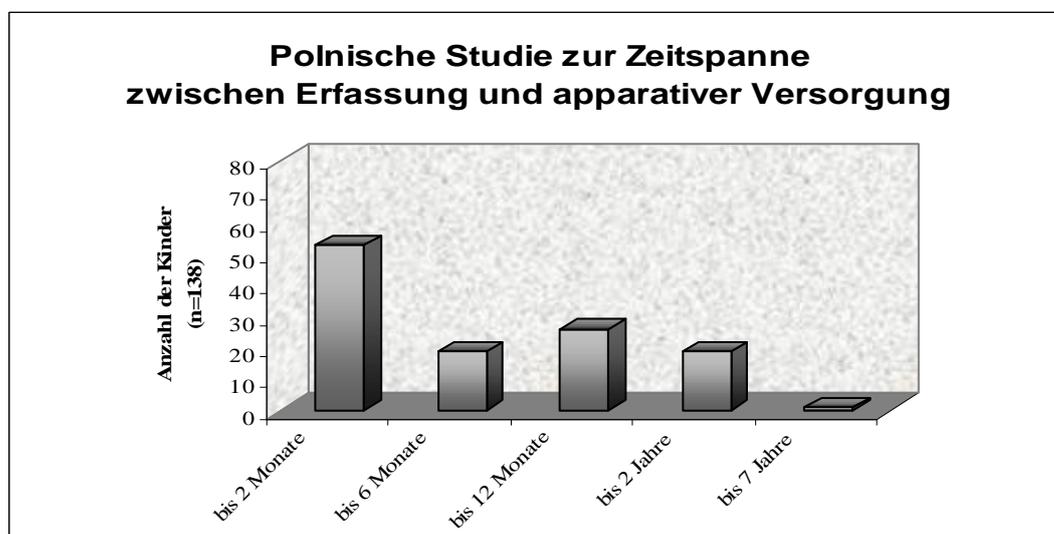
Der Vorteil gegenüber vielen anderen europäischen Kliniken am Phoniatriisch-Audiologischen Zentrum der Wojewodschaftskinderklinik Olsztyn liegt darin, dass die Kinder für eine Untersuchung mittels BERA nicht sediert werden. Die Eltern kommen zusammen mit dem Kind zu einem Abendtermin. Die natürliche Schlaf-Phase des Kindes wird so optimal für die Untersuchung genutzt. Zur weiteren Abklärung werden je nach Alter der Kinder Ton-, bzw. Sprachaudiometrie eingesetzt. In-situ Messungen für eine optimale Anpassung der apparativen Versorgung der Hörgeräte gehören zum Standard des Zentrums. Eine breit angelegte Hörgerätebank sichert dabei qualitative Aspekte der individuellen apparativen Versorgung hörgeschädigter Kinder. Ergebnisse einer polnischen Studie (n=138) zeigen, dass bei Kindern im Alter von 1,1 bis 2,0 Jahren (n=37) eine Hörschädigung diagnostiziert wird. Dabei sind n=27 Kinder dieser Studie im Alter von 0,6 bis 1,0 Jahren diagnostiziert und n=23 der Kinder von Geburt bis zu einem Lebensalter von 0,5 Jahren (vgl. PROŻYCH 2000).



(vgl. PROŻYCH 2000)

Abb. 4: Untersuchungsergebnisse einer polnischen Studie zum Zeitpunkt der Diagnose von Hörschädigung

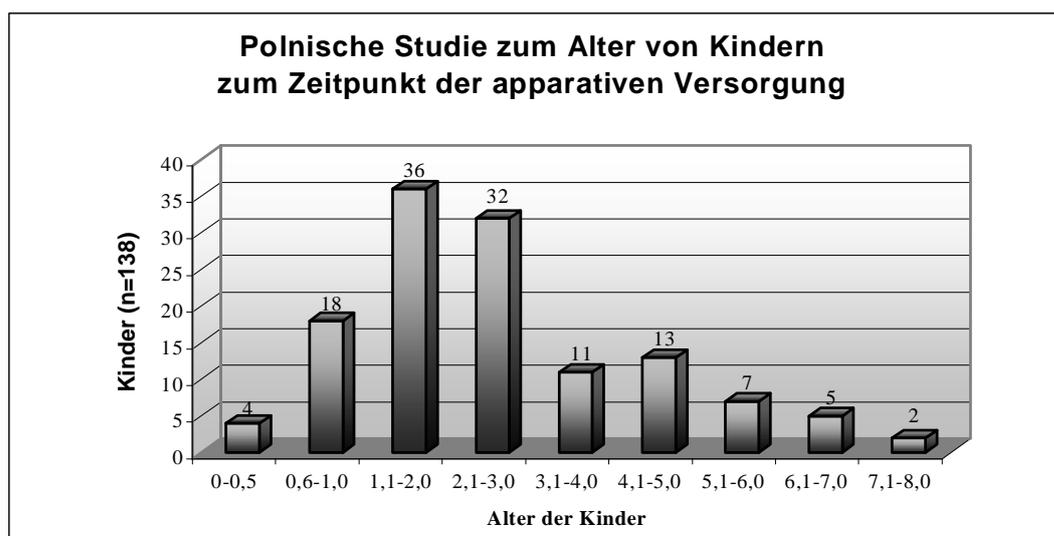
Pädagogisch relevant ist neben dem Diagnosealter des hörgeschädigten Kindes, die Zeitspanne, die zwischen Erfassung und apparativer Versorgung liegt. Die nachfolgende Abbildung 5 derselben Studie macht dies deutlich:



(vgl. PROŻYCH 2000)

Abb. 5: Untersuchungsergebnisse einer polnischen Studie zur Zeitspanne zwischen Diagnose und apparativer Versorgung

Nach Prożych liegt diese Zeitspanne beim Großteil der untersuchten Stichprobe (n=53) bei bis zu 2 Monaten. Davon warten n=19 Kinder der Gesamtstichprobe ein halbes Jahr und n=26 Kinder bis zu 12 Monaten auf die Erstanpassung ihrer Hörgeräte (ebd.). Das Alter der Kinder bei der Erstanpassung zeigt nachfolgende Abbildung 6:

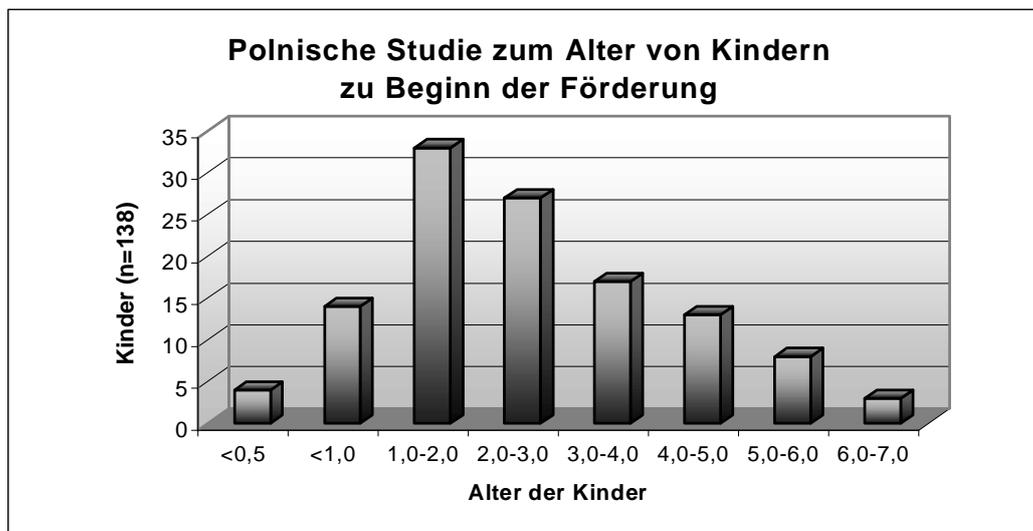


(vgl. Prożych 2000)

Abb. 6: Untersuchungsergebnisse einer polnischen Studie zum Alter der Kinder bei apparativer Versorgung

Die meisten Kinder (n=36) dieser Studie werden im Alter von 1,1 bis 2,0 Jahren mit Hörgeräten apparativ versorgt. Dabei bekommen n=18 dieser Kinder bereits mit 0,6 bis 1,0 Jahren Hörgeräte, aber nur 4 Kinder werden gleich nach der Geburt, bzw. bis 0,5 Jahren mit Hörgeräten ausgestattet.

Eine frühe Diagnose, verbunden mit einem effektiven follow-up sind die Wegbereiter einer pädagogischen Rehabilitation. Ab welchem Alter diesen Kindern eine logopädische Förderung zukommt, zeigt nachfolgende Abbildung 7:



(vgl. PROŻYCH 2000)

Abb. 7: Untersuchungsergebnisse einer polnischen Studie zum Alter der Kinder bei Beginn der Förderung

Von den meisten der n=138 Kindern erhalten n=4 gleich nach der Geburt bis zu einem Lebensalter von 0,5 Jahren eine logopädische Förderung. Dabei werden n=14 Kinder zwischen 0,6 und 0,9 Jahren logopädisch gefördert und n=33 Kinder erhalten diese Förderung bis zu ihrem 2. Lebensjahr (vgl. PROŻYCH 2000).

Diese Untersuchung von Prożych zeigt beispielhaft den sog. Ist-Stand der Pädagogischen Audiologie Polens, der weiterhin optimiert werden kann. Die großen medizinischen Zentren Polens fordern weiterhin das Hör-Screening aller Neugeborenen, bzw. zumindest bei den Kindern der Risikogruppe (vgl. MUELLER-MALESIŃSKA, SKARŻYŃSKI, RATYŃSKA SENDERSKI, KOCHANEK 1998). Laut einer Studie von Skarżyński sind alle hörgeschädigten Kinder bis zu ihrem 3. Lebensmonat erfasst und sollen spätestens bis zu ihrem 6. Lebensmonat bereits Förderung erhalten (vgl. SKARŻYŃSKI, KURKOWSKI 1998).

4.4. Neugeborenencreening

Nur in Ländern, die bereits ein flächendeckendes Neugeborenencreening eingeführt haben, wie beispielsweise Großbritannien, Österreich oder Israel, konnte das durchschnittliche Erfassungsalter deutlich gesenkt werden (vgl. BÖHME, WELZLMÜLLER 1998; GROSS, NUBEL, SPORMANN-LAGODZINSKI 2002; RICHTER 2001).

Ein Großteil kindlicher Hörschädigungen wird durch Paukenergüsse im Rahmen von Tubenbelüftungsstörungen und chronischen Mittelohrentzündungen bedingt (vgl. KEHRL, GEIDEL, WILKENS, LÖHLER 2003). Sie sind leicht- bis mittelgradig ausgeprägt und meist nur intermittierend vorhanden. Permanente Schallempfindungsschwerhörigkeiten, die auf validen diagnostischen Verfahren wie otoakustischen Emissionen (OAE) und akustisch evozierten Potentialen basieren, zeigen in einem deutschen Neugeborenencreening an 40.000 Kindern 2% pathologische Werte (vgl. RICHTER 2001).

Die frühestmögliche Erfassung aller Kinder mit Hörschädigungen wurde noch 1991 von Biesalski als undurchführbar angesehen. Während zu diesem Zeitpunkt vorwiegend Risikokinder auf ihre Hörfähigkeit getestet wurden, spricht man bereits 1998 in Mailand die Empfehlung zu einer universellen Kontrolle aller Neugeborenen bezüglich ihrer Hörfähigkeit aus. Damit war ein Schritt mehr hin zu einer flächendeckenden Erfassung aller geleistet (vgl. GRALIŃSKI 2002; GRALIŃSKI 2003; GRANDORI 1998; KIESE-HIMMEL 2001; MADEJ, Ogonowska 2003; RAMPE 2004; RENZELBERG 1999).

Die Früherfassung von Hörschädigung und eine unmittelbar sich daran anschließende Diagnose ermöglicht eine schnellst mögliche Dialogische Früherziehung hörgeschädigter Kinder. Nur in enger interdisziplinärer Zusammenarbeit von Ärzten, Hörgeräteakustikern und Pädagogen, können erfolgreiche und vor allen Dingen individuelle Früherziehungskonzepte entwickelt und durchgeführt werden.

Polen ist weltweit der erste Staat, in dem zeitgleich an 441 Kliniken des Landes das Neugeborenen-Screening eingeführt werden konnte (vgl. WARNCKE 2004). Mittels drei unterschiedlich differenziert arbeitender Ebenen wird dieses Screening durchgeführt. Die erste Ebene entspricht dem Screening selbst, d.h. mit Hilfe von Otoakustischen Emissionen, bzw. einer Tympanometrie kann ein erster Verdacht geäußert werden. Bereits in der zweiten Ebene wird das Neugeborene an einer der 53 Beratungsstellen des Landes nochmals audiologisch untersucht. Bei erneutem

Verdacht auf Hörschädigung wird in der dritten Ebene das Kind an eines der neun großen audiologischen Zentren des Landes überwiesen, wo schnellstmöglich apparativ versorgt wird, bzw. eine erste Beratung für ein Cochlear Implant stattfinden kann. Die polnischen Ärzte versuchen durch dieses sog. Tracking, d.h. einem computergestützten Nachverfolgungs-Management, die Kinder bis zum 6. Lebensmonat zu diagnostizieren, apparativ zu versorgen und in einer Rehabilitationseinrichtung den Hör- und Spracherwerb zu sichern (vgl. GRALIŃSKI 2002; GRALIŃSKI 2003).

5. PÄDAGOGISCHE AUDIOLOGIE

Die Pädagogische Audiologie befasst sich mit der Messung der Hörfähigkeit im Kindesalter. Dabei geht es außer der Messung der Hörfähigkeit mittels zahlreicher subjektiver und objektiver Methoden, auch um die Ursache und die Rehabilitation der Hörschädigung, die medizinische Begleitung, die apparative Versorgung des Kindes mittels Hörgeräten oder Cochlear Implant und um die Begleitung des gesamten Hör- und Spracherwerbsprozesses des hörgeschädigten Kindes. Damit ist die Pädagogische Audiologie ein wesentlicher Fachbereich der Audiologie, der sich ausschließlich kindgerechter Verfahren bedient (vgl. HARTMANN-BÖRNER, SALZ 2000).

5.1. Grundlagen der Pädagogischen Audiologie

In der audiometrischen Diagnostik der Pädagogischen Audiologie, in der ausschließlich kindgemäße und dementsprechend altersabhängige Verfahren zur Messung der Hörfähigkeit des Kindes zur Anwendung kommen, unterscheidet man zwischen objektiven Messverfahren, wie beispielsweise der Impedanzmessung, OAE, BERA und den subjektiven Messverfahren, den sog. psychoakustischen Verfahren. Dabei wird nach verschiedenen Gesichtspunkten differenziert: nach Zielsetzung, nach Lebens- bzw. dem Entwicklungsalter des Kindes, der Art der Teststimuli (Tonaudiometrie oder Sprachaudiometrie), dem Verhältnis der Stimulusstärke zur Hörschwelle (Schwellenaudiometrie, überschwellige Audiometrie) und nach der erforderlichen Mitarbeit des Kindes. Zwei Ebenen der Differenzierung sind hier innerhalb der Pädagogischen Audiologie zwingend notwendig:

- ❖ Die Aussonderungsdiagnostik als Screening-Methode für eine Ja-Nein-Diagnose, bzw. zum Erfassen der Hörschädigung.
- ❖ Differenzierte diagnostische Methoden, um Grad, Ort und Art der Hörschädigung diagnostizieren zu können (zentrale Funktionsdiagnostik und Ätiologie der Hörschädigung), um Früherziehungsindikation festzustellen, aber auch zur Verbesserung in der Anpassung einer optimalen apparativen Versorgung durch Hörgeräte bzw. Cochlear Implant.

Je nach Altersstufe kommen hierbei Reflex-, Verhaltens-, Spiel-, Ton- und Sprachaudiometrie zum Einsatz (vgl. BÖHME, WELZL-MÜLLER 1998; KOBOSKO, KOSMALOWA 2003), wobei gerade Hörprüfungen im Kleinkindalter ein besonderes Maß an pädagogischem Einfühlungsvermögen vom Untersucher erfordern.

Unmittelbar im Anschluss daran muss für hörgeschädigte Kinder die apparative Versorgung mittels Hörgeräten, bzw. Cochlear Implant erfolgen. Nur durch eine erfolgreiche Erstanpassung der apparativen Versorgung mittels Hörgeräten, bzw. Cochlear Implant und deren kontinuierlichen Optimierung kann der Hör- und Spracherwerb des hörgeschädigten Kindes sowohl in Quantität, wie auch Qualität stetig verbessert werden.

5.2. Apparative Versorgung

Voraussetzung einer qualitätsgesicherten apparativen Versorgung mittels Hörgeräten, bzw. Cochlear Implant bei hörgeschädigten Kindern ist die frühzeitige Erfassung und Diagnose der Hörschädigung. Ein sich daran anschließender, optimal durchgeführter Anpassprozess der technischen Hörhilfen macht eine adäquate Stimulation des auditiven Systems in den kritischen Phasen der Hörbahnreifung zumindest technisch möglich und bildet die Grundlage für die Früherziehung (vgl. KIEBLING 1996).

Die Anpassung von Hörsystemen gerade im Säuglings- und Kleinkindalter stellt eine große Herausforderung für jeden Hörgeräteakustiker dar. Die inhomogene Altersgruppe der Kinder unterscheidet sich sowohl in der Gesamtentwicklung, als auch im Hinblick auf die Auswahl des Hörsystems (vgl. BAUMANN 2002; BÜRKLI- HALEVY 1997; TRINE, VAN TASELL 2003).

Dabei muss mit schwierigen Voraussetzungen im Vorschulalter, wie beispielsweise unzureichenden Messergebnissen aus der Spiel-, Ton- und Sprachaudiometrie gerechnet werden (vgl. BOHNERT, BRANTZEN 2004). Außerdem spielt das Höralter, also die Zeitspanne vom Zeitpunkt der Erstversorgung durch Hörgeräte oder Cochlear Implant bis zum gegenwärtigen Untersuchungszeitpunkt, eine bedeutende Rolle. Häufig sind damit nur wenige verwertbare Messwerte für die Anpassung vorhanden und viele Werte liegen im überschwelligem Bereich oder weisen eine erhebliche Variationsbreite auf.

Aufgrund der fehlenden oder nur geringen Hörerfahrung ist es bei den unterschiedlichen Testverfahren oft nur erschwert möglich, qualitative Aussagen über subjektives Hörempfinden hörgeschädigter Kleinkinder zu erhalten. Hinzu kommt, dass die Konzentrationsspanne und die damit verbundene Kooperation des Kindes reduziert sein können. Daher gilt es nicht zuletzt die Motivation zur Mitarbeit bei neuen Konzeptionen kindgerechter Verfahren zu berücksichtigen. Eine nicht unerhebliche Rolle spielt hierbei die Form der Testpräsentation durch den Untersucher. Das dafür dem Kind dargebotene Sprach- bzw. Spielmaterial, sowie die kindgerechte und ansprechende Darbietung des ergänzenden Testmaterials, wie beispielsweise Bildkarten sind ansprechend und in hohem Maße kindgerecht zu gestalten (vgl. STEFFENS 2002, STEFFENS 2003).

Die anatomischen Gegebenheiten der Ohrmuschel und des Gehörganges verursachen weitere nicht zu vernachlässigende Parameter bei der Anpassung der Hörgeräte bei Kindern. Kleine Ohren und Gehörgänge, deren Größe sich im Laufe der Zeit verändern, machen eine prozessbegleitende Versorgung notwendig. Dabei soll das Kind frühzeitig ergänzende Systeme, wie beispielsweise das FM-System nutzen können. Moderne Hörsysteme werden vermehrt interaktiv eingesetzt. Durch den Einsatz von Fernbedienung oder weiteren Programmen, beispielsweise zur besseren Störschallunterdrückung, können Kinder aufgrund ihrer eingeschränkten Bedienungsmöglichkeiten nur mit Einschränkungen in den Genuss der aktuell modernsten technischen Möglichkeiten kommen (vgl. BOCK 2004).

Neben diesen oft erschwerten Voraussetzungen bei der apparativen Versorgung von hörgeschädigten Kindern, bestehen extreme Anforderungen an das Hörsystem, sowie an das frühpädagogische Umfeld. Im Bereich des Hörsystems ist hohe Variabilität verbunden mit teilweise extremen Verstärkungen, einer großen Dynamik, mehreren für das ältere Kind selbst regulierbaren Programmen notwendig, und dies alles verbunden mit kleinster Technik hinter dem Ohr des Kindes; dabei robust, wasserresistent und mit schnellem Reparaturservice. Das gesamte System mit Zubehör muss hohen mechanischen Anforderungen genügen. Die Otoplastik muss passgenau sitzen und komfortabel sein. Regelmäßige Überprüfungen, Reinigung und Pflege der Geräte können nur sehr eingeschränkt von den Kindern selbst durchgeführt werden. Sie brauchen dabei die Unterstützung ihrer Eltern.

Der Erst-Anpassungsprozess soll so schnell wie möglich abgeschlossen sein, damit erste Hörerfahrungen gesichert sind. Ein engmaschiges follow-up muss dem Erst-

Anpassungsprozess folgen, um geänderte anatomische Verhältnisse und die sich verändernden Messwerte berücksichtigen zu können.

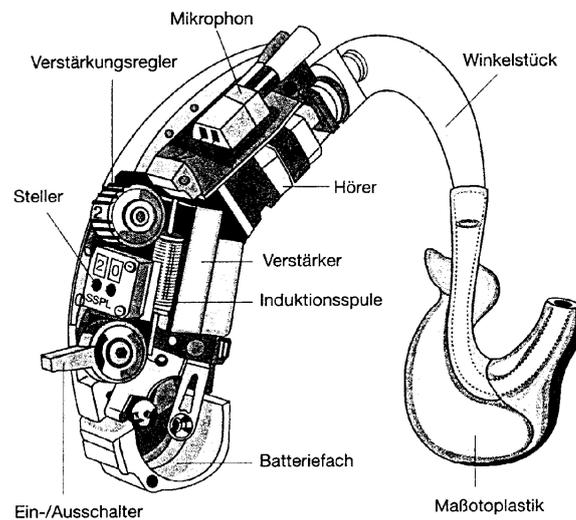
Dabei fordert die Hörsystemanpassung bei Kindern eine interdisziplinäre Arbeitsweise, die ein Umdenken außerhalb herkömmlicher Strukturen erforderlich macht. Nur durch die enge Zusammenarbeit des Päd-Akustikers, beispielsweise mit dem Frühpädagogen, kann eine pädagogisch-technische Anpassung der Hörgeräte hörgeschädigter Kinder gesichert werden (vgl. HEINZ 1999; HEINZ 2001).

Auch im Prozess der Anpassung des Sprachprozessors beim Cochlear Implant ist diese enge Zusammenarbeit zwischen Techniker und Pädagogen notwendig, um die Eltern mit ihrem hörgeschädigten Kind auf ihrem Weg optimal zu begleiten (vgl. BATTMER, GNADENBERG 1994; BERTRAM 1994; DILLER 1997; HORSCH 2002A; HORSCH 2002B). Die während des gesamten Anpassprozesses begleitende Verhaltensbeobachtung des Kindes durch die Eltern, Pädagogen und anderen Bezugspersonen in Alltags- und Fördersituationen ist eine weitere Bedingung, damit die apparative Anpassung optimiert werden kann.

Dabei spielen die hohen Anforderungen an die Raumakustik eine wichtige Rolle im gesamten Prozess (vgl. HOTH 2004). Zahlreiche Messungen finden im Freifeld, aus verschiedenen Richtungen, mit geringen Nutzschallpegeln unter Berücksichtigung der Aufblähkurve und unterschiedlichen Signalstrukturen statt. In einem hoch gedämmten und gedämpften Raum, was aktuelle Studien zur Messtechnik in der Sprachaudiometrie nicht mehr mit Nachdruck fordern, sollten mehrere Personen problemlos Platz finden, das Kind soll sich bewegen können und sich nicht eingeeengt fühlen (vgl. KLIEM, KOLLMEIER 1994; KLIEM, KOLLMEIER 1995, SAUER 1992). Die Möglichkeit, je nach Situation auf dem Boden audiometrieren zu können, würde dabei vielen Kindern die Gesamtsituation der Untersuchung erleichtern.

- **Bau und Funktion eines Hörgerätes (HdO)**

Hörgeschädigten Kindern steht heute eine große Auswahl von Hörgeräten zur Verfügung. Aufgrund des schnellen Wachstums der Ohrmuschel und des äußeren Gehörgangs werden Kinder vorwiegend mit Hinter-dem-Ohr-Geräten (HdO) versorgt. Zudem erlauben HdO-Geräte die Ankoppelung von weiteren technischen Systemkomponenten, wie beispielsweise der FM-Anlage und kommerziellen Medien. Die Im-Ohr-Geräte (IO) werden meist erst im Jugendalter verordnet. Sie dienen dank des technischen Fortschritts zunehmend auch der Versorgung hochgradig hörgeschädigter Jugendlicher und Erwachsener (vgl. BLANKENHAHN 1993, VONLANTHEN 1995). Weitere Alternativen der Versorgung bestehen durch knochenverankerte (BAHA – bone anchored hearing aid), teilimplantierte und erst seit 1999 zugelassene vollimplantierbare Hörgeräte (vgl. RENZELBERG 1999).



(LEHNHARDT 1996, 207)

Abb. 8: Bau und Funktion eines HdO-Geräts

- **Prozess der Anpassung von Hörgeräten bei Kindern**

Die Hörgeräteversorgung im Vorschul- und Schulalter ist von vielen Faktoren abhängig, die nur in der Summe betrachtet eine qualitativ hochwertige und optimale Anpassung ergeben.

Da das Geburts- und das Entwicklungsalter häufig voneinander abweichen, muss hier die Wahl der audiometrischen Verfahren differenziert und sensibel mit Blick auf das Kind und seine Bedürfnisse ausgewählt werden. Ab dem dritten, bzw. vierten Lebensjahr des Kindes können Verfahren der Spielaudiometrie zur

tonaudiometrischen Erfassung zum Einsatz kommen. Auch ältere Kinder zeigen bessere Werte, wenn die Audiometrie spielerisch durchgeführt wird. In der Sprachaudiometrie muss vor dem Einsatz des jeweiligen Verfahrens das Entwicklungsalter hinsichtlich der Sprachentwicklung eingeschätzt werden (vgl. FRERICHS 1998; WENDLER, SEIDNER, KITTEL, EYSHOLDT 1996). Im Hinblick auf die apparative Versorgung der Kinder ist zu beobachten, dass trotz gleicher tonaudiometrischer Daten die Ergebnisse aus der Sprachaudiometrie gleichaltriger Kinder erheblich voneinander abweichen können (ebd.).

- **Voruntersuchungen im Anpassungsprozess**

Die Geräteauswahl wird innerhalb eines Vorgesprächs mit den Eltern im Kontext der Untersuchungsergebnisse der Hörfähigkeit des hörgeschädigten Kindes abgeklärt. Anders als bei Erwachsenen werden hier differenzierte Gespräche auf verschiedenen Ebenen geführt, um möglichst viele Informationen vom Kind selbst und seinem Umfeld zu sammeln. Dabei stehen die Eltern des hörgeschädigten Kindes an erster Stelle. Auch hierbei ist ein interdisziplinäres Netz von besonderer Bedeutung. Der behandelnde Arzt, die beteiligten Pädaudiologen, möglicherweise Mitarbeiter der Beratungsstelle und Frühpädagogen gehören zusammen mit den Eltern des hörgeschädigten Kindes zum Expertenteam. Fragebögen können dabei helfen, schnell und gezielt relevante Informationen zu bekommen und ergänzen das persönliche Gespräch (vgl. LORENS, PIOTROWSKA 2003).

Erste praktische Schritte innerhalb des Anpassprozesses sind im Anschluss an anamnestische Erhebungen, meist eine Otoskopie, eine Tympanometrie, eine aktuelle BERA und eine erste Abdrucknahme für die Otoplastik. Diese Untersuchungen, die von einem Arzt durchgeführt werden, benötigen ein hohes Einfühlungsvermögen und das Vertrauen des Kindes (vgl. MEIER 1999).

- **Audiometrische Erhebungen im Anpassprozess**

Die rein tonaudiometrischen Verfahren zur Ermittlung der Hörschwelle werden sowohl in Deutschland wie auch in Polen in der Regel mittels Spielaudiometrie durchgeführt. Der Begriff Spielaudiometrie wurde bereits 1954 von Bengt Barr geprägt (vgl. BÖHME, WELZL-MÜLLER 1998). Dabei wird der natürliche Spieltrieb des

Kindes genutzt, um es zur Mitarbeit zu motivieren. Es handelt sich um überschaubare Spielhandlungen, die durch instrumentelles Konditionieren des Kindes eingeübt werden und so die Untersuchungssituation für das Kind motivierend gestalten und damit den Untersuchungsprozess erheblich erleichtert.

Die im klinischen Bereich, wie auch an Pädaudiologischen Beratungsstellen eingesetzte Sprachaudiometrie für hörgeschädigte Kinder im Prozess der apparativen Anpassung mittels Hörgeräten, spielen für die Entwicklung der OLSZTYNER HÖR REIME eine eher untergeordnete Rolle. Dennoch ist ein Vergleich gerade im Prozess der Entwicklung eines neuen Verfahrens hilfreich. In Deutschland sind derzeit unterschiedliche Sprachaudiometrietests für Kinder im Einsatz, die abhängig von der Fragestellung und dem Entwicklungsalter des hörgeschädigten Kindes variiert werden. Dies sind beispielsweise:

- ❖ Mainzer Kindersprachtest (nach BIESALSKI, LEITNER, LEITNER, GANGEL 1974)
- ❖ Göttinger Kindersprachverständnistest (nach CHILLA, GABRIEL, KODZIENSKI, BÄNSCH, KABAS 1976; GABRIEL, CHILLA, KIESE, KABAS, BÄNSCH 1976)
- ❖ Freiburger Sprachverständnistest (nach HAHNBROCK 1953)
- ❖ Zweisilber-Kinder-Reimtest (nach KLIEM, KOLLMEIER 1995)
- ❖ Hannover Hörtest (nach BERTRAM 1995)
- ❖ Heidelberger CVC-Audiometrie (nach BILLICH 1981; LÖWE, HILDMANN 1994)

Kann mit dem Kind im Alter von 3 bis 4 Jahren bereits eine Lautheitsskalierung durchgeführt werden, können differenzierte Hinweise für das Recruitmentverhalten und somit auch für die Hörgerätevoreinstellung, bzw. die Einstellung des Sprachprozessors eines Cochlear Implant gewonnen werden (vgl. BACHMANN, KIEBLING 1998; KIEBLING 1996; KIEBLING 2000). Dies gilt gleichermaßen für polnische hörgeschädigte Kinder (vgl. PRUSZEWICZ, ŚWIDIŃSKI 2002; SKARŻYŃSKI, KURKOWSKI 1998).

Mit Fokus auf den polnischen Sprachraum, für den die OLSZTYNER HÖR REIME entwickelt wurden, kommen im klinischen Einsatz ebenfalls unterschiedliche Verfahren zum Einsatz. Diese leisten allerdings kaum ausreichend differenzierte Ergebnisse, um die apparative Versorgung der Kleinkinder, Kinder und Jugendlicher in ausreichendem Maße optimieren zu können.

Tab. 4: Polnische Tests zur Sprachaudiometrie für Kinder und Erwachsene im aktuellen klinischen Einsatz

<u>Autor</u>	<u>Verfahren</u>	<u>Zielgruppe</u>
Szmeja, Pruszewicz, Dukiewicz (1963)**	Artikulationslisten für Schulkinder (10 Listen à 10 Ein- und Zweisilber)	Sprachaudio. für Kinder
Borkowska, Urbańska (1969)*	Geräuschetest für Kinder (Kinder zeigen auf Bilder: „Zeig was du hörst!“)	Sprachaudio. für Kinder
Borkowska, Urbańska (1969)*	Wortlisten für Kinder im Alter von 3-4 Jahren (mit Ankündigungssatz: „Zeig was du hörst!“)	Sprachaudio. für Kinder
Zakrzewski, Pruszewicz, Kubzdela (1971)***	Ein- und Zweisilberlisten (10 Listen à 29 Wörter)	Sprachaudio. für Erwachsene
Pruszewicz, Demenko, Richter, Wiki (1993)**	Neue Artikulationslisten (NLA-93) (10 Listen à 24 Ein- und Zweisilber)	Sprachaudio. für Erwachsene
Pruszewicz, Demenko, Richter, Wiki (1999)****	Polnische Zahlen- und Wortlisten für die Sprachaudiometrie und zum Hörtraining (10 Zahlenlisten à 10 Zahlen, 10 Wortlisten à 20 Einsilber, 7 Trainingseinheiten mit Ein- und Zweisilber-Reimpaaren)	Sprachaudio. für Erwachsene

* nach Lindner 1976

** nach Pruszewicz 1994

*** nach Bystrzanowska 1978

**** nach Pruszewicz, Demenko, Richter, Wiki (1999): Polski test liczbowy i słowny do badania słuchu oraz testy do treningu słuchowego. Marke Med sp. z o. o. Poznań (inkl. Compact Disc)

Die sog. Artikulationslisten (Einsilber) für Schulkinder von SZMEJA, PRUSZEWICZ und DUKIEWICZ (1963), sowie die Artikulationslisten, auch Ein- und Zweisilberlisten für Kinder genannt, nach ZAKRZEWSKI, PRUSZEWICZ und KUBZDELA (1971), als auch die sog. Neuen Artikulationslisten (NLA-93) nach PRUSZEWICZ, DEMENKO, RICHTER und WIKI, sind trotz erheblicher Mängel noch immer im klinischen Einsatz. Sie sind veraltet und entsprechen nach Angaben von PRUSZEWICZ selbst, nicht mehr den Anforderungen einer modernen Sprachaudiometrie für hörgeschädigte Kinder (vgl. PRUSZEWICZ 1994).

Ein aktuell in der Literatur zitierter Zahlen- und Worttest, auch zum Hörtraining in Polen eingesetzt, ist der Polnische Sprachtest nach PRUSZEWICZ, DEMENKO, RICHTER und WIKI (erschieden bei WESTRA Elektroakustik GmbH, 1999) vom Department of Phoniatics and Audiology an der K. Marcinkowski University of Medical Sciences in Poznań. Der Test ist allerdings nicht speziell auf Kinder ausgerichtet, was die

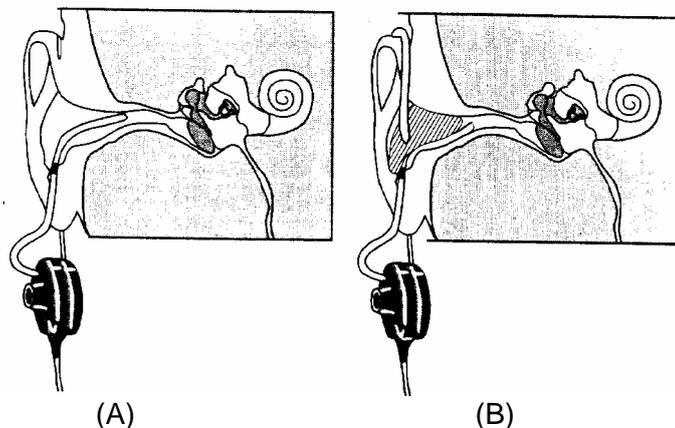
Zusammenstellung des Wortmaterials deutlich zeigt. Die Wortlisten sind unter anderem auf dem Hintergrund der NLA-93-Listen entstanden (vgl. PRUSZEWICZ 1994).

Dieser Reimtest mit merkmalsunterscheidendem Zielphonem in wortinitialer, wortmedialer und wortfinaler Stellung im Wort leistet in der Gesamtauswertung jedoch nur bedingt Hinweise zur Verbesserung einer apparativen Versorgung. Eine gezielte Analyse der Phonemverwechslungen findet nicht statt.

- **Die In-situ Messung im Anpassungsprozess**

Der generelle Nutzen von Sondenmikrofonmessungen im Rahmen der Hörgeräteanpassung ist vor allen Dingen bei Erwachsenen stark umstritten. Auch bei Kindern und besonders bei Kleinkindern wird die In-situ Messung aufgrund von Bewegungsartefakten, zu kleinen Gehörgängen und Rückkopplungsneigung ebenfalls in Frage gestellt (vgl. BACHMANN, KIEßLING 1998; BRÜGEL, SCHORN 1991; KIEßLING 1989; KIEßLING 1996).

Zur Beurteilung der Hörgerätewiedergabe werden dabei die Schalldruckpegel zunächst ohne, dann mit eingesetztem Hörgerät, bzw. Otoplastik gemessen. Der Silikonschlauch mit dem Messmikrofon wird dafür zuvor mit einem festgelegten Abstand zum Trommelfell in den äußeren Gehörgang eingeführt. Bei Kindern ist dieser Vorgang trotz Markierung für die Einführungstiefe bereits ein höchst sensibler Vorgang.



(KIEßLING 1997, 12)

Abb. 9: In-situ Messung beim Kind: Anordnung der Messapparatur
(A) Außenohrübertragungsfunktion; (B) In situ Verstärkung

Die Pegeldifferenz zwischen den beiden oben beschriebenen Messsituationen repräsentiert die wirksame akustische Verstärkung, die sog. insertion gain. Sie kann auch als Nettowirkung des Hörgeräts bezeichnet werden. Diese Messung integriert die sog. Außenohr-Übertragungsfunktion, bzw. open ear gain, da bereits das unversorgte Ohr eine gewisse Verstärkungswirkung aufgrund von Concha- und Gehörgangsresonanzen aufweist.

Für die Kinderversorgung speziell spielt das sog. Residualvolumen eine entscheidende Rolle. Das Residualvolumen ist der freie Raum zwischen dem Ende der Otoplastik und dem Trommelfell. Die Halbierung des Residualvolumens führt zu einer Pegelzunahme von min. 6dB. Da das tatsächliche Gehörgangsvolumen bei Kindern aber nur abzuschätzen ist, kann der Volumeneffekt auf der Grundlage von reinen Kupplermessungen nicht zuverlässig genug berücksichtigt werden (vgl. GABRIEL, ALBANI, KOLLMEIER 1999; KIEßLING 1996; VALENTE, SWEETOW, MAY 1999). Damit gewinnt bei der Anpassung von Hörgeräten bei Kindern der Einsatz von In-situ Messungen ein so hohes Maß an Transparenz, dass auf Daten herkömmlicher Kupplermessungen meist verzichtet werden kann (vgl. GABRIEL, ALBANI, KOLLMEIER 1999; KIEßLING 1989).

- **Erste Einstellungen an den Hörgeräten**

Für die gezielte Anpassung der Hörgeräte beim Kind sind Messergebnisse aus der Audiometrie von großer Bedeutung. Ebenso wichtig ist die Darstellung der Grenzen und Möglichkeiten, die die Hörsystemanpassung bietet (vgl. BASCHAB 2003; BASCHAB, CLAßEN 2003; GELFAND 1997; HERBST 2001; KRUSE 2003; VOOGDT 2003). Bei Säuglingen und Kleinkindern wird vorwiegend das HdO-Gerät verwendet. Die Wahl des Otoplastikmaterials, sowie der Form der Otoplastik, die Zusatzbohrungen, das Schlauchmaterial vom Hörgerät zum Winkelstück und die Farbe des Hörgeräts, als auch die der Otoplastik müssen bereits vor der Anpassung gesichert werden (vgl. BAYER 2000; BAYER 2003; BEKEREDJIAN 2004; DILLON, KEIDSER, O'BRIAN, SILBERSTEIN 2004).

Wie bereits erwähnt kann die Voreinstellung der Hörgeräte selbst in der Messbox vorgenommen werden. Eine zusätzliche In-situ Messung kann hierbei wesentliche Hinweise zu den Volumenverhältnissen vom Gehörgang des Kindes geben, da die Werte der Kinder-OEG (Open Ear Gain) eine große Variabilität aufweisen (vgl. MEIER

1999). Eine solche Untersuchung ist nicht immer einfach durchzuführen und erfordert vom Untersucher ausgesprochene Sensibilität. Ist das Kind dabei zu unruhig, wirken sich diese Bewegungsartefakte negativ auf die Untersuchung aus. Eine sog. RECD-Messung (Real-Ear-to-Coupler-Difference) kann dann sehr hilfreich sein. Sie soll allerdings sobald wie möglich durch eine echte In-situ Messung ersetzt werden. Auch ein Kinder-Kuppler für die Hörgerätemessbox erschließt nur einen Teil der bereits genannten Variabilität der Kinder-OEG Werte und gibt somit auch nur eine begrenzte Aussage im Prozess der Anpassung der Hörgeräte beim Kind (vgl. BONSEL, ULRICH 2003; BONSEL ULRICH 2004; CONDIE, TCHORZ 2003; GRALIŃSKI 2002; HEINZ 2001; KIEBLING 2003; TCHORZ 2001).

Eine der neuesten Entwicklungen ist der sog. Kinderkunstkopf. Die Außenohr-Übertragungsfunktion beinhaltet dabei alle Informationen, die ein Signal durch Beugung und Reflexion am Oberkörper und Kopf des Kindes erfährt. Durch ein neues indirektes Verfahren lässt sich diese Außenohr-Übertragungsfunktion bei Kindern ohne größeren Aufwand bestimmen. Dafür werden die Kopfabmessungen erfasst, im Anschluss daran ein sog. CAD-Modell erstellt und mittels der Boundary Element Method können die notwendigen Parameter berechnet werden. Entwicklungen für kleinere Kinderköpfe sind geplant (vgl. WARNCKE 2004).

- **Maximaler Ausgangsschalldruckpegel – $L_{a_{max}}$**

Die Regelung des maximalen Ausgangsschalldruckpegels, dem sog. $L_{a_{max}}$ des Hörgeräts ist im Anschluss an die genannten Voruntersuchungen einer der ersten Schritte für eine konkrete Einstellung der Hörgeräte selbst. Unter Berücksichtigung der Unbehaglichkeitsreaktion mit Hilfe von verschiedenen Tönen, einem Breitbandrauschen oder Sprache und Kinderliedern wird der $L_{a_{max}}$ des Hörgeräts auf den entsprechend ermittelten Wert begrenzt. Ist eine Stapediusreflexschwelle vorhanden, so kann der $L_{a_{max}}$ ca. 10-15dB höher liegen. Ist beides nicht vorhanden, so empfiehlt es sich, die Unbehaglichkeitsschwelle aus dem Tonaudiogramm mittels DSL I/O abzuleiten (vgl. BULK 2002; HEINEMANN, BOHNERT, LIPPERT, KEILMANN, BRANTZEN 2001). Da retrocochleäre Hörschädigungen bei Kindern überwiegen, ist auf eine regelmäßige Kontrolle und sukzessive Erhöhung des $L_{a_{max}}$ zu achten. Er darf allerdings bei hochgradigen Hörverlusten zu Beginn der apparativen Versorgung nicht zu niedrig gewählt werden, da ansonsten der Dynamikbereich für das Kind zu

stark reduziert würde (vgl. BOHNERT, BRANTZEN 2002; BONSEL, ULRICH 2003; BULK 2002; MEIER 1999).

- **DSL I/O – Eine praxisorientierte Anpassmethode für Kinder**

Für den Hörgeräte-Akustiker bietet sich eine Vielzahl von Anpassformeln, mit welchen er Voreinstellungen beim jeweiligen Hörgerätetyp einstellen kann. Allen gemein ist, dass sie aus den Audiogrammdaten die geeignete Zielverstärkung berechnen. Dabei wird meist die Hörschwelle und die Unbehaglichkeitsschwelle genutzt. Klassisch unterscheidet man nach linearen und nichtlinearen Formeln und man stößt dabei auch auf Bezeichnungen, wie herstellerabhängigen Formeln und herstellerunabhängigen neutralen Formeln (vgl. HEINZ 2001; KIEßLING 1996; KIEßLING 2003; TCHORZ 2001).

Innerhalb linearer Anpassformeln wird auf eine eingangspegelunabhängige konstante Verstärkung zurückgegriffen. Sie bewährt sich vor allem bei der Anpassung von Verstärkern mit linearer Input/Output-Kennlinie. Half-gain-Rule und deren Derivate, wie beispielsweise NAL und POGO, sind bekannte Vertreter der linearen Anpassung (vgl. HEINZ 2001).

Mit der Entwicklung von Verstärkung mit AGC-Schaltungen, also nichtlinearer Input/Output-Kennlinien, kommen herkömmliche Anpassformeln schnell an ihre Grenzen. Beispiele wie IHAF, NAL-NL1 und DSL I/O sind neue Anpassformeln, die einen Lautheitsausgleich beim Hörgeräteträger anstreben (vgl. KIEßLING, MARGOLFHACKL, WESSELKAMP 1999). Das bedeutet, dass ein Hörgeschädigter einen frequenzspezifischen Ton ebenso wahrnehmen soll, wie der Hörende. Während bei NAL-NL1 eine Maximierung der Sprachverständlichkeit bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Gesamtlautheit im Vordergrund steht, ändert sich jedoch mit dem Eingangsschalldruck die Frequenzwiedergabe. Dies bedeutet, dass das Prinzip des Lautheitsausgleichs bezüglich der Gesamtlautheit, nicht aber bezüglich der frequenzspezifischen Lautheit berücksichtigt wird.

Bereits in den 80er Jahren wurde unter der Leitung von Professor Seewald in Kanada das DSL-Verfahren (Desired Sensation Level) entwickelt. Zunächst war die DSL-Methode ein lineares Anpassverfahren, das zum DSL I/O weiterentwickelt wurde, damit den Eingangsschalldruckpegel und Ausgangsschalldruckpegel

berücksichtigt und somit den nichtlinearen Anpassformeln zuzurechnen ist (vgl. BULK 2002; HEINEMANN, BOHNERT, LIPPERT, KEILMANN, BRANTZEN; HEINZ 2001).

DSL I/O beruht auf einem Lautheitsausgleich und nutzt dazu die Hörschwelle und die Unbehaglichkeitsschwelle des Hörgeschädigten. Damit werden die Parameter der Hörgeräte-Einstellung dahingehend beeinflusst, dass der akustische Dynamikbereich optimal genutzt werden kann. Dafür wird das Eingangssignal so weit komprimiert, dass der Hörgeschädigte alle Eingangssignale genau so laut hört wie der Hörende. Dabei wird durch das DSL I/O-Verfahren die Grundverstärkung und die Kompressionsparameter so weit beeinflusst, dass dem Hörgeräteträger ein komfortables Hören ermöglicht wird (vgl. BULK 2002).

Das DSL I/O-Verfahren bei der Anpassung von Hörgerätesystemen ist im Besonderen eine Methode für Kinder. Die Berechnung der Zielkurve, variable Eingangsschalldruckpegel, Berücksichtigung der MCL⁴ und Unbehaglichkeitsschwelle, sowie die individuelle Ermittlung von Korrekturwerten mit Parametern wie der bereits genannten RECD (Real-Ear-to-Coupler-Difference) sind nur einige der Komponenten, die bei der Anpassung von Kindern mit DSL I/O eine wesentliche Rolle spielen (vgl. BULK 2002; HEINZ 2001).

Dynamikbreitenorientierte Anpassverfahren, wie beispielsweise das DSL I/O-Verfahren, ermöglichen eine Sollkurvendarstellung für verschiedene Eingangspegel. Gegenüber hörschwellenorientierten Anpassverfahren, wie beispielsweise POGO, Berger oder NAL, orientieren sie sich mehr am überschwelligen Verhalten des Gehörs (Recruitment). Bei einer Anpassung unter besonderer Berücksichtigung der Frequenzbänder des Hörgerätes spielt nicht der Tieftonbereich, sondern vor allen Dingen der Hochtonbereich eine wesentliche Rolle bei Kindern. Im Hochtonbereich werden wichtige Bereiche der Sprache erfasst und damit dem Kind ermöglicht, auf das sprachliche Angebot seiner Mutter im frühen Dialog adäquat zu antworten.

Anpassverfahren wie das DSL I/O ermöglichen im Prozess der Anpassung bei Kindern unter Berücksichtigung eines breitbandigen Sprachspektrums, dass das Hören der eigenen Sprache gesichert wird. Damit ist das Kind in der Lage, sein auditives Feedback besser wahrzunehmen. Geht der Anpassung eine Lautheitsskalierung voraus, so finden sich hier ebenfalls Hinweise für die Einstellungen der Hörgeräte. Aber auch mit adaptiven parallelen Verfahren kann das Hörsystem gut angepasst werden (vgl. BULK 2002; HEINZ 2001).

⁴ MCL = Most Comfortable Level

Bei vielen Hörsystemen kann zudem auf ein zweites Programm mit einer veränderten Einstellung, beispielsweise für das Hören im Störgeräusch umgeschaltet werden. Je älter das Kind wird, desto unbeschwerter wird das Kind mit dieser neuen Technik umzugehen im Stande sein (vgl. MEIER 1999).

- **Effektivitätskontrolle der apparativen Versorgung**

Die Evaluation des Hörsystems beinhaltet im Wesentlichen folgende Aspekte (vgl. BONSEL, ULRICH 2003; BLANKENHAHN 1993; VONLANTHEN 1995):

- ❖ In-situ Messung zur ständigen Kontrolle der Veränderungen des Frequenzgangs im Gehörgang des Kindes.
- ❖ Lautheitsskalierung
- ❖ Freifeldschwellen mit Aufblähkurve unter Berücksichtigung von Raumakustik, Einfallswinkel des Nutzschalls und Störschalls (falls vorhanden).
- ❖ Einstellungen der Regelsysteme des Hörgeräts (Insertion Gain).
- ❖ Sprachaudiometrie für Kinder mit (und ohne) Störschall.

Hinweise der Eltern, der Pädagogen, des Früherziehers, des Logopäden und des behandelnden Arztes können dabei für den Anpassprozess von großem Nutzen sein. Mittels Beobachtungsbögen, wie sie üblicherweise an Beratungsstellen ausgegeben werden, wird das Sammeln solcher Hinweise erleichtert und es kann ein Anpassprofil des gesamten Prozesses erstellt werden. Dadurch entstehen zwar eine Vielzahl subjektiver Einschätzungsdaten, die bei der individuellen Einstellung der Hörgeräte aber von großem Nutzen sein können (vgl. BOHNERT, BRANTZEN 2002; BONSEL, ULRICH 2003; KIEßLING 1983; KITŁOWSKA 2003; SESTERHENN, AROLD, BOPPERT 1996; SESTERHENN, AROLD, BOPPERT 1998).

- **Nachbetreuung und Nachsorge der Hörgeräteversorgung**

Die Nachbetreuung und Nachsorge umfasst verschiedene Bereiche. Nachfolgend ist beispielhaft eine Auswahl der wesentlichsten Überprüfungsmöglichkeiten der apparativen Versorgung mittels Hörgeräten bei Kindern aufgezählt (vgl. MEIER 1999):

- ❖ Ständige Kontrolle der Messergebnisse, auch mit dem Hörsystem und deren Erläuterung für die Eltern des hörgeschädigten Kindes.
- ❖ Informationen zur Anwendung und Pflege der Hörgeräte und dessen Zubehör.
- ❖ Hinweise zur häuslichen Überprüfung der Hörgeräte, beispielsweise mit dem Stetho-Clip.
- ❖ Vorführung von Zusatzgeräten wie beispielsweise einer FM-Anlage.
- ❖ Aushändigung eines Hörpasses.
- ❖ Regelmäßigen Nachkontrollen.
- ❖ Regelmäßige technische Überprüfung und Nachanpassung.
- ❖ Audiometrische Kontrollen.
- ❖ Ergänzende psychosoziale Unterstützung im privaten und beruflichen Bereich, mittels eines Angebots von Seiten der Beratungsstelle an die Eltern des hörgeschädigten Kindes.

Die Hörgeräteanpassung bei Kindern ist ein ständiger adaptiver Prozess, der eine regelmäßige Kontrolle und Neueinstellung der Technik an die sich ändernden Parameter, wie Gehörganggröße, audiometrische Befunde, Hör- und Sprachentwicklung, akustische Anforderungen u.a. ermöglichen soll (vgl. CONDIE, TCHORZ 2003, SZCZEPANKOWSKI 2003; TCHORZ, ARWEILER 2004). Ein gutes Einfühlungsvermögen, sowohl für die Kinder, aber auch für die Eltern, sowie ein hohes Maß an Fachwissen, viel praktische Erfahrung und eine sensible Beratungskompetenz sind notwendig, um einen optimalen Anpassprozess von Hörgeräten bei hörgeschädigten Kindern zu gewährleisten.

- **Apparative Versorgung mit einem Cochlear Implant**

Die ca. 17.000 Sinneszellen in der Cochlea sind in der Lage bei einem gesunden Ohr eine zeit- und frequenzabhängige Reizung des Hörnerven zu ermöglichen (vgl. Kap. 2.3.). Dazu stehen ca. 30.000 Hörnervenfasern zur Verfügung. Diese stehen in Verbindung zu den Sinneszellen. Dabei erfolgt die Tonhöhenfassung durch eine Zuordnung der Hörnervfasern zu einem bestimmten Bereich auf der Basilarmembran in der Schnecke; die Intensität, bzw. Lautstärke wird dabei durch die Anzahl der zu aktivierenden Hörnervfasern beeinflusst (vgl. DILLER 1997; DILLIER, LASZIG 2001; LASZIG, ASCHENDORFF, SCHIPPER, KLENZNER 2004).

Die Voraussetzung für eine apparative Versorgung mittels Cochlear Implant für hörgeschädigte Kleinkinder ist die Erregbarkeit des Hörnerven, der zentralen Hörbahnen und der entsprechenden Hörzentren im Gehirn (vgl. BÖHME, WELZLMÜLLER 1998). Die Entscheidung der Eltern für ein Cochlear Implant für ihr Kind

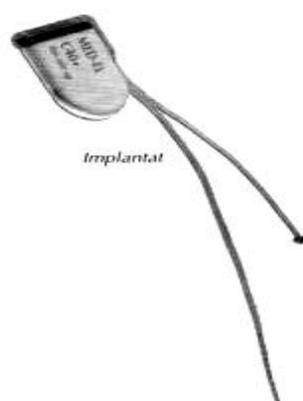
erfordert eine multidisziplinäre Zusammenarbeit (vgl. SCHÖNFELD 1994). Im Rahmen der Pädagogischen Audiologie sind dies vorwiegend Fragen zur Indikation eines Cochlear Implant selbst, zur Anpassung des Systems und zu nachfolgenden audiologischen Kontrolluntersuchungen, sowie einer prozessbegleitenden frühpädagogischen Förderung und einer Elternbegleitung. Die Förderung des Kindes auf seinem Weg des Hören- und Sprechenlernens in Form einer Dialogischen Früherziehung (vgl. HORSCH, BISCHOFF, FAUTZ, 2001A) ist vergleichbar mit der Förderung eines Kindes, das apparativ mit Hörgeräten versorgt ist. Sie ist dringend notwendig, um dem Kind in der neuen Hörsituation weiterhin ein natürliches Hör- und Sprachangebot zu ermöglichen.

- **Bau und Funktion eines Cochlear Implant**

Das Cochlear Implant, auch kurz CI genannt, besteht im Wesentlichen aus fünf Bauteilen: dem Implant mit dem Elektroden-Träger selbst, dem Sprachprozessor, dem Mikrophon, der Sende- und Empfangsspule. Die nachfolgende Abbildung 10 zeigt das Cochlear Implant System (Ansicht A), mit dem beide hörgeschädigte Kinder der Klinischen Stichprobe der OLSZTYNER HÖR REIME apparativ monaural versorgt sind. Der Sprachprozessor ist in der HdO-Schale zusammen mit dem Mikrophon integriert. Damit kann das gesamte Cochlear Implant System ähnlich einem HdO-Gerät getragen werden (Ansicht B).

Ansicht A

interner Bereich:

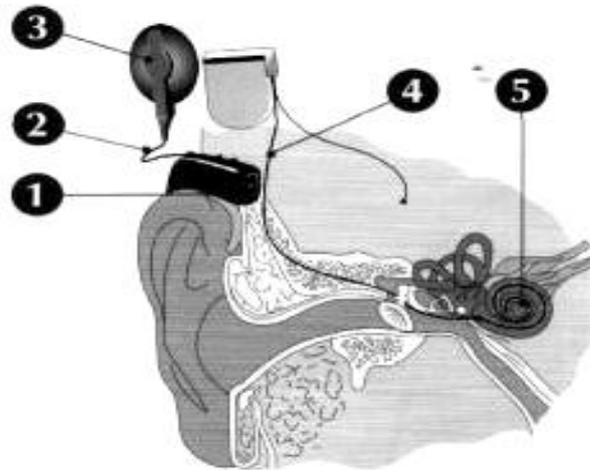


externer Bereich:



(MED EL 2002, 11)

Ansicht B



(MED EL 2002, 12)

Abb. 10: Bau eines Cochlear Implant

Ansicht B macht die Funktionsweise des Cochlear Implant deutlich. Der Schall wird zunächst über das Mikrophon (1)⁵, das in einer HdO-Schale, vergleichbar dem HdO-Gerät eingebaut ist, aufgenommen. Die elektrischen Signale werden direkt an den Sprachprozessor (1) weitergeleitet, der ebenfalls in der HdO-Schale platziert ist. Dieser wandelt das analoge Signal in ein digitales Signal um und mittels spezieller Kodierungsstrategien wird dieses dann der Sendespule (3) über ein kurzes Kabel (2) zugeführt. Die Informationsübertragung vom Sender zur Empfängerspule (Ansicht A: Implant) erfolgt transkutan, der Empfänger dekodiert das Signal und über die Elektrode (4) wird dies in der Cochlea (5) direkt an den Hörnerv weitergegeben. Dementsprechend wird durch den HNO-Chirurg der Elektrodenträger positioniert. Die so zugeführten elektrischen Impulse werden innerhalb der Cochlea tonotop übertragen, d.h. der Elektrodenträger ist möglichst modiulusnah angeordnet, so dass er frequenzspezifisch stimuliert. Dabei liegen die tiefen Frequenzen apikal hin zum Helicotrema, dem oberen Ende der Schnecke, die hohen Frequenzen hingegen sind basal angeordnet, gleich nach dem ovalen Fenster, das sich im Anschluss an den Steigbügel befindet (vgl. RICHTER 2001; RICHTER, ASCHENDORFF, KLENZNER, LÖHLE, LASZIG 2002; SKARŻYŃSKI, LORENS, PIOTROWSKA 2003).

⁵ Der Sprachprozessor neuerer Cochlear Implant Systeme ist innerhalb der HdO-Schale zusammen mit dem Mikrophon angeordnet.

Führende Cochlear Implant Hersteller bemühen sich bereits perimodioläre Cochlear Implant-Elektrodenträger zu entwickeln. Damit könnte möglicherweise eine erhöhte Sprachdiskriminationsfähigkeit erreicht werden. Außerdem verspricht man sich dadurch einen erniedrigten Stromverbrauch und somit eine längere Batterie-Überlebenszeit, was zukünftig das voll-implantierbare Cochlear Implant ermöglichen soll (vgl. LASZIG 2001B, LASZIG, ASCHENDORFF, SCHIPPER, KLENZNER 2002; RICHTER 2001).

Eine der aktuellen Entwicklungen wendet sich an beidseitig neural hörgeschädigte Menschen. Die apparative Versorgung durch ein ABI, einem Hirnstamm-Implantat (Auditory Brainstem Implant), stimuliert mittels Elektroden die Hörnervenkerne im Hirnstamm (vgl. BÖHME, WELZL-MÜLLER 1998; RENZELBERG 1999). Ein wesentliches Kriterium ist neben der Akzeptanz des Betroffenen auch eine kontinuierliche Anpassung an den sich möglicherweise verändernden Hörfähigkeiten.

- **Prozess der Anpassung eines Cochlear Implant bei Kindern**

Der Prozess der Anpassung des externen Systems und des Implants selbst erfolgt in mehreren Schritten. Für die Anpassung des Sprachprozessors von Kindern ist das spielerische Einüben einzelner Schritte mit dem Kind zusammen bereits im Vorfeld der eigentlichen Anpassung von Vorteil. Das Kind kann dabei mit dem System vertrauter werden, es lernt unterschiedliche Aufforderungen, die im Anpassprozess des Sprachprozessors notwendig werden. Oft sind dies Spielhandlungen, die auch in der Spielaudiometrie üblich sind. Die Erstanpassung des Sprachprozessors wird ca. 3 bis 4 Wochen postoperativ durchgeführt, d.h. erst dann erfolgt die Auswahl der Kanäle, sowie der Elektroden für die erste Elektrostimulation und die Bestimmung der Hörschwelle. Dafür sind minimale Stromstärken, die einen Höreindruck auslösen können notwendig. Ebenso wird der Bereich angenehmer Lautheit (MCL) und die Unbehaglichkeitsschwelle festgelegt (vgl. JAEKEL, RICHTER, LASZIG 2000A; LASZIG 2000B; LEHNHARDT 1996; SZUCHNIK, ŚWIĘCICKA, PIOTROWSKA 2003).

- **Die Erstanpassung des Sprachprozessors bei Kindern**

Für den Sprachprozessor eines Cochlear Implant muss der Techniker bzw. der Pädagoge, der dem Kind bereits aus der Früherziehung bekannt ist und die

Anpassung interdisziplinär mit begleitet, mittels Untersuchungen der Wahrnehmungsfähigkeit bzw. der Hörfähigkeit durch unterschiedliche Untersuchungsverfahren Daten sichern, die ihm eine verbesserte und individuelle Anpassung ermöglichen. Da die Einstellung für jede Elektrodenkonfiguration gefunden werden muss, d.h. die Wahrnehmungsschwelle, bzw. der Threshold oder T-Level, sowie die Reizstärke für eine angenehme Lautheitsempfindung für den Cochlear Implant Träger bestimmt werden müssen, benötigen der Techniker und der Pädagoge eine besondere Sensibilität und differenzierte Daten für eine verbesserte Anpassung des Systems. Das Erreichen angenehmer Lautheitsempfindung, auch als Comfort oder C-Level, bzw. als MCL - Most Comfortable Level bezeichnet und inzwischen oft schon durch UCL, Upper Comfortable Level ersetzt, ist im Prozess der Anpassung des Sprachprozessors sehr wichtig. Nicht selten liegt der Bereich zwischen T-Level und UCL unterhalb von 6dB, was keinen großen Spielraum zulässt. Die Stimulation an verschiedenen Reizorten innerhalb der Cochlea ruft beim Hörgeschädigten Hörempfindungen hervor, die mit der Tonhöhenempfindung Hörender verglichen werden kann. Mit den auf 17mm verteilten 22 Elektroden beispielsweise eines Cochlear Implants Spectra 22 kann der Frequenzbereich zwischen 700 und 11.000 Hz angesprochen und im optimalen Falle vom Implant-Träger auch wahrgenommen werden (vgl. DILLIER 2001).

Ergänzend zu psychoakustischen Verfahren werden elektrisch evozierte Potentiale als objektive Methode und der Nachweis des Stapediusreflex intraoperativ eingesetzt (vgl. BATTMER, GNADENBERG 1994). Die Schwelle der Hirnstammpotentiale liegt zwischen Hörschwelle und MCL und korreliert mit der Hörschwelle, die Schwelle des akustisch ausgelösten Stapediusreflex korreliert dagegen mit der MCL (vgl. BÖHME, WELZL-MÜLLER 1998). Eine Änderung des Höreindrucks beim implantierten Kind innerhalb der präoperativen Phase macht eine ständige Überprüfung der Schwellen (Hörschwelle, MCL, UCL) notwendig. Verschiedene vom Techniker vorprogrammierte Einstellungen des Sprachprozessors sind in diesem Prozess sehr hilfreich. Die Eltern können diese Programme durch Umlegen eines Kippschalters am Sprachprozessor selbst in Absprache mit dem betreuenden Techniker, bzw. Pädagogen in zeitlich festgelegten Abständen verändern, um damit Veränderungen, bzw. Verbesserungen des Hörverhaltens beim Kind zu Hause, bzw. in der Früherziehung festzustellen und damit die optimale Einstellung zu finden. Nachfolgende Überprüfungen des Sprachprozessors erfolgen meist mit Hilfe der

Hörfeldskalierung, bzw. verschiedenen Übungen zur Detektion von Phonemen, Perzeption prosodischer Merkmale, Identifikation von Wörtern und Sätzen (altersabhängig), sowie dem geschlossenen und offenen Sprachverstehen (vgl. LEHNHARDT 1996; RICHTER 2001).

Speziell für die Überprüfung der Anpassung des Sprachprozessors von Kindern mit Cochlear Implant, sowie der nachfolgenden kontinuierlich neu erforderlichen Einschätzung des Hören- und Sprechenlernens, ist der von Bertram entwickelte Hannover-Hörtest (vgl. BERTRAM 1994; LÖWE 1994; MEYER, BERTRAM, LEHNHARDT 1994). Diese Testbatterie wurde eigens für das Cochlear Implant Centrum Hannover entwickelt, dessen pädagogische Leitung Dr. Bertram ist. Die Testbatterie selbst beinhaltet nebst einer zunächst audiometrischen Überprüfung unterschiedliche Subtests im open-, sowie im closed-set, die altersabhängig für Kinder im Alter von 3-8 Jahren eingesetzt und dem Kind in live-voice dargeboten werden können (vgl. BERTRAM 1994).

- **Voraussetzungen für eine Cochlear Implantation**

Mit Fokus auf das Lebensalter des hörgeschädigten Kindes ist eine möglichst frühe Versorgung mittels Cochlear Implant anzustreben, um die kritischen Phasen der zentralen Hörbahnreifung zu berücksichtigen, d.h. die Plastizität des Gehirns optimal zu nutzen. Es ist bisher nicht definitiv zu beantworten, wann diese Plastizität endet, da sie sicherlich von zahlreichen individuellen Faktoren abhängig gemacht werden muss. Dabei sollte aber die minimale Hörfähigkeit des Kindes, die nahezu immer vorhanden ist, durch eine optimale Hörgeräteversorgung bereits zuvor unterstützt werden, um das auditorische System an die Verwertung akustischer Informationen zu gewöhnen (vgl. RICHTER 2001; RÜTER, ROTH, LASZIG 2002).

Nach der Entscheidung der Eltern des hörgeschädigten Kindes für eine Cochlear Implantation sind eine Reihe pädaudiologischer, medizinischer, sowie pädagogisch-psychologischer Voruntersuchungen erforderlich, um die Voraussetzungen für eine Operation zu sichern. Dabei wird verstärkt Wert darauf gelegt, dass die notwendigen Tests dem Entwicklungsalter des Kindes entsprechen. Unterschiedliche Verfahren aus der Pädagogischen Audiologie haben sich hier bewährt (vgl. Kap. 5.1.). Ziel dieser Voruntersuchungen ist es, die beidseitige Hörschädigung abzusichern, die Hörschädigung zu lokalisieren und die Erregbarkeit des Hörnerven nachzuweisen.

Dabei gilt es außerdem festzustellen, dass trotz optimaler Hörgeräteversorgung und regelmäßiger Früherziehung des hörgeschädigten Kindes keine wesentlichen Fortschritte in der Hör- und Sprachentwicklung gesichert sind. Weitere Voraussetzungen einer Cochlear Implantation bei Kindern, die bereits im Vorfeld abgeklärt werden, sind nachfolgend aufgeführt (vgl. BATTMER, GNADENBERG 1994; BÖHME, WELZL-MÜLLER 1998; DILLER 1997, DILLIER, LASZIG 2001, LASZIG 2000A; LASZIG 2000B; LASZIG 2001B; LASZIG, ASCHENDORFF, SCHIPPER, KLENZNER 2004; LORENS 2004).

- ❖ beidseitiger Hörverlust, bei dem eine Verbesserung der Hörfähigkeit durch das Cochlear Implant zu erwarten ist (vorausgehende apparative Versorgung mittels Hörgeräten).
- ❖ kein wesentlicher Fortschritt in der Hör- und Sprachentwicklung trotz optimaler apparativer Hörgeräteversorgung.
- ❖ guter Gesundheitszustand, kein erhöhtes Narkoserisiko, bzw. Operationsrisiko.
- ❖ gesicherte Förderung der Hör- und Sprachentwicklung begleitet durch die Eltern.
- ❖ gesicherte Förderung durch den zuständigen Kindergarten, bzw. die zuständige Schule.

Häufig diskutiert und in der Fachliteratur nicht einheitlich vertreten ist die Indikation für das Cochlear Implant bei hörgeschädigten Kindern mit zusätzlichen Behinderungen. Unklarheit besteht zum einen über die Auswirkungen eines derartigen Eingriffs für die weitere Entwicklung des Kindes, sowie dem Nutzen, den das Kind vom Cochlear Implant für das Hören und möglicherweise dem Erlernen des Sprechens haben wird.

Fragestellungen aus habilitationspädagogischer Sicht, sind nach Bertram in der Konsequenz einer Implantation bei einem hörgeschädigten Kind mit zusätzlichen Behinderungen auf der therapeutischen, d.h. auf Seiten der pädagogischen Nachsorge in Form einer professionellen Früherziehung zu suchen. Dann sind diese Kinder, so Bertram, nicht grundsätzlich für eine Implantation ausgeschlossen. Die damit verbundenen Schwierigkeiten jedoch dürfen nicht vernachlässigt werden (vgl. GEREMEK, SZUCHNIK, SKARŻYŃSKI 2003; KOBOSKO, KOSMALOWA 2004A; KOBOSKO, KOSMALOWA 2004B).

Umfangreiche Information, Beratungsgespräche und die Absicherung durch die Eltern auf die Möglichkeit einer professionellen Früherziehung ihres hörgeschädigten Kindes mit zusätzlichen Behinderungen bereits vor der Implantation, trägt in erheblichem Maße dazu bei, welchen Nutzen das Kind selbst vom Implant erhalten kann. Eine emotionale Entlastung für das Kind und die ganze Familie sind dadurch

möglich (vgl. DILLER 1997; HORSCH, BISCHOFF, FAUTZ 2002D; HORSCH, BISCHOFF, FAUTZ, JARZĄBEK, STECHER 2002; KOBOSKO 2003).

- **Funktionskontrolle des Cochlear Implant Systems**

Die Funktionskontrolle eines Cochlear Implant Systems ist von großer Bedeutung, vor allem dann, wenn das hörgeschädigte Kind noch zu klein ist, um beispielsweise selbst über den optimalen Zustand der Batterien, sowie anderer Funktionen Auskunft zu geben. Daher muss eine Kontrolle ohne Mitarbeit des Kindes möglich sein, die auch von den Eltern im häuslichen Bereich, bzw. dem Früherzieher zu Beginn jeder Früherziehungseinheit schnell und sicher durchgeführt werden kann.

Die Batteriekontrolle ist mit Hilfe eines Batterietesters jederzeit möglich und leicht durchzuführen. Die Kontrolle soll stets am Abend erfolgen, da damit der aktuelle Ladezustand der Batterie angezeigt wird. Eine halb-leere Batterie, die sich über Nacht im ausgeschalteten Implant befindet, wird am nächsten Morgen im Check immer zunächst einen optimalen Zustand signalisieren, der jedoch nicht lange andauert und damit das Cochlear Implant nur für einen kurzen Zeitraum mit optimaler Stromstärke versorgt. Neue Implant Systeme sind elektronisch bereits so gesteuert, dass sie bei nicht ausreichender Stromstärke der Batterien dies mittels einer Leuchtdiode am Headset⁶ signalisieren, bzw. sich selbst in den Off-Modus schalten.

Die optische Kontrolle des Implant Systems, d.h. die Überprüfung des äußeren Zustandes des Sprachprozessors und dessen Kabel, das zur Sendespule führt, ist ebenfalls leicht von den Eltern durchzuführen. Eine regelmäßige sachgerechte Reinigung der Teile trägt dabei in hohem Maße zu deren verlängerter Lebensdauer bei.

Mittels der Quick-Check Testgerät-LED, beispielsweise der Firma Med El, die man unmittelbar über die Sendespule hält und dazu selbst stimmliche Impulse gibt, ist es außerdem möglich, die Weiterleitung akustischer Signale vom Sprachprozessor zur Sendespule schnell und zuverlässig zu überprüfen. Die Leuchtdiode leuchtet dabei im Rhythmus der selbst produzierten sprachlichen Äußerungen (vgl. MED EL 2000).

Selbstverständlich gibt es auch ursächliche Fehler im Inneren des Systems selbst, wie beispielsweise ein Elektrodenbruch, ein Kurzschluss oder auch ein

⁶ Als Headset werden diejenigen Komponenten eines Cochlear Implant Systems bezeichnet, die direkt am Kopf getragen werden (Sprachprozessor, Mikrofon und Sendespule).

Gehäusebruch. Diese Artefakte sind allerdings nur durch Hilfe des Audiologen, Arztes oder Technikers zu beheben. Eine Liste von Überprüfungsmöglichkeiten des internen Cochlear Implant Systems mit Hinweisen auf mögliche Fehler ist bei Diller ausführlich beschrieben (vgl. DILLER 1997).

- **Pädagogische Aspekte einer Cochlear Implantation**

Die apparative Versorgung von Kindern mittels eines Cochlear Implant ist ebenso wie die Versorgung mit Hörgeräten eine interdisziplinäre Aufgabe und nur als solche zu verantworten und zu realisieren. Daher ist das Ziel der Cochlear Implant Versorgung bei Kindern, zu einem für den Hör- und Spracherwerb günstigen Zeitpunkt zu implantieren. Das bedeutet, die Hörschädigung des Kindes so früh wie möglich zu erfassen, zu diagnostizieren und alle weiteren Schritte für eine apparative Versorgung und eine Dialogische Früherziehung einzuleiten. Weiterhin muss ein engmaschiges diagnostisches follow-up gewährleistet sein, um das Kind auch pädaudiologisch bestmöglich auf seinem Weg des Hören- und Sprechenlernens zu begleiten. Die Dialogische Früherziehung ist dabei richtungsweisend (vgl. HORSCH, BISCHOFF, FAUTZ 2002B).

Für den Verlauf der Hör-, Sprach- und Sprechentwicklung ist es von großer Bedeutung, dass das Kind nach der Implantation, bzw. nach der Erstanpassung des Sprachprozessors auf die vielfältigen Hörereignisse seiner Umwelt aufmerksam gemacht wird. Damit kann sich für das Kind Hören zu einem wahren Erlebnis entwickeln, und es wird bald viele dieser Hörereignisse selbst in seiner Umwelt entdecken. Innerhalb einer Dialogischen Früherziehung gemeinsam mit den Eltern können dafür Musikinstrumente, geräuscherzeugende Spielzeuge oder Umweltgeräusche sehr hilfreich und für die verbesserte Hörfähigkeit des Kindes unterstützend sein. Jedoch stellt der unmittelbare Kontakt zum Kind dabei einen weitaus intensiveren Dialog dar. Durch Blickkontakt, Differenzierung innerhalb stimmlicher Äußerungen zum Kind oder beispielsweise unterschiedliche Mimik und Gestik, kann eine intensive und unmittelbare Beziehung zum Kind hergestellt werden, die durch keinen neutralen Gegenstand ersetzt werden kann. Die dialogische Beziehung zum Kind wird dabei als Motor für den Hör- und Spracherwerb angesehen (vgl. HORSCH 2002B).

6. MODERNE SPRACHAUDIOMETRIE FÜR KINDER

Sprachaudiometrie für Kinder ist im Hinblick auf die Sprachentwicklung und die Hörentwicklung des Kindes ein komplexer Fachbereich der Pädagogischen Audiologie. Eine Übertragung der Methodik aus der Sprachaudiometrie für Erwachsene ist nur eingeschränkt möglich. Sprachaudiometrie bei Kindern erfordert außerdem ein besonders hohes Maß an Einfühlungsvermögen von Seiten des Untersuchers. Bei Kindern, bei denen beispielsweise die Sprachentwicklung nicht dem Lebensalter entspricht, kann die Durchführung der Sprachaudiometrie dadurch erschwert werden, dass das Kind einzelne Wörter nicht versteht, bzw. selbst nicht in der Lage ist, alle Wörter nachzusprechen.

Um die Sprachaudiometrie für Kinder so kindgerecht wie möglich zu gestalten, muss besonderer Wert auf die Auswahl des Testmaterials und dessen Sinngehalt gelegt werden. Damit das Verfahren zudem allgemein gültigen Anforderungen entspricht, sollte es auch für Kinder unter Einfluss von Störschall dargeboten werden können.

Die in den nachfolgenden Kapiteln dargestellten Anforderungen einer optimierten Sprachaudiometrie für Kinder wurden ausschließlich für den polnischen Sprachraum und unter Berücksichtigung aktueller polnischer und deutscher Forschungsergebnisse, für die OLSZTYNER HÖR REIME konzipiert.

6.1. Sprachaudiometrie für Kinder

Zielgruppe des OHR-Verfahrens sind hörgeschädigte polnische Kinder im Alter von 3-7 Jahren. Die audiologische Diagnostik im Kindesalter benötigt damit spezielle kindgerechte Untersuchungsverfahren. Die Sprachaudiometrie für Kinder kann dabei nicht vorbehaltlos Verfahren und Kenntnisse aus der Erwachsenensprachaudiometrie ohne wesentliche Modifikationen übertragen. So üben beim Kind und hier besonders beim Kleinkind Faktoren wie Wortschatz, Entwicklungsalter, Kooperationsbereitschaft, bzw. –fähigkeit und Motivation einen erheblichen Einfluss auf die Durchführbarkeit des gesamten Verfahrens aus. Die Altersangabe für ein sprachaudiometrisches Verfahren kann sich ebenso auf das Entwicklungsalter der Kinder und nicht auf das Lebensalter beziehen.

- ❖ Das Ziel-Item kommt für das Kind unvermittelt und plötzlich, d.h. ohne einen sog. Ankerschall, also einem Aufforderungssatz wie beispielsweise „Wo ist ...?“ oder „Bitte zeige ...“ oder einem anderen auditiven Ankündigungssignal.
- ❖ Das Ziel-Item steht im offenen Antwortformat, d.h. das Wort soll vom Kind verbal wiederholt werden. Die Möglichkeit das Kind zum Nachsprechen des auditiv präsentierten Stimulus aufzufordern, das sich im Prozess des Hören- und Sprechenlernens befindet, ist daher für ein modernes Verfahren so nicht angemessen. Der passive Wortschatz des Kindes wird dabei nicht berücksichtigt, der in seiner Sprachentwicklung aber über den Fähigkeiten im aktiven Wortschatz des Kindes liegt.
- ❖ Eine Auswertung nach richtigen oder falschen Phonemen ist nur mit sehr hohem Aufwand möglich; ein weiterer Grund, vom offenen Antwortformat im Bereich der Pädagogischen Audiologie abzusehen.
- ❖ Messungen unter Störschall mit verschiedenen Signal-Rauschverhältnissen (S/N Werte) und unterschiedlicher räumlicher Anordnung von Nutz- und Störschallquelle sind meist aus Zeitgründen nicht möglich, wären aber für eine realitätsnahe Untersuchung dringend notwendig. Eine Normierung der Verfahren wird zusätzlich erschwert, da sie mit Hilfe von Kindern im entsprechenden Alter durchgeführt werden müsste.
- ❖ Der Bekanntheitsgrad der Einsilber ist nicht durchgängig gesichert. Verständlichkeit korreliert meist auch mit Bekanntheit des Worts, dennoch ist entgegen der ursprünglichen Absicht eine unterschiedliche Verständlichkeit inzwischen wissenschaftlich belegt. Mehr Homogenität innerhalb des Testwortinventars, aber auch innerhalb der einzelnen Testlisten ist daher anzustreben.
- ❖ Psychologische Hemmnisse treten innerhalb einzelner Testlisten auf (Aas, Sau, etc.). Diese sollten besonders innerhalb sprachaudiometrischer Verfahren mit Kindern vermieden werden.
- ❖ Aussagen für eine verbesserte apparative Versorgung mit Hörgeräten bzw. Cochlear Implant bei Kleinkindern sind aufgrund vieler in der Sprachaudiometrie gegenwärtig eingesetzten Verfahren erschwert möglich und sind daher anzustreben.

Diese Schwachstellen sind mittlerweile wissenschaftlich fundiert, was eine Reihe von deutschen und polnischen Studien belegen (vgl. INGOLD; TSCHOPP 1992; KIEßLING 2000; KLIEM, KOLLMEIER 1995; PRUSZEWICZ 1994; PRUSZEWICZ, ŚWIDIŃSKI 2002; WENDLER, SEIDNER, KITTEL UND EYSHOLDT 1996; VON WEDEL 2002).

6.2. Aktuelle Aspekte der Sprachaudiometrie

Ein in der Theorie und teilweise bereits in der Praxis im deutschen Sprachraum angewandter Ansatz einer zeitgemäßen Sprachaudiometrie ist der Reimtest mit geschlossenem Antwortformat, wie er für die Überprüfung von

Telekommunikationsanlagen von Sotscheck (1982) entwickelt und in den folgenden Jahren durch Kollmeier und Mitarbeiter auch für Kinder weiterentwickelt wurde (vgl. KLIEM 1990; KLIEM, KOLLMEIER 1995; KLIEM, KOLLMEIER 1995; KOLLMEIER 1996).

Die ursprüngliche Form eines solchen Tests besteht aus Einsilbern des entsprechenden Sprachraums, die nach dem Muster CVC, also Konsonant-Vokal-Konsonant, aufgebaut sind. Zum jeweiligen Ziel-Item erhält der Proband auf Antwortkarten oder einem Touch-Screen in einer festgelegten Anzahl die Antwortalternativen. Die Antwortalternativen innerhalb des geschlossenen Antwortformats, auch Distraktoren genannt, unterscheiden sich dabei jeweils in einem Phonem, beispielsweise im Anlaut des Worts: Dose-Rose-Hose. Unterscheidungen des Ziel-Items für das Reimpaar im Vokalbereich in wortmedialer Stellung sind ebenfalls denkbar. Der Proband muss sich nach Darbietung des akustischen Stimulus für eine Alternative entscheiden.

Es sind dabei Antwortalternativen möglich, innerhalb denen zwei Wörter als Reimpaar gestaltet sind und eine dritte Antwortalternative sich grundlegend unterscheidet (Bsp. Haus-Maus-Vogel). Durch den Einsatz einer solchen Stimulusdiskrepanz können Phonemverwechselungen innerhalb des Reimpaars eindeutiger zugeordnet werden. Die dritte Antwortalternative (im Beispiel: Vogel) scheidet somit bei Unsicherheiten der eindeutigen Diskrimination des wahrgenommenen Phonems für das Reimpaar aus, sie dient lediglich als Stimulusdiskrepanz und übernimmt die Funktion eines sog. Füllworts (vgl. LÖWE, HELLER 1972). Die Anzahl der Stimulusdiskrepanzen, die zusätzlich zum Reimpaar dargeboten werden, kann variieren und mit Hilfe entsprechender Verfahren von Michelsen und Müller (1988) ausgewertet werden (vgl. LIENERT, RAATZ 1998).

Von Wallenberg und Kollmeier verwenden Reimensembles und haben den sog. WAKO- bzw. Göttinger Reimtest für die Anwendung in der Audiologie daraus abgeleitet (vgl. KIEßLING 2000). Eine verkürzte Untersuchungsdauer, sowie die Vermeidung extrem unbekannter Wörter werden darin angestrebt. Um größere Zeiteinsparung zu erreichen, was im Bereich der Pädagogischen Audiologie ein wesentliches Kriterium darstellt, verweisen von Wallenberg und Kollmeier auf die ausschließliche Verwendung des Materials mit Unterscheidung im Anlaut (ebd.).

Durch Berücksichtigung dieser genannten Aspekte repräsentiert der Göttinger Reimtest im deutschen Sprachraum derzeit eines der fortschrittlichsten Testmaterialien (vgl. KIEßLING 2000). Ein Störschall mit entsprechenden Signal-

Rauschverhältnissen (S/N-Werten) wird gerade für realitätsnahe Untersuchungen immer dringlicher, wobei großer Wert auf die dem Nutzschall sehr ähnliche zeitliche, als auch spektrale Struktur beigemessen wird (vgl. DÖRING, HAMACHER 1992). Ebenso sollten die Testbedingungen für die Sprachaudiometrie mit Störschall gut reproduzierbar, praxisbezogen und gerade für Kinder bei der Durchführung apparativ wenig aufwendig sein (vgl. INGOLD, TSCHOPP 1992).

Ein derartiges Verfahren für hörgeschädigte Kinder im polnischsprachigen Sprachraum ist anzustreben, um die Anpassung der Hörgeräte, bzw. die Anpassung des Sprachprozessors des Cochlear Implant optimiert zu gestalten. Der aktuell klinisch eingesetzte Polnische Sprachtest (vgl. PRUSZEWICZ, WIKA, SURMANOWICZ-DEMENKO, RICHTER 1999) ist, wie bereits erwähnt, nicht speziell für Kinder ausgerichtet, er liefert außerdem keine differenzierten Daten innerhalb der Auswertung, um die apparative Versorgung zu optimieren. Ein weiterer Grund, ein speziell für Kinder ausgerichtetes Verfahren für die polnische Pädagogische Audiologie zu entwickeln, das sowohl im klinischen Bereich, als auch in pädaudiologischen Beratungsstellen Einsatz finden könnte.

6.3. Reimensembles für Kinder

Bei Reimensembles für Kinder im Alter von 3-7 Jahren sollte zu jedem auditiv dargebotenen Test-Item als Antwortalternative die entsprechende bildliche Darstellung des Begriffs dargeboten werden. Die Antwortaufgabe für das Kind besteht dann darin, die richtige bildliche Darstellung des auditiv wahrgenommenen Stimulus auf einem LCD-Touch-Screen oder auf einfacher bildlicher Darstellung zu zeigen. Damit wird der weitaus größere passive Wortschatz des Kindes berücksichtigt, bzw. eine mögliche Schwäche im aktiven Wortschatz des Kindes wirkt sich nicht auf das Testergebnis aus. Durch differenzierte Fehleranalyse mittels verschiedenster Methoden, wie beispielsweise der hierarchischen Clusteranalyse oder der Transinformationsanalyse, können Phonemverwechslungen analysiert und Schwierigkeiten der auditiven Wahrnehmung besser lokalisiert werden (vgl. KOBOSKO, KOSMALOWA 2004A/B; WESSELKAMP, KLIEM, KOLLMEIER 1992). Außerdem können durch den Vergleich des nicht, bzw. des falsch-diskriminierten Phonems in der wortinitialen, wortmedialen oder wortfinalen Stellung im Ziel-Item Rückschlüsse

auf den Teil des Frequenzspektrums gezogen werden, wo eine individuellere Optimierung der apparativen Versorgung anzustreben ist.

Ein derartiges diagnostisches Messinstrument für Kinder im Alter von 3-7 Jahren liegt für den polnischen Sprachraum derzeit nicht vor. Der gegenwärtig meist eingesetzte Zahlen- und Worttest zum Hörtraining in Polen ist der Polnische Sprachtest nach Pruszewicz (erschienen bei WESTRA Elektroakustik GmbH, 1999) vom Department of Phoniatics and Audiology an der K. Marcinkowski University of Medical Sciences in Poznań. Allerdings ist der Test nicht speziell für Kinder ausgerichtet. Die Auswahl des Wortmaterials ist teilweise aus den NLA-93-Listen übernommen (vgl. PRUSZEWICZ 1994). Der Test ist als Reimtest aufgebaut, d.h. das merkmalsunterscheidende Zielphonem befindet sich in wortinitialer, wortmedialer und wortfinaler Stellung im Wort. Die Testgesamtauswertung gibt nur bedingt Hinweise zur Verbesserung einer apparativen Versorgung anhand der Analyse der Phonemverwechslungen. Ziel des Tests ist eine Diskriminationsfunktion für Zahlen und Wörter mit Verständlichkeit bzw. Diskriminationsverlust in % und der Angabe des Hörverlusts in dB. Ähnlich hat Hahlbrock diese Auswertungsmethode für seine Freiburger Sprachaudiometrie bereits 1953 entwickelt. Viele der im klinischen Einsatz sich befindlichen Verfahren im polnischen, wie im deutschen Sprachraum arbeiten nach dieser Methode.

6.4. Frequenzspezifika innerhalb der Sprachaudiometrie

Kinder im Alter von 3-7 Jahren sind oft noch nicht imstande eine inadäquate Verstärkungswahl oder das Überschreiten der Unbehaglichkeitsschwelle zuverlässig anzugeben. Auch die In-situ Messung als unterstützende Methode bei der Anpassung von Hörgeräten, ist in dieser Altersphase häufig nur erschwert durchführbar. Spezifische Probleme beim Einsatz der In-situ Messung bei Kleinkindern, wie beispielsweise Bewegungsartefakte, kleine Gehörgänge oder Rückkopplungsneigung aufgrund keiner Zusatzbohrung in den Otoplastiken, bzw. keinem Libby- oder Bake-Horn, führen häufig dazu, dass auf diese Untersuchung verzichtet wird. Dennoch sprechen eine Menge Daten explizit für die Durchführung einer solchen Untersuchung, besonders im Hinblick auf die Berücksichtigung des Residualvolumens im Gehörgang, die Höhenwiedergabe, sowie Begrenzungs- und

anderer Regeleigenschaften (PC, AGC⁰/AGC¹)⁷ eines Hörgeräts (vgl. KIEßLING 1989; VON WEDEL 2002).

Bereits in der Erprobungsphase sind Kinderkunstköpfe für die Hörgerätemessung. Der sog. KEMAR, ein fester Bestandteil bei der Anpassung von Hörgerätesystemen, ist leider ausschließlich auf die physiologischen Abmessungen von Erwachsenen konzipiert. Da die Außenohr-Übertragungsfunktion wesentliche Informationen beinhaltet, die ein akustisches Signal durch Beugung und Reflexion am Kopf erfährt, ist es besonders bei Kindern notwendig, diese Daten so differenziert wie möglich zu erhalten. Mittels eines indirekten Verfahrens lässt sich bereits diese Außenohr-Übertragungsfunktion ermitteln. Dafür werden die genauen Kopfabmessungen des Kindes erfasst, woraus ein sog. CAD-Modell erstellt wird, aus dem mittels spezieller Methoden die erforderlichen Daten berechnet werden können, um das Hörsystem beim Kind optimiert anpassen zu können. Mit Hilfe einer statistischen Datenerhebung vieler Kinderköpfe ist mittlerweile ein „mittlerer Kindergartenkopf“ (WARNCKE 2004, 81) entwickelt, der durch weitere wissenschaftliche Studien auf sämtliche Altersgruppen erweitert werden soll.

Die neueren Hörgeräte verfügen bereits über Equalizerfunktionen in bis zu 20 verschiedenen Frequenzbändern. Diese Bänder liegen in einer konstanten Breite von nur 1/3 Oktave und somit sehr nahe an der Breite der kritischen Bänder im menschlichen Gehör (vgl. HERBST 2001; TCHORZ, ARWEILER 2004). Jede Frequenz wird also je nach dem Amplitudenmaximum an einem Ort der Basilarmembran abgebildet. Dabei kommt es zu einer Dispersion, d.h. einer räumlichen Trennung nach Frequenzen, der sog. tonotopen Organisation in der Cochlea. Dies bedeutet dann, dass eine noch differenziertere individuellere Anpassung des Frequenzgangs an den Hörverlust des Trägers möglich geworden ist und damit eine Verlagerung des Langzeit-Sprachspektrums in den individuellen Restdynamikbereich des Trägers durch frequenzspezifische Verstärkung und Kompression in mehreren Frequenzbändern zu erreichen ist (vgl. KIEßLING 2001).

⁷ Automatische Regeleigenschaften eines Hörgeräts: PC: Peak Clipping; AGC⁰: Automatic gain controll im Bereich des output; AGC¹: Automatic gain controll im Bereich des input

6.5. Frequenzspezifische Sprachaudiometrie in der Pädagogischen Audiologie

Die Erstellung eines Spektrogramms (Sonagramm) des Sprachmaterials und dessen Analyse innerhalb der phonemunterscheidenden Merkmale kann wesentliche Aspekte für eine aktuelle Sprachaudiometrie im Einsatz zur Optimierung der apparativen Anpassung von Hörgeräten bzw. Cochlear Implant Systemen bei Kindern im Alter von 3-7 Jahren leisten. Signalverarbeitungsstrategien der Hörgeräte und Cochlear Implant Systeme haben sich die Wiederherstellung einer differenzierten Lautheitswahrnehmung durch den Hörgeräte- bzw. Cochlear Implant Träger zum Ziel gemacht.

Im Hinblick auf die Zielsetzung eines Verfahrens für die Sprachaudiometrie zur Optimierung der apparativen Versorgung hörgeschädigter Kinder sollte man einen wesentlichen Aspekt in der Pädagogischen Audiologie hervorheben: Tonaudiometrie als ein Verfahren, welches den Hörverlust in dB HL diagnostiziert, ist ohne Berücksichtigung der praktischen, bzw. innerhalb der Pädagogischen Audiologie, ohne jegliche pädagogische Relevanz. Dies gilt vor allem dann, so lange noch keine Aufblähkurve erstellt wurde. Die Sprachaudiometrie hingegen kann als eine indikationsbezogene Methode, beispielsweise für eine Dialogische Früherziehung (vgl. BISCHOFF, BISCHOFF, HORSCH 2004; HORSCH, BISCHOFF 2003; HORSCH, BISCHOFF, FAUTZ 2002), aber auch für eine verbesserte apparative Versorgung, an Bedeutung gewinnen. Kindgerechte Minimalwortpaare, die sich in einem Phonem, beispielsweise in wortinitialer Position unterscheiden, können Verwendung finden. Die betroffenen Phoneme sollten dabei eine möglichst maximale spektrale Differenz in einem kritischen Frequenzbereich aufzeigen (vgl. HELLER 1992). Bereits Beasley und Rosenwasser (1950), sowie Stevenson und Martin (1977) verwendeten Wortlisten vom Typ CVC, die den Fokus auf Vokal-, bzw. Konsonanterkennung innerhalb der Reimpaare richteten, wobei ein Energiemaximum im tief-, mittel-, bzw. hochfrequenten Bereich unterschieden wurde. Bei Hellers sog. Frequenzspezifischer Sprachaudiometrie (FSpA) werden maximale spektrale Differenzen innerhalb der Wortpaare differenziert, die jeweils ein /s/-Wort mit einem Wort mit anderem Konsonant paaren (beispielsweise: nagen-Nasen, raten-Rasen, u.a.). Knoblach, der die in Hellers FSpA verwendete Analogtechnik durch die Digitaltechnik weiterentwickelte, hat weiterhin das Phonem /s/ ausschließlich als Prototyp für alle Phoneme mit Energieschwerpunkt im hochfrequenten Bereich beibehalten. Dank der Digitaltechnik kommt es zum Ausschluss von Konsonant-Vokal-Transienten.

Grundwörter mit Vokalen im Anlaut werden digital mit dem natürlichen Phonem /s/ (hier aus dem Wort Saal) kombiniert (beispielsweise: Eile → Seile oder Eule → Seule). Knoblach kommt durch die Weiterführung der FSpA Hellers dadurch zu einer differenzierteren Interpretation der individuellen Hörfähigkeit und ein Zusammenhang zwischen /s/-Diskrimination und der Verständlichkeit des Testworts kann aufgezeigt werden (vgl. KNOBLACH 1992). Analysen im Hinblick auf eine Optimierung der apparativen Anpassung haben die Autoren Heller und Knoblach nicht vorgesehen.

Die OLSZTYNER HÖR REIME, die auf frequenzspezifische Parameter ausgerichtet sind, d.h. deren Wortlisten durch Zielphoneme frequenzspezifisch charakterisiert sind, können damit als Ergänzung im Anpassungsprozess der apparativen Versorgung für hörgeschädigte polnische Kinder innerhalb der Pädagogischen Audiologie angesehen werden.

6.6. Störschall in der Audiometrie mit Kindern

Eine möglichst große Homogenität des Sprachmaterials ist für ein sprachaudiometrisches Verfahren für Kinder wünschenswert und bei der Entwicklung in hohem Maße anzustreben. Um die Homogenität des Sprachmaterials zu erhöhen, sollen zunächst die Ziel-Items auf ihre gleichmäßige Verständlichkeit hinsichtlich des Schalldruckpegels untersucht werden, d.h. die einzelnen Wortlisten sollten von verschiedenen Probanden als gleichmäßig laut im Vergleich zum Ankündigungssatz und damit als gut verständlich eingeschätzt werden können. Eine Methode des subjektiven Lautheitsausgleichs wurde für die Entwicklung der OLSZTYNER HÖR REIME methodisch umgesetzt (vgl. Kap. 7.2.).

Einen Eindruck von Sprachverstehen, wie er in der realen Hörsituation vermittelt wird, ist nur durch sprachaudiometrische Verfahren mit Störschall möglich. Daher ist dringend anzustreben, die Untersuchungssituation grundsätzlich unter Störschalleinfluss durchzuführen (vgl. LEHNHARDT 1996). Ein sprachsimulierendes Rauschen, bzw. ein eigens aus dem Wortmaterial des Verfahrens generiertes Störgeräusch sollte dafür entwickelt werden. Mit einem Pegel zwischen 50 und 60dB SPL wird dieses von vorn gemeinsam mit dem Wortmaterial dargeboten. Weitere Messanordnungen, wie beispielsweise in Abbildung 12 aus zwei Lautsprechern unter +45° und -45° dargestellt, sind denkbar (ebd.).

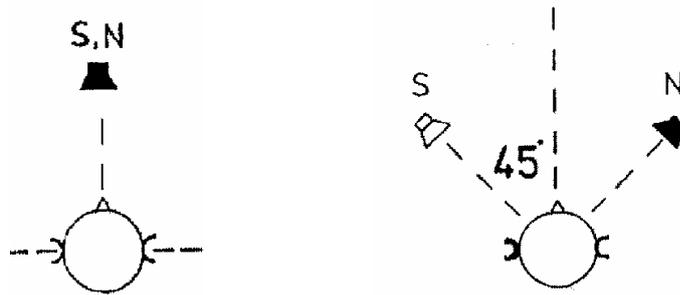


Abb. 12: Anordnungsmöglichkeiten der Lautsprecher für die Sprachaudiometrie

Der so generierte Störschall kann dann als zweite Spur auf der CD mit dem gewünschten Pegel eingesetzt werden. Der Pegel für das Sprachmaterial kann nun variiert, aber jeweils konstant für eine Wortliste dargeboten werden. So kann für jeden Probanden beim jeweiligen Nutzschall-Störschallverhältnis (S/N-Verhältnis) die Verständlichkeit in % angegeben werden. Allgemein wird in der Sprachaudiometrie häufig auf eine 50% Verständlichkeit des Sprachmaterials untersucht. Dafür stehen differenzierte Methoden zu Verfügung. Das Up-Down Verfahren nach LEVITT (1971) beispielsweise variiert während dem Hörvorgang einer Wortliste ständig den Pegel des Wortmaterials, je nach Verstehen des Probanden, um eine 50%ige Verständlichkeit zu erreichen. Der Störschall wird dabei konstant gehalten.

Eine weitere Möglichkeit zur Bestimmung der Verständlichkeit des Wortmaterials und damit für eine optimierte Homogenität ist die Erstellung einer wortspezifischen Diskriminationsfunktion für jedes Wort. Dabei wird ebenfalls jeweils ein S/N-Verhältnis konstant gehalten (vgl. KLIEM 1993).

6.7. Digitalisierung von Sprachmaterial für die Sprachaudiometrie

Die Digitalisierung des Sprachmaterials ist einer der wichtigsten Schritte im methodischen Vorgehen bei der Erstellung eines sprachaudiometrischen Verfahrens. Damit werden die akustischen Signale normiert, d.h. die Aufnahmen der Sprecherin, bzw. des Sprechers werden so bearbeitet, dass sie nicht an Natürlichkeit verlieren. Durch diese Normierung werden die digitalen Aufnahmen einheitlich reproduzierbar, was in direkter Ansprache zum Kind in live-voice Darbietung nicht gesichert ist.

Der Speech Editor Cool Edit Pro, mittels dessen Hilfe die Sprachaufnahmen der OLSZTYNER HÖR REIME im AVZ der Pädagogischen Hochschule Heidelberg bearbeitet wurden, ist ein computergestütztes Verarbeitungsprogramm von Musik und Sprache, das neuesten Anforderungen auf diesem Gebiet entspricht. Die digitale Bearbeitung der OLSZTYNER HÖR REIME konnte daher mit Hilfe dieses digitalen Multitrack Editors optimal durchgeführt werden. Aufgrund zahlreicher unterschiedlicher Methoden, die zur Analyse für das Sprachmaterial der OLSZTYNER HÖR REIME zur Verfügung stehen, soll nachfolgend ein Einblick in die Grundlagen der Akustik, sowie in ausgewählte Methoden zur Kurzzeit- und Langzeitanalyse gegeben werden. Aufgrund der herausragenden Bedeutung des Spektrogramms für die OLSZTYNER HÖR REIME wird diese Thematik innerhalb eines eigenen Unterkapitels näher betrachtet (vgl. Kap. 6.8.).

- **Akustische Grundlagen**

Der Schall stellt für das Gehör einen ständig andauernden Reiz dar: als reine Sprache, als störender Lärm beispielsweise einer Straße oder als angenehm empfundene Musik.

Wichtige charakteristische Größen für diese äußeren akustischen Reize sind beispielsweise Schwingungsdauer (T), Frequenz (f), Wellenlänge (λ), Schalldruck (p) und der Schalldruckpegel (L). T entspricht dabei der Zeit, die benötigt wird, um eine volle Schwingung um seine Ruhelage zu vollziehen. Im wissenschaftlichen Diskurs, vor allem im Kontext der Pädagogischen Audiologie, findet sich am häufigsten die Frequenz (f). Sie gibt die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde an und ist damit definiert durch $f = 1/T$. Die Einheit wird dabei in Hertz (Hz) angegeben. λ gibt den Weg an, den ein Teilchen für eine volle Schwingung zurücklegt. Es ist der Abstand zweier Punkte, die in demselben Schwingungszustand sind. Durch die Begriffe Pascal (Pa) und Mikropascal (μPa) ist der dazugehörige Schalldruck (p) beschrieben. Es handelt sich um eine Druckschwankung im Medium, die den Druck im Ruhezustand überlagert. Der geringste vom Menschen wahrgenommene Schalldruck beträgt $20 \mu\text{Pa}$. Für den Schalldruckpegel (L) ist es nicht möglich, diesen linear in einem Diagramm anzuordnen. Daher ist der Schalldruckpegel (L) eines Tones mit dem Schalldruck (p) durch das logarithmische Verhältnismaß Dezibel (dB) definiert (vgl. BÖHME, WELZL-MÜLLER 1998; KOLLMEIER 1997; LEHNHARDT 1996; WRIGHT 1997).

- **Signale und Waves**

Eine sog. Wave kann im Kontext der digitalen Signalverarbeitung mit Hilfe des computergestützten Verarbeitungsprogramms Cool Edit Pro Vers. 2.1 (vgl. SYNTRILLIUM SOFTWARE CORPORATION 1999) als Soundwave verstanden werden. Sie entspricht einer Darstellungsform, die das Klangniveau über ein bestimmtes Zeitintervall variiert.

Eine Waveform zeigt dabei Kurven, die zeitlich von links nach rechts führen und zu jedem Zeitpunkt exakt einen Wert für die jeweilige Amplitude oder ein Druckniveau darstellen. Der dabei entstehende Höreindruck kann folgendermaßen beschrieben werden: laute Geräusche verursachen einen größeren Druck am Trommelfell, d.h. es vibriert stärker, leisere Geräusche beeinflussen das Trommelfell eher gering. Bei einem Ton mit gleich bleibender Tonhöhe oszilliert der Schalldruck von niedrigem Druck auf hohen Druck und wieder zurück. Die Amplitude ist bei einem Ton mit unveränderter Tonhöhe konstant. Wählt man nun auf der x-Achse die Zeit und zieht dann an einer beliebigen Stelle der Wave eine vertikale Linie, erhält man einen einzigen Punkt, an dem die Wave diese vertikale Linie kreuzt. Eine Wave besitzt ausschließlich einen Wert zu einem bestimmten Zeitmoment. Auch am Trommelfell kann jeweils nur ein einziges Geräusch wahrgenommen werden, d.h. werden zwei Geräusche gleichzeitig als Höreindruck wahrgenommen, werden diese beiden Druckniveaus addiert und als Einheit auditiv wahrgenommen. Eine Wave verläuft daher naturgemäß immer von links nach rechts, ohne Rückwärtsverlauf, bzw. Kreis- oder U-Form. Unabhängig, wie weit in eine Wave gezoomt wird und unabhängig von der Kürze des Zeitintervalls, es werden immer viele Werte benötigt, um den genauen Verlauf der Wave während des bestimmten Intervalls exakt darzustellen (vgl. HELLBRÜCK 1993; WENDLER, SEIDNER, KITTEL, EYSHOLDT 1996).

- **Amplitude**

Im Kontext einer Wave wird die Amplitude als Differenz zwischen dem höchsten Teil und dem niedrigsten Teil derselben bezeichnet. Sie ist ein Vorgang, deren Ausgangsgröße sich im zeitlichen Verlauf stark verändern kann. Dem zugrunde liegen periodische oder unperiodische Schwingungen. Beim Halten eines konstanten Tones mittels der Stimme führen die Stimmlippen eine periodische Schwingung aus, bei der sich innerhalb eines Zeitabschnitts regelmäßige Abfolgen dieser

Schwingungen wiederholen. Die sog. Schwingungsamplitude ist dabei die größte Auslenkung der Periode, die in Dezibel (dB) gemessen wird (vgl. WENDLER, SEIDNER, KITTEL, EYSHOLDT 1996).

- **Phase**

Die Frequenz einer Wave bestimmt die Tonhöhe, die wir hören und wird in Schwingungen pro Sekunde durch die Maßeinheit Hertz (Hz) gemessen. Wenn diese Wave innerhalb eines festgelegten Zeitmaßes durch eine bestimmte Frequenz beschrieben werden soll, kann dies beispielsweise als Gradeinheiten eines Kreises von 0° bis 360° dargestellt werden. Dabei kann zu jedem Zeitpunkt der Soundwave eine Sinuswelle ausschließlich einem Phasenwert zugeordnet werden (vgl. SYNTRILLIUM SOFTWARE CORPORATION 1999).

Wird beispielsweise das Klingeln des morgendlichen Weckers durch einen anhaltenden Klingelton beschrieben, verfügt dieser bereits wenige Millisekunden nach Beginn des Klingelns über eine andere Phase als exakt zu Beginn. Das menschliche Ohr kann dabei allerdings eine einzelne Phase nur schwer, bzw. gar nicht unterscheiden. Das Klingeln hört sich auch eine Minute später immer noch gleich an, es sei denn der Wecker wurde abgeschaltet (ebd.).

- **Sampling**

Möchte man eine fortlaufende Wave mittels Computer darstellen, müsste diese gleichzeitig mit unendlich vielen Werten arbeiten. Da dies selbst bei Hochleistungsrechnern nicht möglich ist und damit dennoch die Werte der Wave zu jedem möglichen Zeitmoment zur Verfügung stehen können, müssen die Daten gesampelt werden. Dabei wird die Wave mittels konstanter Intervalle aufgebrochen und innerhalb dieser Intervalle mit nur einem einzigen Wert dargestellt. Damit kann beispielsweise eine Sekunde Audiosignal durch eine endliche Zahl für diesen Wert dargestellt werden. Die Samplerate gibt die Anzahl der Unterteilungen an, die innerhalb des Audiosignals durchgeführt werden.

Eine gesampelte Wave verfügt über weitaus weniger Information als die gesamte Form der Wave. Die höchste Frequenz, die mittels dieser Methode dargestellt werden kann, entspricht der halben Samplerate. Eine Wave mit der Samplerate von

22.000Hz kann damit höchstens einen Ton mit 11.000Hz (Obergrenze) beinhalten, d.h. je höher die Samplerate, desto höher ist auch die Frequenz die durch das Sampeln dargestellt werden kann. Die Samplingfrequenz beispielsweise für die Aufnahme einer Audio-CD liegt bei 44.050Hz. Damit liegt sie über der höchsten hörbaren Frequenz des menschlichen Ohres, das Töne bis ca. 20.000Hz wahrnehmen kann (vgl. WENDLER, SEIDNER, KITTEL, EYSHOLDT 1996).

Die Aufnahmen zu den OLSZTYNER HÖR REIMEN wurden mit 22.000Hz gesampelt (vgl. Kap. 7.2.). Diese Samplingrate ist für Sprachaufnahmen eine übliche Methode, nicht nur innerhalb der Pädagogischen Audiologie. Dadurch war es methodisch möglich, innerhalb der Spektrogramme Frequenzen bis 11.000Hz darzustellen (vgl. Kap. 6.8.). Diese Frequenzbereiche spielen eine große Rolle bei der Einstellung des Sprachprozessors eines Cochlear Implant Systems (vgl. Kap. 5.2.).

- **Zeitsignal**

Das Zeitsignal eines computergestützten Programms zeigt Daten des eingehenden akustischen Signals so an, wie sie bei der Soundkarte des Computers ankommen. Die Kurvenausschläge nach oben und unten entsprechen den Schwingungen der Luft, wenn diese Schall überträgt. Diese werden als Amplitude bezeichnet und auf der Abszisse abgebildet. Die Ordinate bildet dabei den Zeitverlauf des Signals. Die angegebenen Eckwerte eines Programms auf der y-Achse sind auf einen bestimmten Bereich beispielsweise von -128 bis +127 normiert. Dies entspricht keiner Aussage über absolute Lautstärken. Um diesbezüglich Angaben zu erhalten, sind spezielle Messgeräte, wie beispielsweise der Soundlevel Meter SE 322 (vgl. Kap. 7.2.) erforderlich. Dies bedeutet, dass ein Lautstärkevergleich zwischen verschiedenen Sounddateien zunächst nicht möglich ist. Da alle im Folgenden beschriebenen Audio-Signale aus dem Zeitsignal berechnet werden, sind diese Amplitudenwerte keinen absoluten Werten einer bestimmten physikalischen Skala zugeordnet. Die häufig gebräuchliche Verwendung der Einheit dB weist lediglich auf Gebrauch einer logarithmischen Skala hin, also eine Bezeichnung für eine bestimmte Art von Energie, die aber nur relativ innerhalb der Analyse des Signals verglichen werden kann.

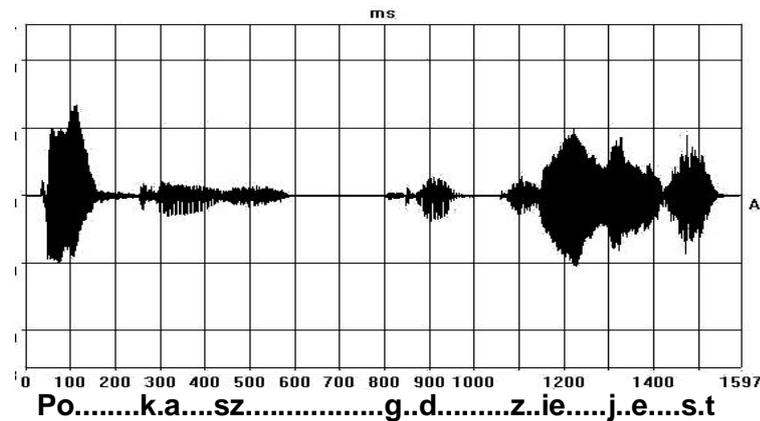


Abb. 13: Das Zeitsignal des Ankündigungssatzes 'Pokasz, gdzie jest...' ('Zeig mal, wo ist...')

- **Punktgenaue Analyse des akustischen Signals**

Kurzzeitanalysen beziehen sich auf kurze Signalabschnitte. Diese werden für einen Signalebereich, d.h. für ein sog. Analysefenster einer festgelegten Länge berechnet. Das Ergebnis liegt dann entweder in Form einer Kurve oder aber einer bestimmten Zahl vor. Langzeitanalysen sind dabei eine Aneinanderreihung von Kurzzeitanalysen, das Fenster wandert dabei langsam über das gesamte Audio-Signal (vgl. WINSAL-V 1996).

Ein Analysefenster ist zunächst nichts anderes als ein Signal beliebiger Länge. Da die FFT (Fast Fourier Transform) aber nur in Zweierpotenzen funktioniert, haben sich Fenstergrößen wie 128, 256, 512, usw. auch für andere gängige Kurzzeitfunktionen durchgesetzt. Allerdings benötigen viele Algorithmen ein theoretisch unendlich langes Signal zur Berechnung.

Daher werden in der Regel vom Programm mit dieser Funktion der Signaleberechnung Vermutungen außerhalb des Analysefensters aufgestellt. Dabei werden sog. Fensterkopien vorne und hinten an das Signal angehängt. Das Signal wird also simuliert, wobei scharfe Sprünge an den Rändern des Signals auftreten können (vgl. SYNTRILLIUM SOFTWARE CORPORATION 1999; WINSAL-V 1996).

Um dabei die Regelmäßigkeit des Originalsignals annähernd beizubehalten, wird ein Gewichtungsfenster eingesetzt, das das eigentliche Signal überlagert. Diese glockenförmige Kurve sorgt nun dafür, dass jeweils am Rand des Signals, wo der scharfe Sprung vorhanden ist, die Werte annähernd gegen Null gehen. Die Übergänge werden dadurch geglättet und die Berechnungen zuverlässiger. Bei

diesem gesamten Vorgang verändert der Fenstertyp das Ergebnis in erheblichem Maße. Welcher Typ dabei am geeignetsten scheint, hängt alleine von der Funktion ab. Ausgehend vom Rechteck-Fenster über Dreieck-, Hann-, Hamming-, hin zum Papoulis-Fenster nimmt die Genauigkeit des Wertes ab, die Zeitauflösung hingegen zu. Mit daran beteiligt ist die Fenstergröße, die ebenfalls die Präzision auf Kosten der Zeitauflösung verbessert. Ein Fenster von 1024 (128, 256, usw.) kann genauere Werte berechnen als ein Fenster mit 128. Andererseits gehen beim Fenster von 128 kleinste Veränderungen innerhalb des Signals längst nicht so schnell verloren wie bei einem Fenster der Größe 1024. Dieses Phänomen kann man so verstehen: ein Grundton, der während eines Signalausschnittes hin und her schwankt und mit einer Fenstergröße von 1024 berechnet ist, wird diese kleinen Schwankungen nicht registrieren. Es wird für dieses 1024-Fenster ein einzelner Wert berechnet, selbst dann, wenn sich die Frequenz mehrfach in diesem Bereich ändert. Kleine Fenster hingegen decken eine nur sehr kurze Zeit ab und liefern dabei eventuell ungenaue Werte (vgl. SYNTRILLIUM SOFTWARE CORPORATION 1999).

- **FFT – Fast Fourier Transformation**

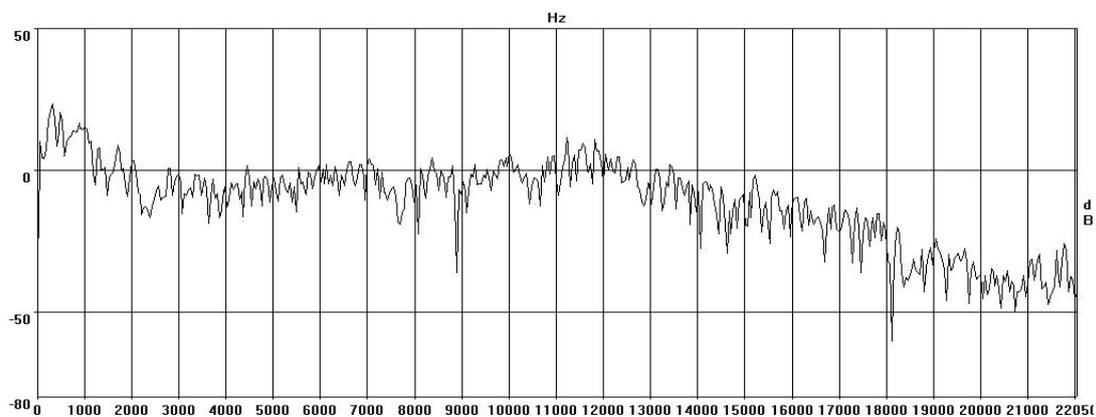
Die FFT als anerkannte Methode der Sprachsignalverarbeitung macht die Verteilung der Signalenergie über die verschiedenen Frequenzen sichtbar. Bei Vokalen ergeben sich die typischen Spitzen, die sog. Formanten. Oft sind aber auch Obertöne oder harmonische Schwingungen erkennbar. Diese zeigen sich, indem sie von kleinen Spitzen mit gleichem Abstand überlagert sind. Das sichtbare Ergebnis dieser Frequenzanalyse ist das Pegel-Frequenz-Spektrum, bei dem die Pegel (Ordinate) über der Frequenz (Abszisse) dargestellt werden.

Da die klassische FFT ein sehr aufwändiges Verfahren darstellt und der Computer Zahlenreihen anstatt Kurven zur Berechnung verwendet, benötigt man ein sehr gutes digitales Verfahren, das dies leistet: die sog. DFT oder Diskrete Fouriertransformation. Im Rahmen der Frequenzanalysen für die OLSZTYNER HÖR REIME leistet dies der Sprach-Editor Cool Edit Pro (vgl. SYNTRILLIUM SOFTWARE CORPORATION 1999).

Die Spitzen, die im Bild der FFT sichtbar werden, sind häufig überlagert, dennoch stellen sie die Obertöne dar. Um beispielsweise die Lage eines Formanten genauer zu bestimmen, sind diese Überlagerungen störend. Durch Differenzierung der

Fenstergröße und des Fenstertyps, hauptsächlich aber durch die Glättungsfunktion, können diese Überlagerungen reduziert, bzw. ganz ausgeschaltet werden und die Formantstruktur tritt hervor. Lässt man die FFT hochauflösend berechnen, werden dabei unabhängig von der Fenstergröße 1024 Punkte verwendet und man erhält eine geglättete Kurve mit bogenförmigen Spitzen. Dabei sind die gerundeten Formen der Kurve und die gelegentlichen Schwankungen nicht das Ergebnis einer höheren Frequenzauflösung, sondern die Zwischenwerte sind aus den berechneten Werten interpoliert (vgl. WENDLER, SEIDNER, KITTEL, EYSHOLDT 1996).

(A)



(B)

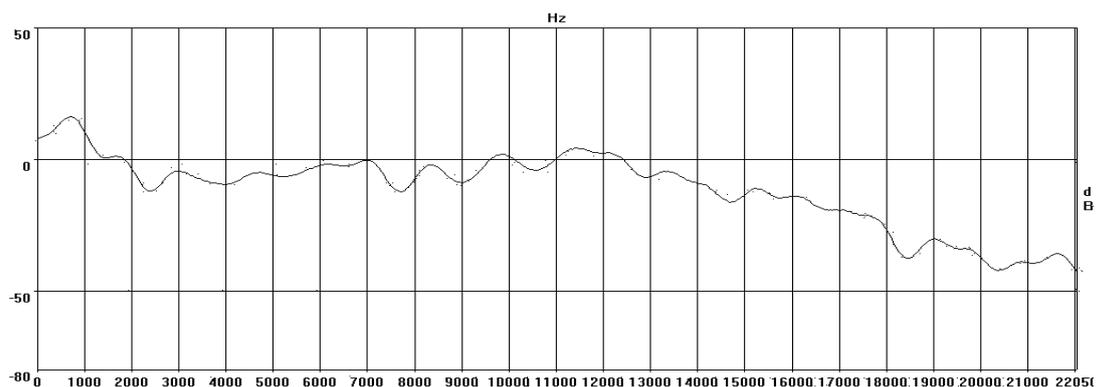


Abb. 14: FFT mit ungeglättetem (A), bzw. geglättetem (B) Kurvenverlauf zum Audio-Signal des Störschalls der OLSZTYNER HÖR REIME

- **Langzeitanalyse**

Die Langzeitanalyse eines bestimmten Signals nimmt immer den gesamten Verlauf des Audio-Signals in die Berechnung auf. Dies bedeutet, dass die x-Achse immer dieselbe bleibt, wie beim Zeitsignal bereits erläutert. Ebenso ist das Spektrogramm eine Langzeitfunktion, wird aber aufgrund der großen Gewichtung innerhalb der OLSZTYNER HÖR REIME gesondert dargestellt (vgl. Kap. 6.8). Eine Langzeitkurve (ausgehend von einem Zeitsignal) entsteht in mehreren Einzelschritten, die nachfolgend aufgeführt sind:

- ❖ Ein kurzer Signalabschnitt wird als Analysefenster verwendet, das im Verlauf der angestrebten Analyse über den gesamten Verlauf des Signals wandert.
- ❖ Aus diesem Fenster wird ein einziger Wert berechnet, entweder direkt oder durch eine Kurzzeitanalyse.
- ❖ Die berechneten Werte werden aneinandergehängt und bilden eine neue Kurve, die sog. Langzeitanalyse.
- ❖ Die Analyseergebnisse können nachbehandelt werden, indem beispielsweise die Kurvenverläufe geglättet werden.

Das beschriebene Verfahren verwendet Mittelwerte (MW), d.h. ein einzelner Wert steht für alle Punkte eines Analysefensters. Daten, die einer 1:1 Abbildung entsprechen, sind nicht realisierbar, da das Signal von beispielsweise 1,5 Sekunden Länge, aus mehr als 30.000 Punkten besteht (vgl. WINSAL-V 1996).

- **Energie eines Signals**

Ausgehend vom Zeitsignal und der Amplitude muss ein Mittelwert gefunden werden. Das gleitende Analysefenster kommt hier zum Einsatz. Um dabei ein Fenster einem Energiewert zuzuordnen, gibt es folgende Möglichkeiten:

- ❖ Funktion Energie: Jeder einzelne Wert im Fenster wird quadriert, somit wird das Vorzeichen ausgeschaltet. Danach werden die Werte addiert und man erhält die Gesamtheit aller Messwerte im Fenster.
- ❖ Funktion Mittelwert: Das Vorzeichen jedes Wertes im Fenster wird gestrichen und anschließend die Summe gebildet. Diese wird dann durch die Anzahl der gesamten Werte dividiert, wodurch der durchschnittliche Betrag der Messwerte entsteht.

- ❖ Funktion Amplitude: Der größte Wert des Fensters wird ausgewählt bzw. der kleinste Wert, wenn er einen höheren Zahlenwert besitzt. Vorzeichen spielen hier keine Rolle. Das Ergebnis entspricht somit einer Hüllkurve über die Signalspitzen des gesamten Signals.

Bei der Berechnung der Energie eines Signals, kann die Differenzierung der Fenstergröße als Glättung der Kurve angesehen werden. Beispielsweise sind bei einer Fenstergröße von 128 (128, 256, usw.) und einer hohen Auflösung die Schwingungen einer Kurve noch zu erkennen, hingegen bei größeren Fenstern werden andere Bereiche, wie beispielsweise Umrisse von Silben sichtbar. Für die Analyse von kleinen Bereichen, bzw. kleinen Veränderungen innerhalb eines Signals werden Fenstertypen wie das Papoulis-Fenster bevorzugt, dagegen eignet sich das schnelle Rechteck-Fenster eher für Verläufe im Bereich Wort- oder Silben-Analyse. Mit der Auflösung kann die Genauigkeit der Messung beeinflusst werden. Analysefenster werden beim Messvorgang immer nur so weit verschoben, dass eine kleine Überlappung zur Vormessung stattfindet, d.h. je höher diese Überlappung ist, desto mehr Werte werden berechnet und ein um so größeres Ansteigen der Genauigkeit erreicht. Für eine Silben-Analyse reicht eine kleine Überlappung aus, für kleine Veränderungen innerhalb eines Messfensters dagegen ist es umso besser, je mehr Überlappung erreicht werden kann (vgl. SYNTRILLIUM SOFTWARE CORPORATION 1999).

6.8. Das Spektrogramm

Ein in der punktgenauen Analyse von akustischen Signalen bekanntes Mittel, um Aufschluss über die Frequenzanteile innerhalb eines Signals zu erhalten, ist das Spektrogramm oder Sonagramm. Innerhalb der OLSZTYNER HÖR REIME sichert die Verwendung von Spektrogrammen die Zielsetzung des Verfahrens.

Ein Spektrogramm leistet einen differenzierten Beitrag bei der Signalanalyse, es zeigt die Frequenzverteilung über das gesamte Signal an. Die x-Achse (Ordinate) beschreibt die Signaldauer in Millisekunden. Die y-Achse (Abszisse) zeigt die Frequenz in Hz. Die dritte Dimension beschreibt die Intensität bestimmter Frequenzen, sie wird durch Farben kodiert. Dabei steht Dunkelblau für niedrige Werte; über Grün, Gelb und Orange geht es über zu Rot für die höchsten Werte. Da das Zeitsignal keine Informationen über eine absolute Lautheit (dB) enthält, können

die angezeigten Intensitäten bei den meisten Programmen nicht als absolute Zahlen angesehen werden.

Ein Spektrogramm setzt sich aus zahlreichen Leistungsspektren zusammen, so dass die Intensität logarithmiert wird. Kaum eine Darstellungsform ist hinsichtlich der oben beschriebenen Faktoren so aussagekräftig wie ein Spektrogramm. Auf einen Blick lassen sich die Veränderungen von Frequenz und Lautcharakteristik erkennen, einem wesentlichen Kriterium bei der Fehleranalyse der OLSZTYNER HÖR REIME.

- **Wie entsteht ein Spektrogramm?**

Damit ein Spektrogramm sichtbar wird, muss ein bestimmtes kleines Analysefenster Stück für Stück über das Signal geschoben werden, d.h. für jedes Fenster wird dabei ein Leistungsspektrum berechnet. Diese Spektren werden hintereinander gestellt und dann in der Sicht von oben angezeigt. Die Aufteilung auf der x-Achse, bzw. y-Achse und die Unterscheidung in Farben spielen dabei eine wesentliche Rolle. Anfangs steht ein Spektrum in Form einer zweidimensionalen Kurve. Kommen mehrere Spektren hinzu, wird die Dimension Zeit sichtbar. Das Spektrum muss also auf eine Dimension reduziert werden, wofür es eingefärbt wird. Es entsteht ein Bild, das mit Bergen auf einer Landkarte in Verbindung gebracht werden kann.

Das kolorierte Spektrum wird umgeklappt, so dass man eine eindimensionale Linie erhält, die aber einen großen Anteil der Dimension Intensität durch die Farben beibehält. Durch das Umklappen bleibt nur eine begrenzte Abstufung der Farben erhalten, d.h. an Präzision geht Wesentliches verloren. Daher werden für die einzelnen Signalabschnitte Linien erstellt und nebeneinander gelegt, die die charakteristische Darstellung eines Spektrogramms ausmachen (vgl. WINSAL-V 1996).

- **Drei Dimensionen eines Spektrogramms**

Ein Spektrogramm besteht aus mehreren Dimensionen. Der Frequenzbereich bei stimmhaften Lauten ist beispielsweise mit einem regelmäßigen Streifenmuster überzogen, dem sog. Grundton mit seinen Obertönen, bzw. Harmonischen (vgl. EGGBRECHT 1984; MICHELS 2001).

Die Zeit als weitere Dimension spielt dabei eine wesentliche Rolle. Stimmhafte Plosivlaute wie beispielsweise /d/, /b/ oder /g/ unterscheiden sich oft nur durch eine kleine Pause von ihrem stimmlosen Gegenpart /t/, /p/ und /k/ auf der Graphik und werden leicht übersehen.

Erst die Intensität der differenzierten Frequenzbereiche macht es möglich, Laute voneinander zu unterscheiden. Diese Frequenzbänder werden auch als Formanten bezeichnet. Ding beschreibt Formanten als Bündelungen von Energie, die an verschiedenen Stellen der Frequenzskala auftauchen. Spezifische Muster in Lage und Stärke dieser Energiemaxima stellen dann neben der Dauer (Dimension Zeit) die Merkmale dar, die eine Lauterkennung möglich machen (vgl. DING 1995).

- **Akustische Fingerabdrücke**

Die polnische Sprache kann als akustischer Fingerabdruck in Form eines Spektrogramms dargestellt werden. Das Medium Spektrogramm ist dabei für alle internationalen Sprachen geeignet. Eine ausführliche und damit detaillierte Beschreibung der polnischen Sprachlaute nach den unterschiedlichen Artikulationsmodi ist daher nicht notwendig, da die OLSZTYNER HÖR REIME Frequenzspezifität als Zielsetzung verfolgen.

Vokale bilden intensive Energiekonzentrationen (vgl. DING 1995), sog. Formanten. Die wichtigsten Frequenzbereiche liegen dabei bis zu einer Frequenz von 5.000Hz. Zischlaute hingegen sieht man je nach farblicher Codierung des Programms als grüne Flecken in den hohen Frequenzbereichen. Diese können sogar noch über 10.000 Hz sichtbar werden. Die Nasale, wie beispielsweise /n/ oder /m/ oder /ŋ/ haben meist einen sehr tiefen, aber deutlichen Energiebalken beim Grundton und umso weniger Energie im oberen Bereich. Plosive wie beispielsweise /g/ oder /t/ erkennt man an den kleinen Pausen, in welchen eventuell noch der Grundton zu sehen ist. Bei stimmlosen Plosiven folgt eine scharf abgegrenzte Senkrechte, die die Sprengung des Verschlusses markiert. Nachfolgende Abbildung 15 macht diese Senkrechte am Beispiel des Ziel-Item ‚statek‘ (Schiff) sehr deutlich. Innerhalb des zeitlichen Übergangs (ms) von 300 zu 400ms, bzw. zwischen 700 und 800ms wird die Plosion des /t/ durch eine hellgrüne Senkrechte, die unmittelbar in den Vokal mündet (roter Bereich), sichtbar.

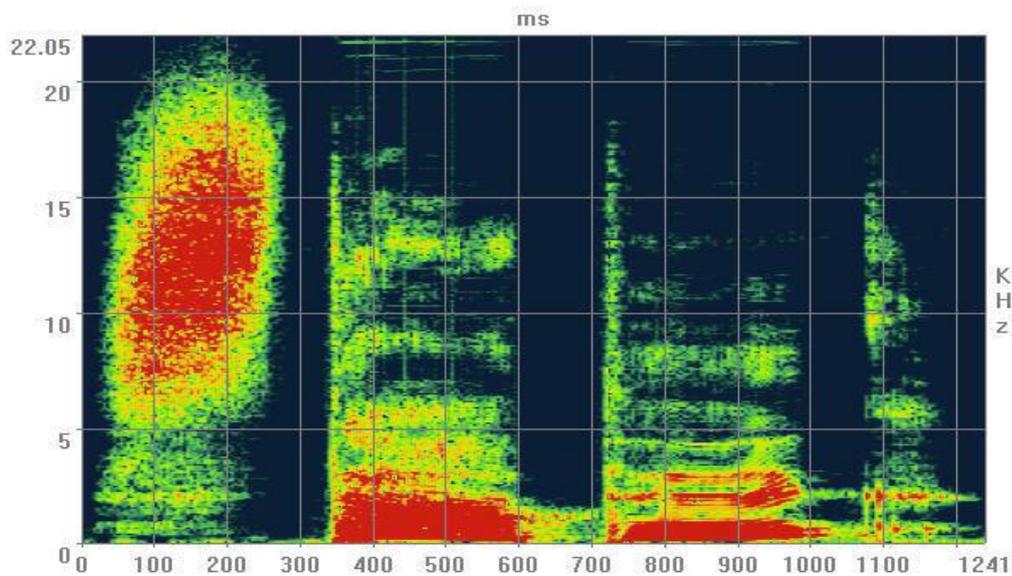


Abb. 15: Spektrogramm mit stimmloser Plosion (Ziel-Item: statek)

Die genannten Parameter im Kollektiv, die ein Spektrogramm charakterisieren, lassen schnell und auf einen Blick wesentliche Unterschiede verschiedener Sprachlaute analysieren und entsprechend zuordnen.

- **Kenndaten eines Spektrogramms**

Bereits bei der Wahl der Fenstergröße und des Fenstertyps im entsprechenden Computerprogramm, das die Möglichkeit bietet, Sprachsignalanalysen anhand eines Spektrogramms durchzuführen, gilt: kurze Fenster - gute Zeitauflösung, lange Fenster - gute Frequenzauflösung. Rechteckfenster sind weniger geeignet, sie führen an den Fensterrändern zu Störungen. Für die weiteren Fenstertypen gilt: die Zeitauflösung nimmt auf Kosten der Frequenzauflösung zu. Dabei spielt die Präzision der Berechnung bezüglich der Qualität eine wesentliche Rolle. Detailuntersuchungen, bei denen es auf eine schnelle zeitliche Änderungen ankommt, benötigen selbstverständlich eine weitaus höhere Präzision, daher aber auch eine längere Berechnungszeit, die aber auch individuell vom Rechner variiert werden kann. Der Dynamikbereich, bzw. die sog. Dynamic-Range als Schwellenwert in dB gibt dabei den genauen Umgang mit hohen, bzw. niedrigen Energiebereichen an (vgl. SYNTRILLIUM SOFTWARE CORPORATION 1999).

7. OHR – OLSZTYNER HÖR REIME

Die OLSZTYNER HÖR REIME (OHR) sollen innerhalb der Pädagogischen Audiologie als zuverlässige Methode zur Optimierung der apparativen Versorgung von Kindern im Alter von 3-7 Jahren eingesetzt werden. Das Verfahren muss daher besonders kindgerecht, motivierend und interessant für das Kind gestaltet sein. Dabei sollen differenzierte Aussagen in möglichst kurzen Untersuchungsphasen möglich werden. Die gesamte Entwicklung und Durchführung der OLSZTYNER HÖR REIME für die Pädagogische Audiologie im polnischen Sprachraum orientiert sich an neuesten Erkenntnissen der Sprachaudiometrie speziell für Kinder. Die Sprachaufnahmen selbst wurden daher in qualitativer Hinsicht in hohem Maße kindgerecht und im teacherese aufgesprochen (vgl. Kap. 7.2.). Diese Methode ist innerhalb der Sprachaudiometrie originär, es stehen dazu keinerlei wissenschaftliche Daten zum Vergleich zur Verfügung.

Die Erstellung des Wortmaterials, sowie dessen digitale Sprachverarbeitung wurde mit Hilfe aktueller in der digitalen Sprachverarbeitung eingesetzter Computerprogramme im Audio Visuellen Zentrum (AVZ) der Pädagogischen Hochschule Heidelberg durchgeführt.

7.1. Was müssen die OLSZTYNER HÖR REIME leisten? - Fragestellung

Das Hauptaugenmerk im Design der OLSZTYNER HÖR REIME lag auf der Realisierung frequenzspezifischer Parameter zur Überprüfung der Hörfähigkeit hörgeschädigter Kinder im Alter von 3-7 Jahren, um Hinweise für eine individuelle Optimierung der Einstellungen der apparativen Versorgung mittels Hörgeräten bzw. Cochlear Implant sichern zu können.

Im polnischen Sprachraum steht derzeit im Bereich der Kindersprachaudiometrie mit den bereits genannten Anforderungen an das Sprach- bzw. Wortmaterial kein originär polnischer Wörter- oder Satztest eigens zur Optimierung der apparativen Versorgung für Kinder zur Verfügung. Daher wurden speziell für diese Altersgruppe differenzierte Parameter festgelegt. Dabei wurden aktuelle Ergebnisse aus der Forschung der Dialogischen Frühpädagogik, des Spracherwerbs, sowie des

Hörerwerbs berücksichtigt. Eine durch Beziehung getragene Grundhaltung zum Kind als anthropologisches Fundament konnte damit im Rahmen der gesamten Durchführung der OLSZTYNER HÖR REIME als gesichert gelten.

Das gesamte OHR-Verfahren wurde für hörende und hörgeschädigte Kinder im Alter von 3-7 Jahren in Polen realisiert. Eine umfangreiche Normstichprobe hörender Kinder diene zunächst der Standardisierung des Verfahrens, um kulturspezifische Artefakte bei der Normierung berücksichtigen zu können.

Eine Unterscheidung in Altersgruppen ist notwendig, um individuelle Ergebnisse zur Optimierung der apparativen Versorgung zu erzielen. Bei der Konzeption des Wortmaterials und damit bei der Zusammenstellung der Ziel-Items ist eine besonders kindgerechte Wortauswahl, sowie eine angemessene Wortstruktur zu fokussieren. Wortschatz und grammatikalisches Verständnis der Kinder im Hinblick auf Singular-, bzw. Pluralstruktur der Ziel-Items spielen dabei eine zentrale Rolle, da das Verfahren bereits für Kinder ab dem 3. Lebensjahr ausgerichtet werden soll.

Phoneme sind die kleinsten bedeutungstragenden Einheiten einer Sprache, wobei Phonemunterschiede bereits von Kindern ohne linguistische Vorbildung erkannt und angegeben werden können. Der Einsatz beispielsweise von Reimensembles zur Überprüfung der Hörfähigkeit von Kindern im Alter von 3-7 Jahren ist dabei stringent zu verfolgen, da wissenschaftliche Studien nachgewiesen haben, dass je mehr Kontext durch die im Langzeitgedächtnis gespeicherte Information für einen Stimulus zur Verfügung steht, desto weniger ist der Hörer beim Verstehen der Nachricht von den akustischen Eigenschaften des Signals abhängig.

Die Verwendung von Satztests birgt daher in besonders hohem Maße die Gefahr, nicht das tatsächliche Hörvermögen des Probanden, sondern seinen Sprachhintergrund und damit die kognitiven Fähigkeiten, bzw. die sprachliche Kombinationsgabe zu prüfen. Da Satztests redundante Informationen in großem Umfang beinhalten, ist keine eindeutige Trennung der tatsächlichen Hörleistung von den auf höheren kognitiven Ebenen gelegenen Fähigkeiten möglich. Man gewinnt dabei Aussagen über das allgemeine Sprachverständnis des Hörers. Diese lassen sich nur schwer für Aussagen zur Optimierung der apparativen Versorgung bei hörgeschädigten Kindern heranziehen. Bei einer Altersgruppe der Kinder ab 3 Jahren ist daher auf eine einfache Wortstruktur und auf eine in hohem Maße kindgerechte Darbietung der Ziel-Items zu achten.

Reimverfahren mit offenem, sowie geschlossenem Antwortformat sind denkbar. Ein geschlossenes Antwortformat reduziert die Redundanz innerhalb der Wörter. Damit die Hörfähigkeit der hörgeschädigten Kinder individuell überprüft werden kann, ist auf eine altersgemäß angemessene Auswahl von Reimpaaren zu achten, bzw. es muss eine ausreichende Anzahl an Wortlisten für jede Altersgruppe dem Verfahren zur Verfügung stehen.

Die Anzahl der Ziel-Items innerhalb einer Wortliste darf das Kind nicht überfordern. Motivation und Hörermüdung spielen daher bei der qualitativen und der quantitativen Zusammenstellung der Wortlisten beider Altersgruppen eine zentrale Rolle. Die Antwortalternativen sollen kindgerechten Darstellungen entsprechen und für das Kind einen hohen Aufforderungscharakter aufweisen.

Bei Reimwortpaaren ist die wortinitiale, wortmediale und wortfinale Stellung des Zielphonems möglich. Bei der Fehleranalyse der Verwechslungen lassen sich die Fehler bei der Phonemerkennung beispielsweise mit der Einteilung der Laute nach ihrem Artikulationsort und der Artikulationsart in Verbindung setzen. Diese Parameter lassen sich somit differenzierten Signaleigenschaften zuordnen. Auf diese Weise werden Aussagen über die den Fehlern zugrunde liegenden akustischen Grunddaten in Bezug auf das Hören, bzw. die Hörfähigkeit des Kindes möglich.

Wenn aber auf Informationen, wie beispielsweise den Artikulationsort oder die Artikulationsart verzichtet werden soll, lassen sich Phoneme als Einheiten ganz bestimmter, distinktiver Merkmale beschreiben. Die Unterscheidung dieser Parameter beruht auf physikalischen Signaleigenschaften, d.h. sie sind akustisch analysierbar und verfügen in der spektralen Darstellung der Laute über nachweisbare Muster. Der Frequenzunterschied der Phoneme ergibt sich aufgrund der An-, bzw. Abwesenheit spektraler Energien. Mit dieser frequenzspezifischen Darstellung der Laute mit nachweisbaren Mustern und unter Berücksichtigung koartikulatorischer Effekte, kann eine Zuordnung der Ziel-Items in definierte Frequenzbereiche gesichert werden.

Die Darbietung der akustischen Stimuli soll für Kinder besonders attraktiv und motivierend gestaltet sein. Akzentuierte Aufsprachen in einer besonders an das Kind gerichteten Sprechweise sind in der Kindersprachaudiometrie bisher unüblich. Forschungsergebnisse aktueller Studien der Dialogischen Frühpädagogik zeigen allerdings, dass eine im motherese, bzw. teacherese an das Kind gerichtete Sprechweise vom Kind mit Blickkontakt, Vokalisation, bzw. Motorik und damit mit

voller Aufmerksamkeit bestätigt wird. Aufsprachen im teacherese innerhalb der Pädagogischen Audiologie sind bislang in der Literatur nicht beschrieben, d.h. es stehen keine wissenschaftlichen Vergleichsdaten zur Verfügung.

Damit Darbietungsform und akustischer Stimulus eine Einheit bilden können, muss für den Hörer der Beginn des auditiven Signals eindeutig gekennzeichnet sein. In der allgemeinen Sprachaudiometrie kommt das Ziel-Item allerdings oft unverhofft und damit prompt, ohne Ankündigung für den Hörer. Ein akustischer Ankündigungsstimulus, in Form eines Ankerschalls, kann das Kind in angemessener Art und Weise auf das Ziel-Item vorbereiten und damit eine Erwartungshaltung, bzw. eine Spannung für das Ziel-Item erzeugen. Im Falle einer Singular-, bzw. Pluralstruktur der Ziel-Items muss der Ankerschall für die Präsentation entsprechend angeglichen werden.

Die Darbietungsform des gesamten Verfahrens ist von wesentlicher Bedeutung, wenn angestrebt wird, das Verfahren zu standardisieren und damit Normwerte festzulegen. Ein angemessener und speziell aus dem Wortmaterial des Verfahrens generierter Störschall für Kinder ist dabei dem Verfahren zu Grunde zu legen. Störschall mit konstantem Nutzschall-Störschallverhältnis wird von aktuellen Studien auch für Verfahren im Einsatz mit Kindern gefordert. Störschall, der diesen Anforderungen entspricht, liegt derzeit für den polnischen Sprachraum nicht vor.

7.2. Material und Methode

Um Antworten auf die oben genannte Fragen zu erhalten, musste ein sprachaudiometrisches Verfahren für den polnischen Sprachraum entwickelt, erprobt und evaluiert werden, bei dem das Wortinventar aus besonders kindgerechten Reimwortpaaren für Kinder von 3-7 Jahren zusammengestellt ist und diese sich außerdem in einem wortinitialen, wortmedialen oder wortfinalen Phonem (Zielphonem) unterscheiden. Das Zielphonem wurde innerhalb des Wortes auf seine frequenzspezifischen Merkmale analysiert, um bei der Prüfung der Hörfähigkeit des hörgeschädigten Kindes die apparative Versorgung in unterschiedlichen Frequenzbereichen optimieren zu können.

Das methodische Vorgehen für die Entwicklung und Durchführung der OLSZTYNER HÖR REIME (OHR) ist in nachfolgenden Kapiteln differenziert dargestellt.

- **Das Prinzip eines geschlossenen Antwortformats**

Ein sprachaudiometrisches Verfahren für Kleinkinder und Kinder im Alter von 3-7 Jahren, das im offenen Antwortformat konzipiert ist, muss kritisch betrachtet werden. Nicht zuletzt aufgrund des noch sehr reduzierten Sprachhintergrundes im Kindesalter, in dem Sprach- und Hörerwerbsprozesse noch nicht abgeschlossen sind.

Der Freiburger Sprachverständnistest fordert vom Kind beispielsweise, das akustisch präsentierte Wort nachzusprechen, bzw. aufzuschreiben. Dabei kann es dem Kind sehr schwer fallen, die auditive Nachricht zu entschlüsseln. Außerdem sind die Ergebnisse im offenen Antwortformat in großem Maße vom Umfang des Wortschatzes des Kindes abhängig, d.h. nicht die tatsächliche Hörfähigkeit des Kindes wird dabei geprüft, sondern der Wortschatz und andere kognitive Fähigkeiten des Kindes stehen im Vordergrund. Dabei führt die starke Einbeziehung der kognitiven Ebene zu einer teilweise Überlagerung phonetischer Aspekte des Signals durch phonologische, semantische und syntaktische Merkmale, die ein offenes Antwortformat fordern (vgl. KLIEM 1993).

Ein sprachaudiometrisches Verfahren im geschlossenen Antwortformat, das dem Antwortformat der OLSZTYNER HÖR REIME entspricht, bietet sehr viele Vorteile. Dem Hörer steht im geschlossenen Antwortformat zu jedem akustisch präsentierten Stimulus eine feste Anzahl an Antwortalternativen (Distraktoren) zur Verfügung. Diese können unterschiedlich konzipiert sein. Minimalpaargruppen oder auch Reimwortgruppen sind in festgelegter Anzahl denkbar.

Die Regelform der Anordnung der Reimgruppen, wie sie innerhalb des OHR-Verfahrens eingehalten wurde, bei der sich die Antwortalternative vom Ziel-Item ausschließlich im Laut in wortinitialer Position unterscheidet, macht nachfolgende Abbildung 16 deutlich. Der Prozess des Hörers bei der Durchführung eines Reimtests mit geschlossenem Antwortformat wird darin sichtbar:

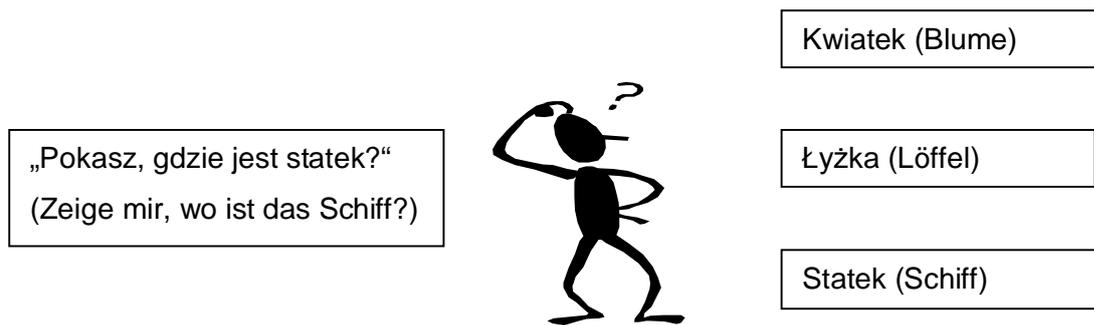


Abb. 16: Das Prinzip des Reimtests mit geschlossenem Antwortformat

Außerdem entfällt in der polnischen Sprache der Artikel, was bereits genannte Einschränkungen bei der Wahl eines Ankündigungssatzes erheblich erleichtert. Damit das Verfahren mit geschlossenem Antwortformat zudem unabhängig von der Person des Untersuchers durchgeführt werden kann, sollte es computergesteuert ablaufen können. Für die OLSZTYNER HÖR REIME wurde dieses Konzept für die Präsentation des Sprachmaterials und des Störschalls realisiert.

Die Ergebnisse müssen daher so differenziert zu analysieren sein, dass Rückschlüsse auf die Hörfähigkeit bei der Erkennung einzelner Phoneme gezogen werden können, d.h. die nach Phonemdefinition kleinsten bedeutungsunterscheidenden Einheiten auf der lautlichen Ebene einer Sprache durch den Hörer wahrgenommen werden können. Daraus ergeben sich direkte Hinweise für eine Optimierung der apparativen Versorgung mittels Hörgeräten oder Cochlear Implant, die den Hörprozess und die Hörfähigkeit des Kindes positiv unterstützt.

Dabei muss berücksichtigt werden, dass Sprache nicht linear, bzw. nicht invariant ist. Bei der Sprachproduktion ist die Artikulationskonfiguration eines Sprachlauts von den ihn umgebenden Lauten abhängig, sog. koartikulatorische Aspekte sind dabei bedeutungsrelevant. Diese dürfen nicht vernachlässigt werden, da sie bei Nichtberücksichtigung möglicherweise die Ergebnisse verfälschen, bzw. den Fokus nicht auf das eigentliche Problem lenken. Bereits die Ableitung kleinster detaillierter Informationen aus dem Sprachsignal machen dem Hörer, dank der hohen Redundanz gesprochener Sprache, eine sichere Erkennung eines Sprachreizes möglich (vgl. WESSELKAMP, HOLUBE, GABRIEL 1997; WESSELKAMP, KLIEM, KOLLMEIER 1992; KLIEM 1993). Auch für den polnischen Sprachraum sind kleinste Unterschiede,

Aus dem Wortinventar, das in unterschiedlicher Häufigkeit Konsonanten und Vokale im Anlaut beinhaltet, wurde für die OLSZTYNER HÖR REIME so viele ausgewählt, dass dadurch ein ausgewogenes Frequenzspektrum repräsentiert wird (vgl. WIŚNIEWSKI 2001). Die Wahl wurde aufgrund des Phonems in wortinitialer Stellung, bzw. anhand der vorherrschenden Frequenz dieses Lautes getroffen.

Nach den Anforderungen der allgemeinen Sprachaudiometrie muss das Wortinventar phonetisch, sowie phonologisch äquivalent (phonetically balanced) und damit an den entsprechenden Sprachraum angeglichen sein (vgl. KLOSTER-JENSSEN 1974, MARKIDES 1997, PLANT 1997). Neue Entwicklungen der Sprachaudiometrie speziell für Kinder belegen, dass im Kleinkindbereich die Wortlistenlänge mehr und mehr eingeschränkt werden muss (vgl. KIEßLING 2000). Damit wird es unmöglich, alle Einzelphoneme entsprechend ihrer Auftretenshäufigkeit des betreffenden Sprachraums aufzunehmen.

Aktuelle Ansätze der Sprachaudiometrie bilden daher im Hinblick auf ein phonetisch und phonologisch ausgeglichenes Wortinventar Klassen mit Zielphonemen in Abhängigkeit verschiedener Unterscheidungsparameter (Frikativ, Plosiv, Nasal, etc.). Die Elemente innerhalb einer dieser genannten Klassen werden bei der Zusammenstellung von Testlisten gleichwertig mit denen der phonologischen Äquivalenz betrachtet, d.h. die entsprechende Sprache wird durch das Testwortinventar repräsentiert (vgl. KLIEM, KOLLMEIER 1995; BÜTTNER 1996).

Zu vernachlässigen ist ein phonemisch und phonologisch ausgeglichenes Wortinventar, bzw. ein Einteilen in Klassen, wenn es um eine Frequenzrepräsentativität des Wortinventars gehen soll, wie dies für die OLSZTYNER HÖR REIME realisiert wurde. Reim-Wortpaare, die sich im Zielphonem in wortinitialer Position charakteristisch im Frequenzspektrum unterscheiden, d.h. nicht innerhalb eines Wortpaares allein, sondern auch innerhalb der entsprechenden Wortliste, können dann im inter-individuellen Vergleich der Spektrogramme differenzierte Ergebnisse liefern, die anhand weiterer Analysen Hinweise für eine individuelle Optimierung der apparativen Versorgung des Kindes geben.

Aktuelle Signalverarbeitungsstrategien der Hörgerätetechnik und Cochlear Implant Entwicklung können durch Frequenzrepräsentativität neue Wege einer Optimierung der apparativen Versorgung verwirklichen. Dafür müssen sog. vorherrschende Frequenzen gefunden werden, die innerhalb einer Wortliste das gesamte Frequenzspektrum überprüfen, wie dies beispielsweise innerhalb der Tonaudiometrie

durchgeführt wird (von 125Hz bis ca. 8.000Hz), bzw. es müssen Wortlisten zusammengestellt werden, die differenziert einzelne Frequenzbereiche verstärkt überprüfen. Für die OLSZTYNER HÖR REIME wurde beides realisiert.

- **Wortvorrat/Wortinventar**

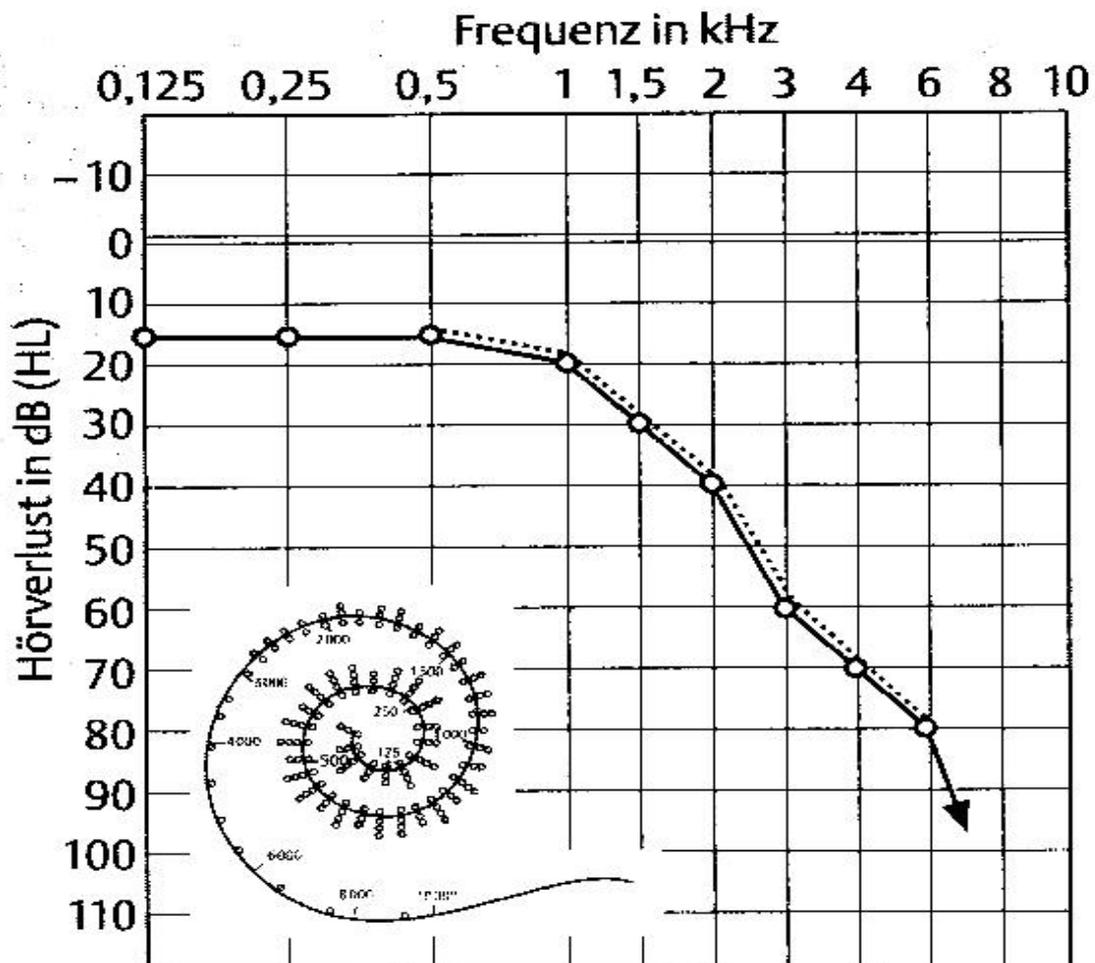
Die Pädagogische Audiologie für den deutschsprachigen Raum verzichtet zunehmend auf Cluster-Bildungen (Konsonant- und Vokalverbindungen) innerhalb der angewendeten Verfahren (vgl. DÖLP 1992, HELLER 1992, KNOBLACH 1992). Dies soll bei einer eindeutigeren Wahrnehmungsfähigkeit bei der Unterscheidung der Phoneme dem Probanden hilfreich sein und zudem die Genauigkeit einer differenzierteren Fehleranalyse erhöhen (vgl. BÜTTNER 1996; KLIEM 1990; KLIEM 1993.). Bei der Zusammenstellung des Wortvorrats für das OHR-Verfahren stellte sich allerdings heraus, dass in der polnischen Sprache Cluster-Bildungen sowohl im wortinitialen, als auch im wortmedialen Bereich bereits für Einsilber nicht auszuschließen sind, was sich bei der Kombination der Phoneme, der sog. Phonotaktik (vgl. LINKE, NUSSBAUMER, PORTMANN 1996) im polnischen Inventar beispielsweise der Affrikaten deutlich zeigt (vgl. BYSTRZANOWSKA 1978, PRUSZEWICZ 1994, WISNIEWSKI 2001).

Tab. 6: Beispiele von Cluster-Bildungen der polnischen Sprache für Ein- und Zweisilber

<u>Einsilber*</u>	<u>dt.</u>
Gdzie	wo
Twój	dein
Pstrąg	Forelle
Młot	Hammer
<u>Zweisilber*</u>	<u>dt.</u>
czapka	Mütze
plama	Fleck
czoło	Stirn
szczupły	schlank

*ausgewählte Beispiele

Mit Fokus auf die Frequenzspezifika, die vorwiegend einer Optimierung der apparativen Versorgung hörgeschädigter Kinder dienen, mussten daher Konsonantverbindungen, die besonders im Hoch- und Mitteltonbereich anzusiedeln sind, in die Auswahl der Wortlisten für die OLSZTYNER HÖR REIME mitaufgenommen werden. Nur so kann das OHR-Verfahren einen typischen Hörverlust mit Hochtonabfall überprüfen (vgl. RICHTER 2001).



(LEHNHARDT 2001, 53)

Abb. 17: Innenohr-Hochtonverlust

Eine Hörschädigung bei Kindern spiegelt sich in den meisten Fällen in Kurvenverläufen mit einem Abfall hin zu hohen Frequenzen (vgl. Abb.17). Die OLSZTYNER HÖR REIME sollen gerade hier differenzierte Ergebnisse liefern, um innerhalb der Anpassung mehrkanaliger digitaler, oder digital programmierbarer

Hörgeräte, bzw. des Sprachprozessors eines Cochlear Implant, ergänzend zu den bislang eingesetzten Verfahren, noch individueller vorgehen zu können.

- **Zusammenstellung des Wortinventars**

Die Sprachaudiometrie wurde in Polen erstmals 1953 etabliert (vgl. BYSTRZANOWSKA 1978). Zeitgleich entwickelte Professor Hahlbrock in Deutschland seinen Freiburger Verständnistest (vgl. HAHLBROCK 1970).

Als Basissprachkorpus wird die Grundgesamtheit aller Wörter, die möglicherweise in eine nähere Auswahl für ein Verfahren kommen können, bezeichnet. Dabei werden bereits Auswahlkriterien getroffen. Im Falle der OLSZTYNER HÖR REIME wurde auf Ein-, bzw. Zweisilbigkeit der Wörter geachtet (vgl. PRUSZEWICZ 1994). Das Wortmaterial wurde dafür zunächst aus der polnischen Sprachaudiometrie für Erwachsene und der Sprachaudiometrie für Kinder entnommen. Das Wortmaterial sämtlicher polnischer sprachaudiometrischer Verfahren wurde damit hinsichtlich der Eigenschaft 'kindgerechte Wörter' überprüft. Zusätzlich wurden für die Auswahl des polnischen Wortmaterials aktuell bekannte Kinderreimspiele und Wortspiele aus der Vorschule herangezogen. Die nachfolgende Tabelle 7 zeigt eine Übersicht des Wortmaterials, das für das OHR-Verfahren zur Auswahl zur Verfügung stand:

Tab. 7: Übersicht der verwendeten Literatur für die Zusammenstellung des Basissprachkorpus

<u>Autor</u>	<u>Titel</u>	<u>Herkunft</u>
Zakrzewski, Suwalski, Antkowski (1953)*	Einsilbertest (10 Listen à 50 Wörter)	Sprachaudio. für Erwachsene
Kugler (1961)*	Zweisilbertest für Kinder im Alter von 5-7 Jahren (Kinder wiederholen die Wörter)	Sprachaudio. für Kinder
Kugler (1961)*	Einsilbertest für Kinder von 8-15 Jahren (Kinder wiederholen die Wörter)	Sprachaudio. für Kinder
Iwankiewicz (1961)*	Satztest für Kinder (Kinder führen eine Handlung aus)	Sprachaudio. für Kinder

Iwankiewicz (1961)*	Satztest (5 Listen à 10 Sätze)	Sprachaudio. für Erwachsene
Iwankiewicz (1961)*	Satztest für Kinder (2 Listen à 10 Sätze)	Sprachaudio. für Kinder
Kugler (1961)*	Wortlisten für Vorschulkinder (4 Listen Zweisilber à 6 Wörter; 4 Listen Einsilber 6 Wörter)	Sprachaudio. für Kinder
Kugler (1961)*	Wortlisten für Schulkinder (5 Listen Zweisilber à 10 Wörter, 5 Listen Einsilber a 20 Wörter)	Sprachaudio. für Kinder
Taniewski, Kugler, Wysocki (1961)*	Einsilberlisten (Gruppe A: 5 Listen à 20 Wörter; Gruppe B: 5 Listen à 20 Wörter)	Sprachaudio. für Erwachsene
Taniewski, Kugler, Wysocki (1961)*	Zweisilberlisten (Gruppe A: 5 Listen à 10 Wörter; Gruppe B: 5 Listen à 10 Wörter)	Sprachaudio. für Erwachsene
Szmeja, Pruszewicz, Dukiewicz (1963)***	Artikulationslisten für Schulkinder (10 Listen à 10 Ein- und Zweisilber)	Sprachaudio. für Kinder
Borkowska, Urbańska (1969)**	Geräuschetest für Kinder (Kinder zeigen auf Bilder: "Zeig was du hörst!")	Sprachaudio. für Kinder
Borkowska, Urbańska (1969)**	Wortlisten für Kinder im Alter von 3-4 Jahren (m. Ankündigungssatz: "Zeig was du hörst!")	Sprachaudio. für Kinder
Zakrzewski, Pruszewicz, Kubzdela (1971)***	Ein- und Zweisilberlisten (10 Listen à 29 Wörter)	Sprachaudio. für Erwachsene
Kopczewski (1987)*****	Wierze dla Was (Verse für Euch, Kinderverse, Kinderreime und Gedichte)	Literatur für Kleinkinder
Tuwim (1990)*****	Polscy Autorzy Dzieciom (Polnische Kinder-Autoren (Tuwim, Brzechwa, Sójka, Chotomska, Lewandowska, u.a.), mit Kinderreimen, Kindergedichten u.a.)	Literatur für Kleinkinder
Pruszewicz, Demenko, Richter, Wiki (1993)***	Neue Artikulationslisten (NLA-93) (10 Listen à 24 Ein- und Zweisilber)	Sprachaudio. für Erwachsene

Maurer (1997) ^{*****}	Zabawy z rymami (Spiele mit Reimen, Kinderreime für Kinder im Alter von 3-7 Jahren mit Bildmaterial)	Literatur für Kinder und Kleinkinder
Pruszewicz, Demenko, Richter, Wiki (1999) ^{****}	Polnische Zahlen- und Wortlisten für die Sprachaudiometrie und zum Hörtraining (10 Zahlenlisten à 10 Zahlen, 10 Wortlisten à 20 Einsilber, 7 Trainingseinheiten mit Ein- und Zweisilber-Reimpaaren)	Sprachaudio. für Erwachsene

* nach Bystrzanowska 1978

** nach Lindner 1976

*** nach Pruszewicz 1994

**** nach Pruszewicz, Demenko, Richter, Wiki (1999): Polski test liczbowy i słowny do badania słuchu oraz testy do treningu słuchowego. Marke Med sp. z o. o. Poznań (inkl. Compact Disc)

***** vgl. Literaturverzeichnis

Ausgehend vom Basissprachkorpus, der das gesamte Wortmaterial enthält, mussten zunächst die Parameter zur Struktur der Wörter, die in eine nähere Auswahl kommen sollen, festgelegt werden.

Da das Verfahren aus Reimen speziell für Kinder im Alter von 3-7 Jahren bestehen soll, wurde eine ein- bis zweisilbige Struktur im Singular und Plural in Form von Nomen angestrebt (vgl. BYSTRZANOWSKA 1978, PRUSZEWICZ 1994, WISNIEWSKI 2001). Damit wurde die Auswahl bereits in erheblichem Maße eingeschränkt und die unterschiedlichen Parameter für die finale Auswahl der Ziel-Items für die OLSZTYNER HÖR REIME waren damit festgelegt:

Ein-, bzw. Zweisilber

Nomen

Singular- und Pluralstruktur

Reimpaare

Die Zahl der Wörter aus dem Basissprachkorpus reduzierte sich aufgrund dieser Parameter erheblich und bildete dann den Wortvorrat (vgl. Anhang I). Mit Hilfe der Nativespeakerin BS, die ebenfalls die Aufsprachen für die OLSZTYNER HÖR REIME

übernahm, und einer Sonderpädagogin CB⁸, mit mehrjähriger Erfahrung im frühpädagogischen Bereich in Polen, sowie dem Untersucher SB selbst, wurde der Wortvorrat erneut analysiert, indem besonders kindgerechte Wörter ausgewählt wurden. Dazu wurde diesen drei Personen (BS, CB und SB) unabhängig voneinander jeweils eine Liste des Wortvorrates ausgehändigt. Die alphabetische Anordnung wurde dafür durchbrochen. Die subjektive Beurteilung der drei Personen wurde unabhängig voneinander vorgenommen. Alle Wörter, die von allen drei Personen als besonders kindgerecht eingestuft wurden, gehörten nun zum sog. Wortinventar der OLSZTYNER HÖR REIME und kamen damit potentiell auf die Ziel-Item Liste des Verfahrens (vgl. Anhang II). Die Wortstruktur bestand damit ausschließlich aus ein- bis zweisilbigen Nomen im Singular und Plural. Damit alle Parameter für die Auswahl der Ziel-Items für das OHR-Verfahren gesichert wurden, mussten anschließend aus dem Wortinventar Reimpaare gebildet werden, die einheitlich im Singular, bzw. im Plural standen (vgl. Anhang III).

- **Verkürzte Wortlisten für Kinder mit Altersunterscheidung**

Das Untersuchungsmaterial ist für Kinder im Alter von 3-7 Jahren vorgesehen, d.h. vom Untersucher wird für die Durchführung Einfühlungsvermögen vorausgesetzt, damit alle Kinder motiviert an der Untersuchung teilnehmen können. Nur in einem angstfreien Umfeld kann die Hörfähigkeit der Kinder, kombiniert mit hoher Konzentration auf das Bildmaterial, zu optimalen Ergebnissen führen.

Die Reimpaar-Listen dürfen dafür nicht zu lang sein. Eine Präsentation mit einer Wortlistenlänge von zwölf Ziel-Items, wie beispielsweise im Zweisilber-Reimtestverfahren für die deutsche Sprachaudiometrie von Kliem und Kollmeier, wird gerade für Kinder im Alter von 3-4 Jahren als zu groß eingeschätzt (vgl. KLIEM, KOLLMEIER 1994; KLIEM, KOLLMEIER 1995). Kinder in diesem Alter können sich oft nur über kurze Zeiteinheiten konzentrieren, um damit verlässliche Angaben machen zu können (vgl. HORSCH, GÓRNIOWICZ, BISCHOFF, FAUTZ 2001A/B).

Geeignet erscheint daher die Unterteilung in zwei Altersgruppen, um damit dem Altersunterschied der Kinder zwischen 3 und 7 Jahren gerecht zu werden. Dabei sind 8 Ziel-Items für Kinder im Alter von 3-4 Jahren und 10 Ziel-Items für Kinder im Alter

⁸ BS: Dr. Barbara Sapała, die Sprecherin der Aufnahmen für die OLSZTYNER HÖR REIME, CB: Christiane Bischoff, Frühpädagogin

von 5-7 Jahren altersangemessen, um einer Überforderung vorzubeugen. Wortlisten mit Altersunterscheidung für 3–4jährige Kinder, sowie Wortlisten für 5–7jährige Kinder sind auch im Hinblick auf die Motivation und die nötige Konzentration der Kinder bei der Durchführung des Verfahrens angemessen.

Um differenzierte Ergebnisanalysen durchführen zu können, wurde eine spezielle Wortlistenlänge, sowie die Einteilung in zwei Altersgruppen für das OHR-Verfahren realisiert. Diese entspricht beispielsweise folgender Struktur:

Beispiele für Ziel-Items für Kinder im Alter von 3-4 Jahren

<u>Ziel-Item</u>	<u>dt.</u>
czapka	Mütze
smok	Drachen
piórko	Feder
słoń	Elefant
chata	Hütte

Beispiele für Ziel-Items für Kinder im Alter von 5-7 Jahren

<u>Ziel-Item</u>	<u>dt.</u>
myszka	Mäuschen
blok	Haus
koło	Stirn
bluzka	Bluse/Hemd
chata	Hütte
dłonie	Hände
foki	Seehunde
fale	Wellen
sok	Saft

- **Sprecher oder Sprecherin?**

Das Sprachmaterial, das aktuell in der modernen Sprachaudiometrie verwendet wird, ist von einem männlichen ungeschulten Sprecher gesprochen (KLIEM, KOLLMEIER 1994; SOTSHECK 1992). Dabei soll der Sprecher normal, nicht verstärkt artikuliert auf Tonträger die Ziel-Items, bzw. das Satzmaterial aufsprechen und dabei auf einen gleichbleibenden Grundtonus seiner Stimme achten. Untersuchungsergebnisse von Smoorenburg und Bosman fordern dies (vgl. SMOORENBURG, BOSMAN 1992).

Allerdings zeigen Forschungsergebnisse, bei denen mehrere Männer- und Frauenstimmen auf ihre Verständlichkeit untersucht wurden, dass Frauenstimmen ein signifikant besseres Ergebnis erreichen (vgl. TSCHOPP, INGOLD 1992). Dies lässt sich möglicherweise dadurch erklären, dass Frauenstimmen durch das sprachsimulierende Rauschen weniger maskiert werden als die Männerstimmen (ebd.). Dadurch ist der hochfrequente Anteil einer weiblichen Sprecherin bei der Präsentation des Verfahrens mit Störgeräusch besser zu diskriminieren als die Stimme eines männlichen Sprechers. Für die Aufnahmen der OLSZTYNER HÖR REIME, einem Reimverfahren speziell für Kinder, wurde daher eine weibliche ungeschulte Nativespeakerin eingesetzt. Zudem wurden die OLSZTYNER HÖR REIME für hörgeschädigte Kinder im Alter ab 3 Jahren konzipiert. Kinder im Alter von 3 Jahren haben den Spracherwerbsprozess und den Hörerwerbsprozess noch nicht abgeschlossen, d.h. das Gehirn verfügt noch über genügend Plastizität, neue Reize aufzunehmen und diese zu verarbeiten. Dabei ist nicht ausschließlich die Quantität der Reize von großer Bedeutung, sondern auch die Qualität dieser Stimuli spielt eine wesentliche Rolle.

Hörgeschädigte Kinder im Alter von der Geburt bis zum Eintritt in die Schule werden oft durch sonderpädagogische Beratungsstellen begleitet. Dort findet die Früherziehung des hörgeschädigten Kindes und in den meisten Fällen die Beratung seiner Eltern statt. Dabei hat die pädagogische Beziehung zwischen Erzieher und Kind eine besondere Bedeutung. Der Beruf des sonderpädagogischen Früherziehers wird in der Regel von einer Frau ausgeübt, d.h. die weibliche Stimme ist dem Kind vertraut, es kann sich darauf einlassen. Auch zu Hause wird die Mutter das Kind vorwiegend versorgen. Durch den Einsatz von motherese, das die Mutter meist intuitiv verwendet, wird das Kind zum Hören geradezu motiviert. Durch die vielfältigen Modulationen der Stimme seiner Mutter lernt das Kind differenziert wahrzunehmen und beginnt schon bald nach der Geburt mit der Mutter in den Dialog zu treten, indem es beispielsweise lautiert Blickkontakt aufnimmt oder motorische Reaktionen zeigt (vgl. HORSCH, BISCHOFF 2003).

Im Kontext der Dialogentwicklung wird innerhalb der Früherziehungseinheiten ebenso großer Wert auf den Einsatz von teacherese gelegt, so wie die Mutter meist intuitiv motherese im Dialog mit ihrem Kind verwendet. Dabei versucht auch sie, mittels ihrer in hohem Maße modulierten und vor allen Dingen kindgerechten Sprechweise, das Kind vor allen Dingen zum Hören und Sprechen zu motivieren. Es

ist unbestritten, dass nicht auch männliche Frühpädagogen in der Früherziehung die Kinder durch ihren Einsatz von teacherese motivieren, bzw. auch Väter durch ihr fatherese in den Dialog mit ihrem Kind treten.

Für die OLSZTYNER HÖR REIME wurde aufgrund der genannten Forschungsergebnisse eine weibliche Sprecherin eingesetzt. Die polnische Nativespeakerin BS verfügte über eine sehr weiche und harmonische Stimmlage, d.h. das Timbre ist sehr ausgeglichen. Sie führte die Aufsprachen im teacherese durch, indem sie die höchste stimmliche Modulation in den Ankündigungssatz legte, dabei den Spannungsbogen aber erst beim Ziel-Item schloss.

- **Motherese/Teacherese für kindgerechte Aufsprachen des OHR-Verfahrens**

Hört das Kind die Stimme seiner Mutter, entdeckt es darin nicht nur Lautmuster, es empfindet diese akustischen Wahrnehmungen zusätzlich als tröstend und erfreulich (vgl. GREENSPAN 2001). Dies bedeutet, das Kind schenkt den Emotionen, die von der Mutter in ihre besondere Sprechweise an das Kind eingebettet sind, hohe Aufmerksamkeit (vgl. NAZZI KEMLER NELSON, JUSCZYK, JUSCZYK 2000). Eine Studie von Singh und Morgan unterscheidet dabei baby talk von einem sog. happy talk: "When affect was held constant, no preference for any speech register [baby talk vs. adult directed speech] was observed. Moreover, when ADS [adult directed speech] stimuli presented more positive affect than BT [baby talk] stimuli, infants' preferences followed the positive affect. Higher and more variable pitch was neither necessary nor sufficient for determining infants' preferences" (SINGH, MORGAN, BEST 2002, 365). Nach Singh handelt es sich bei der besonders kindgerechten Sprechweise der Mutter im Dialog mit ihrem Kind um einen sog. happy talk. Sobald allerdings die mit positiven Emotionen verbundene Sprechweise zum Kind konstant in beiden Sprechregistern (BT und ADS) gehalten wird, zeigt ein sechs Monate altes Kind keine klare Präferenz mehr für eines der beiden Sprechregister. Wenn dann innerhalb des baby talk, bezogen auf emotionale Parameter, abwechselnd im happy talk und neutral gesprochen wird, bevorzugt das Kind durchgängig den happy talk (ebd.). Das Kind entscheidet sich damit für die positive Variante mit hoher emotionsbeladener Sprechweise, die die Mutter im Dialog mit ihrem Kind einsetzt.

Bereits Wundt hat Anfang des letzten Jahrhunderts (1904) diese besondere an das Kleinkind gerichtete Sprache als Ammensprache bezeichnet. Die Sprechweise in der

Interaktion mit dem Kind, als Ammensprache (vgl. WUNDT 1904), motherese (vgl. NEWPORT 1977), motherese und teacherese (HORSCH 1997), baby-talk (vgl. FERGUSON 1977) oder auch parents-, child- oder infant-directed-speech bezeichnet, kann durch erhöhte, sowie vereinfachte, verlangsamte, deutliche und stetig wiederholte Intonationen der Sprechmelodik gegenüber der Sprechweise zu Erwachsenen charakterisiert werden.

Die Mutter bemüht sich dabei im Dialog mit ihrem Kind, die kindliche Aufmerksamkeit auf die Interaktion zu lenken und damit eine face-to-face Situation herzustellen, dabei mit einer Grußreaktion den Kopf leicht zurückzuneigen, die Augenbrauen etwas anzuheben, zu lächeln und dabei mit ihrem Kind zu sprechen (vgl. HORSCH 2004). In diesem Dialograhmen unterscheidet sich die an das Kind gerichtete Sprache der Mutter gegenüber ihrer Sprache zu anderen Erwachsenen so, „dass sie [die Mutter] die Wörter quasi groß in die Luft malt, dass sie Akzentverschiebungen vornimmt und damit die Aufmerksamkeit des Säuglings auf besonders wichtige Wörter lenkt und auch keine komplizierte Satzkonstruktionen verwendet“ (Horsch 1997, 111).

Für die Aufsprachen der Ziel-Items der OLSZTYNER HÖR REIME wurde diese besondere an das Kind gerichtete Sprechweise durch die weibliche ungeschulte polnische Nativespeakerin realisiert. Ihre Aufsprachen aller Ziel-Items, sowie des Ankerschalls im teacherese sollen sich auf die Kinder im Alter von 3-7 Jahren motivierend und auditiv attraktiv auswirken. Diese stark von anderen sprachaudiometrischen Aufsprachen abweichenden Parameter, wie eine höhere durchschnittliche Tonhöhe, eine kürzere Vokalisation und eine verstärkte Modulation, sollen damit die volle Aufmerksamkeit des Kindes auf die sprachlichen Äußerungen lenken.

- **Aufzeichnung des Sprachmaterials**

Mit Hilfe des durch Windows unterstützten volldigitalen Audio-Editors Cool Edit Pro, Version 1.2 (Syntrillium Software Corporation 1999), wurde das Wortinventar aufgesprochen und im Anschluss daran individuell durch Kurzzeit-, wie Langzeitanalysen bearbeitet. Außerdem wurde für jedes Ziel-Item ein Spektrogramm zur Analyse frequenzspezifischer Parameter erstellt und mit Hilfe dieses Programms bearbeitet.

Bei der Aufsprache der Items musste die Bedingung des Abtasttheorems berücksichtigt werden, d.h. die höchste im analogen Eingangssignal vorkommende Frequenz durfte maximal halb so groß sein wie die Abtastfrequenz. Wird diese Bedingung nicht erfüllt, überlappen sich die hohen Frequenzen des ursprünglichen Spektrums mit Anteilen des durch die Abtastung periodisch wiederholten Spektrums, so dass in den Überlappungsbereichen sog. Aliasing-Artefakte, auch Spiegelfrequenzen genannt, hörbar werden. Die Rekonstruktion des Originalsignals würde dadurch unmöglich (vgl. WENDLER, SEIDNER, KITTEL, EYSHOLDT 1996). In der Regel wird in der Praxis für die Digitalisierung von Audiosignalen eine Abtastrate von 44kHz genutzt, dies entspricht CD-Qualität (ebd.). Eine Sampling Rate von 22kHz erlaubt dabei eine Analyse der aufgesprochenen Wörter bis 11kHz, eine Rate von 44kHz hingegen eine Analyse bis 22kHz. Auch Cluster-Bildungen können so einem bestimmten Frequenzspektrum zugeordnet werden.

Die Sampling Rate bestimmt dabei die gesamte Bandbreite, d.h. wie viele Frequenzen innerhalb des Audiosignals codiert werden können. Die Sampling Rate beträgt 44kHz, da dadurch die Qualität der Aufnahme in hohem Maße optimiert werden kann.

Die Quantisierung bestimmt bei diesem Vorgang die Genauigkeit, mit der das analoge Eingangssignal in digitale Daten umgesetzt wird. Eine Quantisierung des Wortmaterials mit 16 Bit wurde daher angestrebt, um ein differenziertes Klangbild zu erhalten. Während der Aufnahme wurde auf Vergleichbarkeit der Wörter hinsichtlich der Stimmlage, Stimmaufwand und Betonung durch die polnische Sprecherin geachtet. Um eine erhöhte Homogenität des Sprachmaterials zu erreichen, wurde im Anschluss an die Aufnahmen eine individuelle Lautheitsangleichung der Ziel-Items mittels mehrerer erwachsener Hörer durchgeführt. Mittels der Normstichprobe, die aus hörenden Kindern im Alter von 3-7 Jahren bestand, wurden die OLSZTYNER HÖR REIME, dargeboten im Störschall ($S/N = +6\text{dB SPL}$), standardisiert und damit die Verständlichkeit der Ziel-Items, bzw. der Wortlisten mittels sog. Listen-Normwerte festgelegt.

Die Sprachaufnahmen für das OHR-Verfahren fand in der sog. Radiowerkstatt im AVZ der Pädagogischen Hochschule Heidelberg statt. Der Raum ist speziell für Sprachaufnahmen konzipiert, d.h. entsprechend isoliert und mit leistungsfähigen Computern ausgestattet.

Die weibliche Sprecherin BS ist Polin und hat sich für einen Zeitraum von 3 Tagen bereit erklärt, die Aufnahmen gemeinsam mit dem Untersucher durchzuführen. Sie ist als ungeschulte Sprecherin einzustufen (vgl. KLIEM 1993, KLIEM, KOLLMEIER 1992; KOLLMEIER, MÜLLER, WESSELKAMP, KLIEM 1992) und saß für die Sprachaufnahmen an einem Tisch mit 20cm Abstand vom Mund zum Mikrofon. Das Mikrofon, ein Sennheiser Tischmikrofon, ist über ein Mackie 1402 VLZ 14-Kanal Audiomixer mit einem Pentium III-500 Prozessor und mit einem 192 MB RAM und 9 GB UW SCSI System verbunden. Mit Hilfe des Audio-Editors Cool Edit Pro wurden die Aufnahmen direkt auf die Festplatte (120 GB Daten-FP) aufgezeichnet. Die Sprecherin hatte zur Erleichterung der Aufsprachen im teacherese für den Interaktionsbezug die Handpuppe ‚Larsi‘ vor sich sitzen. Diese Handpuppe wurde auch später für Kinder zur Durchführung der OLSZTYNER HÖR REIME eingesetzt, um die Beziehungsaufnahme zwischen Kind und Untersucher zu erleichtern.

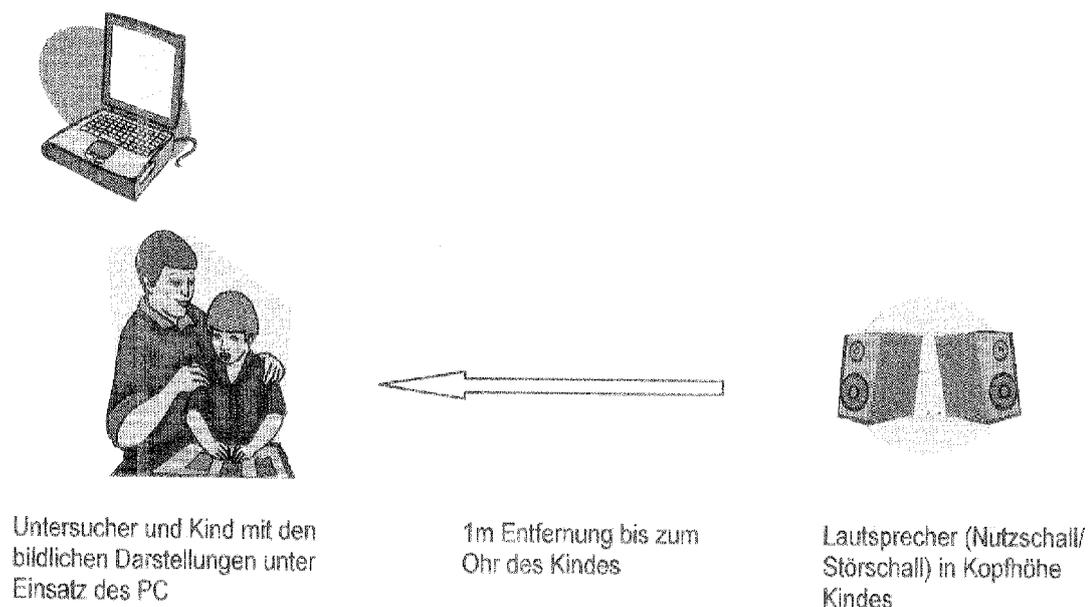


Abb. 18: Aufbau der Aufnahme-Messapparatur für das Sprachmaterial im AVZ der Pädagogischen Hochschule Heidelberg

Für den Verlauf der gesamten Aufnahmen wurde sowohl von der Sprecherin selbst, als auch vom Untersucher, der die Aufnahmen am PC steuerte, auf einen angemessenen und konstanten Stimm- und Sprechaufwand geachtet. Erste

Probeaufnahmen wurden zuvor erstellt, um einen möglichst gleichen Pegelausschlag, gemessen mit dem VU-Meter von Cool Edit Pro, zu erzielen. Die Sprecherin musste außerdem darauf achten, dass zwischen Ankündigungssatz und Ziel-Item eine deutliche, jedoch nicht unnatürliche Pause entstand, um damit koartikulatorische Einflüsse des Ankündigungssatzes auf das Ziel-Item zu vermeiden.

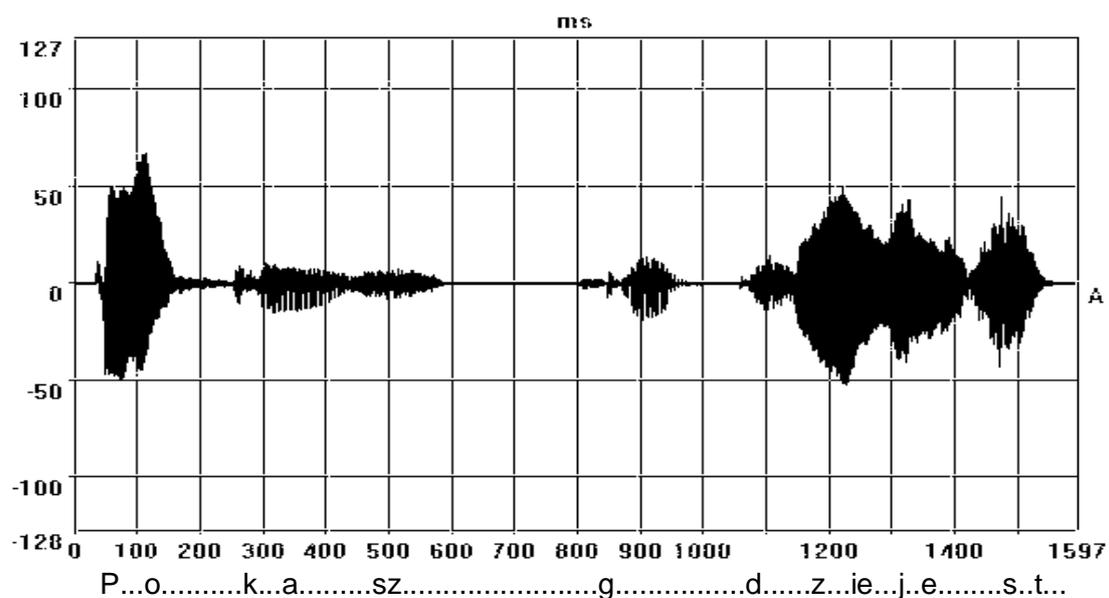
Dafür wurden für die Aufnahmen des Sprachmaterials gemeinsam mit dem Ankündigungssatz jeweils drei Mal aufgezeichnet, d.h. es wurden

$$n=88 \text{ Ziel-Items mit Ankündigungssatz} \cdot 3 = \underline{264 \text{ Ziel-Items mit Ankündigungssatz}}$$

von der polnischen Sprecherin BS aufgesprochen.

Die beiden nachfolgenden Abbildungen 19(A) und 19(B) zeigen beispielhaft jeweils einen Ankündigungssatz für den Singular und den Plural. Beide Zeitsignale zeigen sehr deutlich gegen Ende des Signals einen Pegelausschlag der Amplitude gegen 0, d.h. die erwünschte kurze, aber natürliche Sprecherpause vor dem Ziel-Item (Ziel-Item in der Abbildung nicht mehr sichtbar) wurde damit gesichert.

(A)



(B)

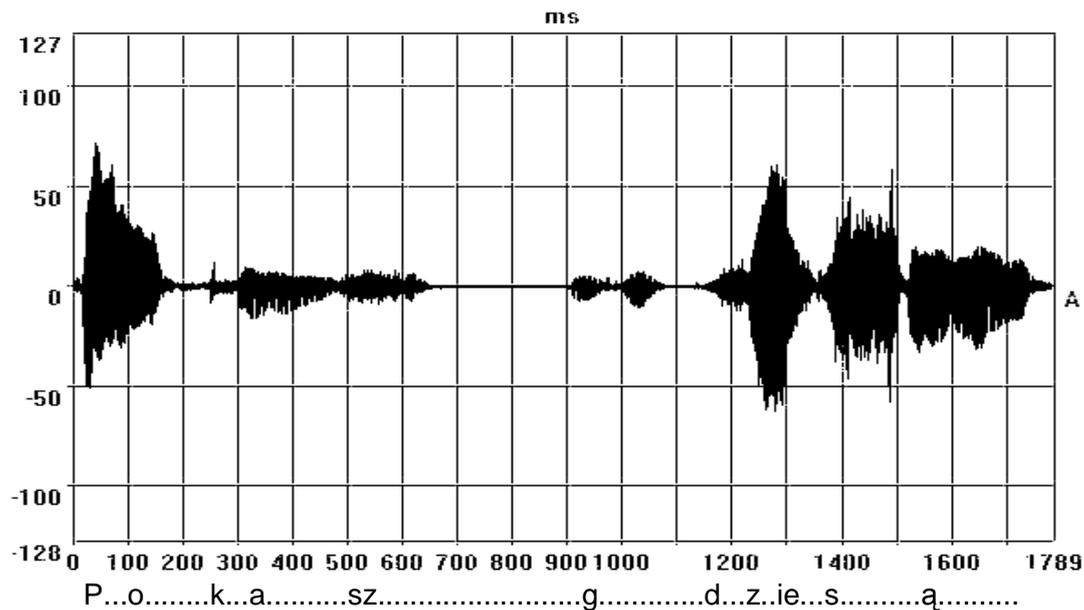


Abb. 19: Ankündigungssatz im Singular „Pokasz, gdzie jest...?“ (A) und Plural „Pokasz, gdzie są...?“ (B) als Zeitsignal

Für die Aufnahmen stand der Sprecherin die gesamte Liste der Ziel-Items (singular, plural) zur Verfügung. Um einen Gewöhnungseffekt und einen monotonen und unnatürlichen Sprechrhythmus zu vermeiden, wurde die Reihenfolge der Ziel-Items zuvor so verändert, dass die Reimpaare nicht mehr zu erkennen waren. Ebenso wurde die alphabetische Reihenfolge durchbrochen. Die weiche und harmonische Sprechstimme der polnischen Nativespeakerin wirkt dadurch für alle Aufsprachen im teacherese sehr klar und natürlich. Der Spannungsbogen wird durch sie vom Ankündigungssatz bis zum Ziel-Item optimal durchgehalten. Derartige Sprachaufnahmen im teacherese sind für die Sprachaudiometrie derzeit einmalig. Die OLSZTYNER HÖR REIME können dadurch als besonders kindgerechtes Verfahren innerhalb der Pädagogischen Audiologie für den polnischen Sprachraum angesehen werden.

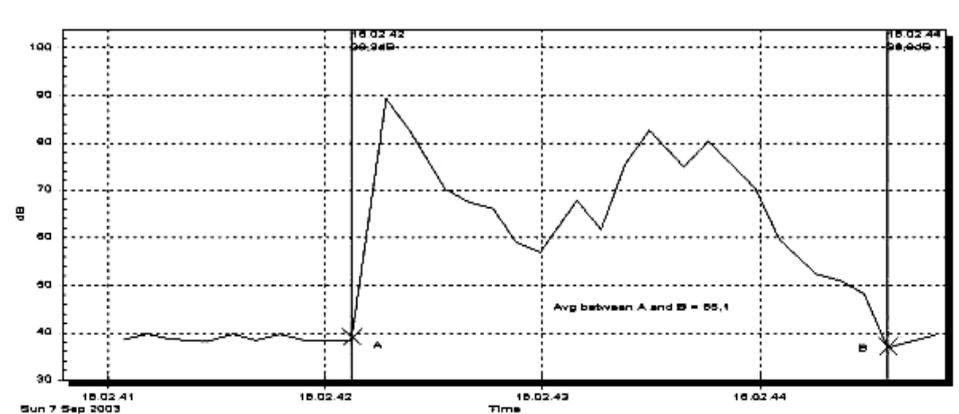
- **Digitale Verarbeitung des Sprachmaterials**

Vor der Weiterverarbeitung des aufgesprochenen Sprachmaterials, musste aus den jeweils drei (gesamt 264), vom Inhalt identischen Aufnahmen, jeweils eine

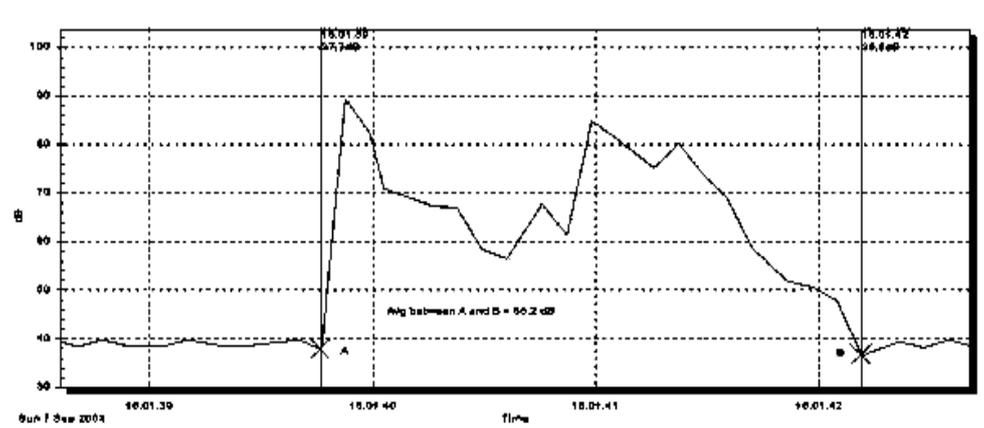
ausgewählt werden, die für die OLSZTYNER HÖR REIME als Ziel-Item verwendet werden konnte. Mit Hilfe der polnischen Nativespeakerin BS wurden dafür alle Aufnahmen abgehört, zusätzlich am Bildschirm das Zeitsignal verfolgt, um zu überprüfen, in wie weit die natürliche Sprecherpause vor dem jeweiligen Ziel-Item eingehalten wurde, um koartikulatorische Effekte zu verringern. Damit wurden die 264 unterschiedlichen Aufnahmen wieder auf n=88 Ziel-Items mit Ankündigungssatz reduziert.

Die Überprüfung des konstanten Sprachaufwandes der Sprecherin wurde im Anschluss daran überprüft. Dadurch konnte das Sprachmaterial innerhalb seiner Homogenität optimiert und dann digital weiter verarbeitet werden. Mittels Pegelschrieben durch den Sound Level Meter Test Link SE 332 des BBZ Stegen wurden zunächst sämtliche Ankündigungssätze auf die Einhaltung gleichen Sprechaufwandes der Sprecherin überprüft, um von wiederholten Aufnahmen absehen zu können. Weitere Pegelschriebe, beispielsweise der Peak-Amplituden, wurden später angefertigt. Drei Kurvenverläufe dieser Messungen zeigen nachfolgend, dass trotz Aufsprachen im teacherese, die ein erhebliches Maß an Modulation beinhalten, die Einhaltung des durchschnittlichen Sprechaufwandes sehr gut gelungen ist. Die Abbildungen 20(A), 20(B) und 20(C) zeigen im Durchschnitt Schalldruckpegel von 65,1dB SPL, 65,2dB SPL, bzw. 66,4dB SPL, d.h. nur sehr geringe Unterschiede. Die anhand der Kurvenverläufe sichtbaren Pegelunterschiede waren aufgrund der Aufsprachen im teacherese nicht zu vermeiden. Eine modulierte Sprechweise ist ein Kriterium für das besondere Sprechen im motherese/teacherese und damit erwünscht.

(A)



(B)



(C)

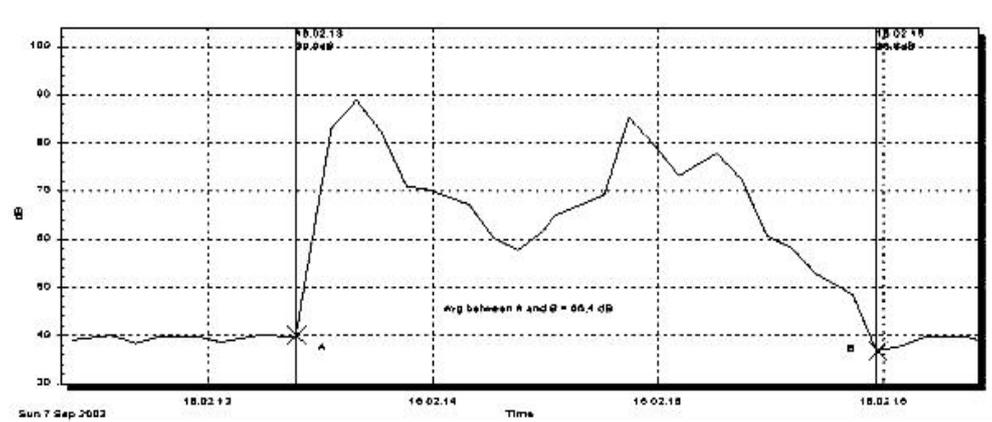


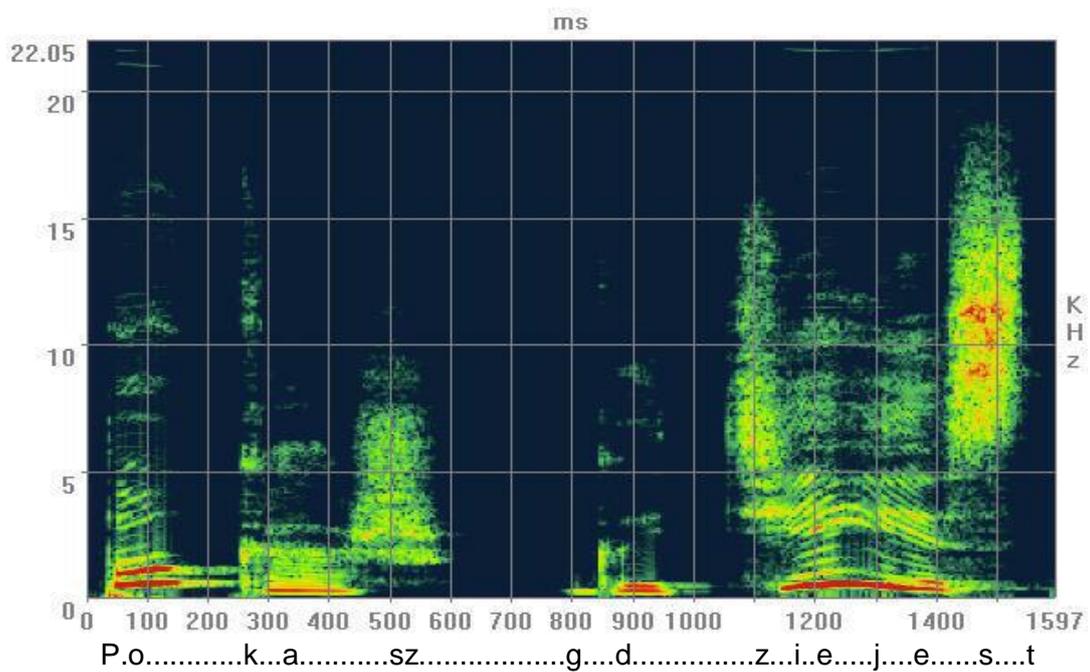
Abb. 20: Pegel-Aufzeichnungen drei unterschiedlicher Ankerschalle im Plural durch den Sound Level Meter Test Link SE 332 vor dem subjektiven Lautheitsausgleich der Ziel-Items

Um eine weitere digitale Bearbeitung am Sprachmaterial vorzunehmen, beispielsweise durch die Analyse aller Peak-Amplituden der Ankündigungssätze getrennt nach Singular und Plural, mussten die Aufnahmen von eventuellen Störgeräuschen, wie Rauschen oder Knacken, befreit werden. Trotz optimaler Aufnahmebedingungen am AVZ der Pädagogischen Hochschule Heidelberg konnten derartige Störungen innerhalb des Audiosignals nicht ausgeschlossen werden. Der Sound Editor Cool Edit Pro ist in der Lage, Analysen von mehreren zuvor festgelegten Ausschnitten der Aufnahmen zu nehmen. Dazu wurden Abschnitte gewählt, die in Ruhe waren, d.h. kleinere Abschnitte zwischen zwei Wörtern des Ankündigungssatzes, die praktisch keinen Pegelausschlag vorwies. Das Programm ermittelte innerhalb dieser Ruhe-Abschnitte diejenigen Frequenzen, die

nicht dem Sprachsignal zuzurechnen waren und speicherte diese ab. Mittels eines damit eigens für die Aufnahmen der OLSZTYNER HÖR REIME erstellten Filters, konnte man nun jedes aufgezeichnete Sprachsignal filtern, wodurch dieses optimiert wurde, indem diejenigen Geräusche, die innerhalb der Ruhe-Abschnitte im Signal enthalten waren, vom gesamten Audiosignal entfernt wurden. Die sog. Noise Reduction Funktion wurde für das Hintergrundrauschen, die sog. HISS Reduction für die Zischgeräusche und weitere Hintergrundgeräusche ausgewählt. Innerhalb dieser beider wurde eine FFT von 4096 Punkten mit Geräuschreduzierungsrange (dB range) bei -40dB verwendet.

Durch diesen Vorgang entstanden absolut geräusch- und knackfreie Audiosignale, wie dies beispielhaft die beiden nachfolgenden Abbildungen 21(A) und 21(B) der Ankündigungssätze im Singular und Plural im Spektrogramm sichtbar machen. Der undurchbrochene dunkelgrüne Hintergrund macht deutlich, dass außerhalb des Sprachsignals keine weiteren Geräusche das Audiosignal verdecken.

(A)



(B)

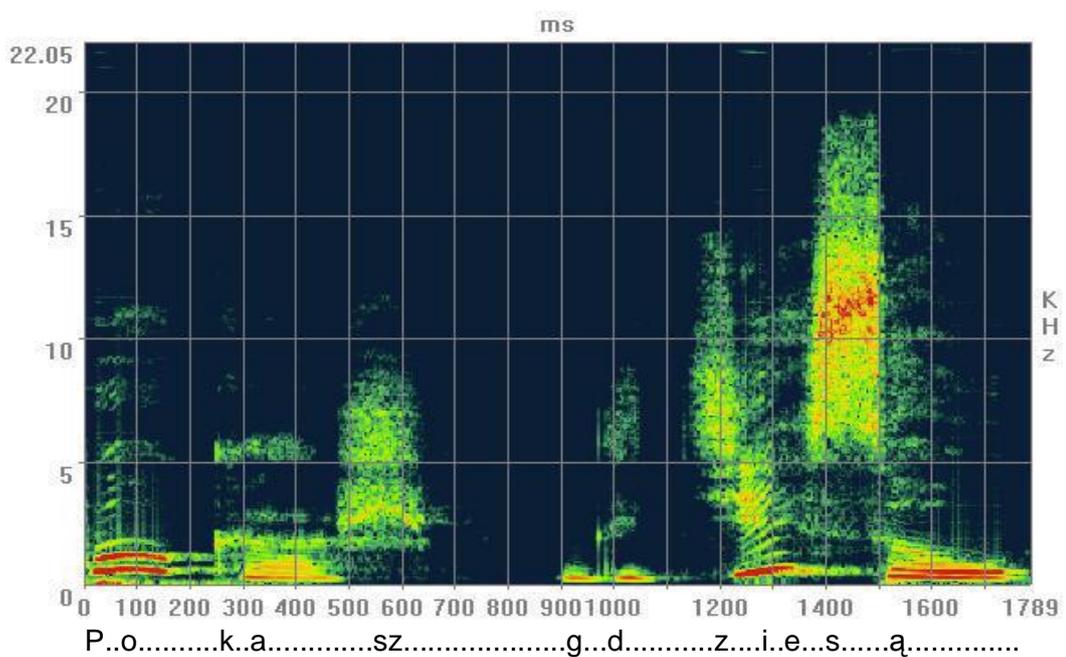


Abb. 21: Ankerschall im Singular (A) und Plural (B) in Darstellung eines Spektrogramms

- **Ankerschall**

Um eine einheitliche Form der Audiosignale zu erreichen, wurde für jedes Ziel-Item Wortanfang und -ende durch Setzen einer Marke zeitlich eindeutig festgelegt. Außerdem wurden zunächst die für die Sprecherin BS insgesamt 264 Aufsprachen auf $n=88$ Ankündigungssätze reduziert. Anschließend wurde ein einziger Satz als

Ankündigungssatz, der sog. Ankerschall, für die spätere Präsentation des Verfahrens ausgewählt. Dieser Satz bildete innerhalb der Bearbeitung des Sprachmaterials den Bezugspunkt für die gesamten n=88 Ziel-Items. Er wird darum auch als Ankerschall bezeichnet. Für die OLSZTYNER HÖR REIME wurden zwei Formen des Ankerschalls ausgewählt, jeweils einer für die Ziel-Items im Singular und einer für die Ziel-Items im Plural.

"Pokasz, gdzie jest ?"
 ("Zeig mal, wo ist ?")

"Pokasz, gdzie są ?"
 ("Zeig mal, wo sind ... ?")

Um die Auswahl des Ankerschalls optimal treffen zu können, wurden differenzierte Analysen der Audiosignale durchgeführt. Die Einhaltung eines möglichst konstanten Sprechaufwandes der Sprecherin BS bei der Aussprache der Ankündigungssätze war dafür maßgebend. Mit Hilfe des Programms Cool Edit Pro wurden zunächst Pegelschriebe in Form einer statistischen Analyse der Peak-Amplitude angefertigt. Die Pegel der Ziel-Items wurden dabei indirekt über die n=88 Ankündigungssätze (n=60 Ankündigungssätze im Singular und n=28 Ankündigungssätze im Plural) beurteilt. Dem liegt die Annahme zugrunde, dass die Sprecherin ihren Sprechaufwand innerhalb eines Satzes nicht wesentlich verändert und daher die ausgewählten Ankündigungssätze als repräsentativ für die Gesamtäußerung angesehen werden können (vgl. KLIEM 1993).

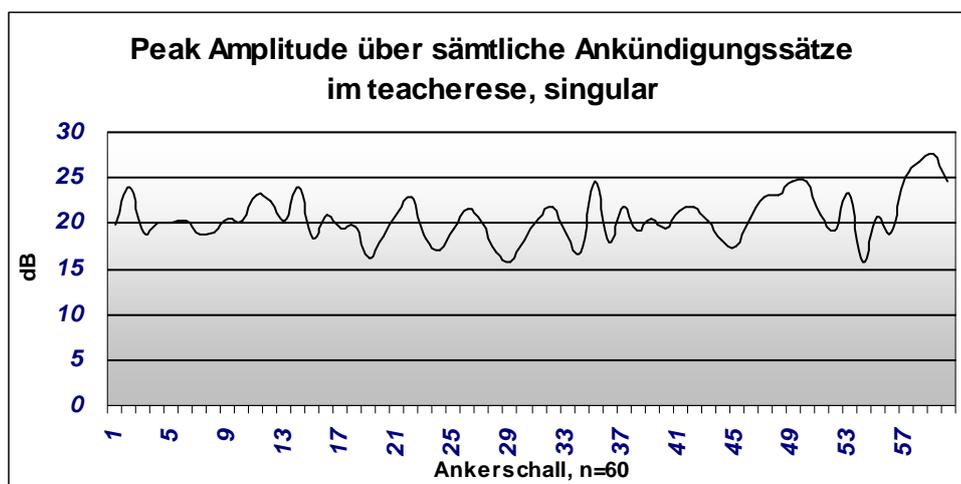


Abb. 22: Peak-Amplitude sämtlicher Ankündigungssätze im teacherese (singular)

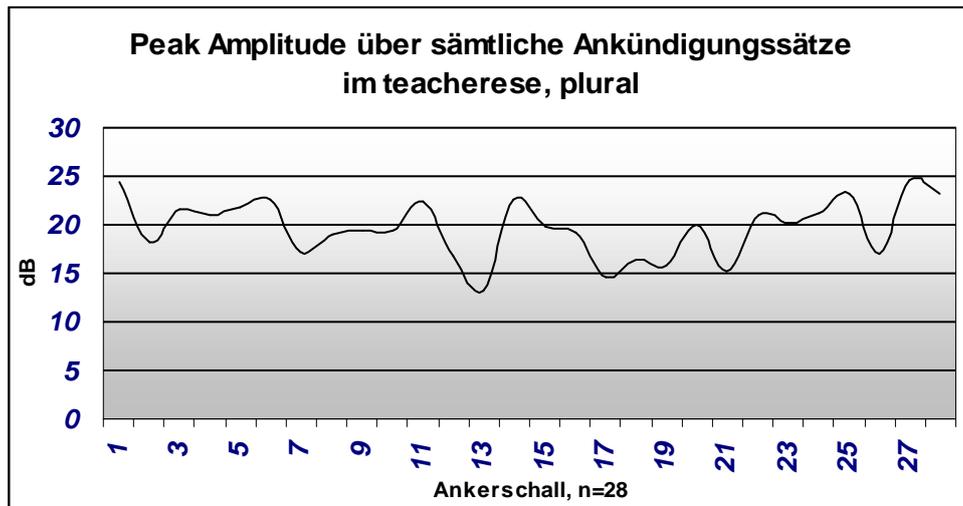


Abb. 23: Peak Amplitude sämtlicher Ankündigungssätze im teacherese (plural)

Aktuelle Forschungsansätze richten dabei den Fokus auf den sog. Effektivwert der Amplitude und nicht mehr auf die größte Auslenkung (Peak Amplitude) (vgl. WENDLER, SEIDNER, KITTEL, EYSHOLDT 1996). Dabei handelt es sich um differenzierte Kenndaten der Ankündigungssätze, um damit den optimalen Ankerschall definieren zu können. Analysen des durchschnittlichen RMS Wertes und des Gesamt-RMS Wertes mittels Cool Edit Pro wurden eigens dafür erstellt. Der RMS-Wert eines Sprachsignals wurde dafür mittels einer rechteckförmigen konstanten Auslenkung mit derselben Leistung beschrieben. Dafür wurde die momentane Auslenkung quadriert, für eine bestimmte Zeit die mittlere Momentanleistung berechnet und aus diesem Mittelwert die Quadratwurzel gezogen, die damit den RMS-Wert (Root Mean Square) bildete (vgl. SYNTRILLIUM SOFTWARE CORPORATION 1999).

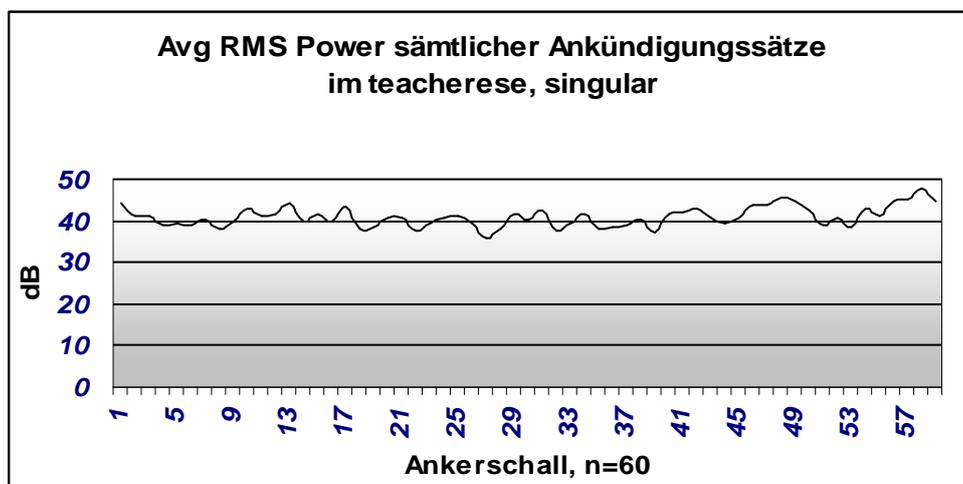


Abb. 24: Average RMS Power aller Ankündigungssätze der OLSZTYNER HÖR REIME, singular

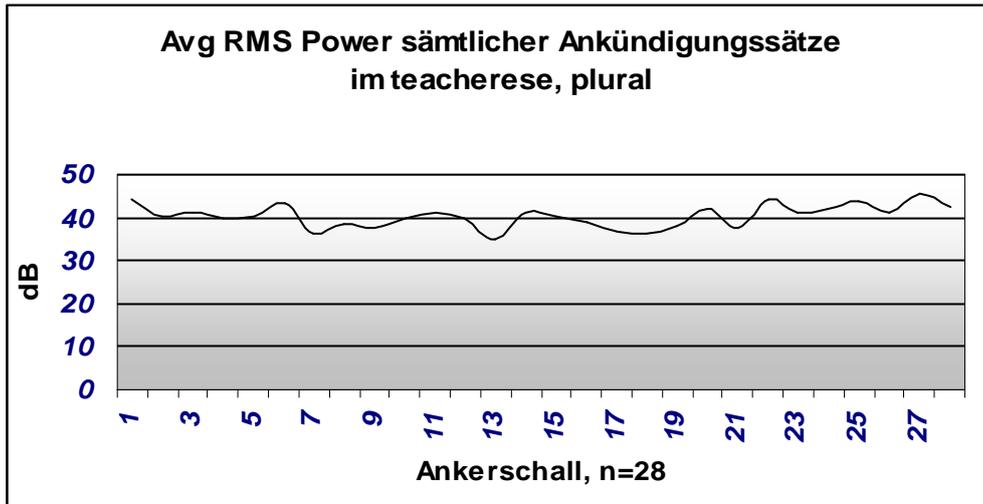


Abb. 25: Average RMS Power aller Ankündigungssätze der OLSZTYNER HÖR REIME, plural

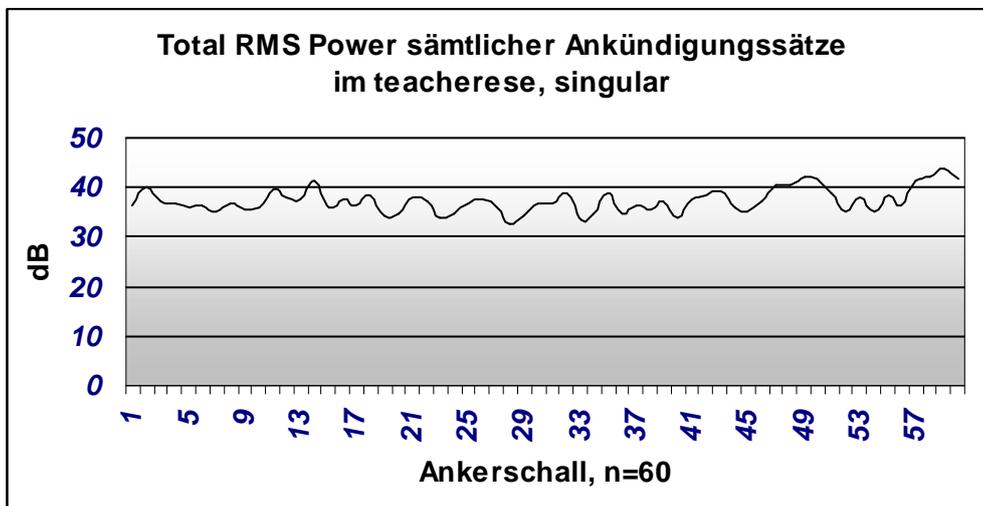


Abb. 26: Total RMS Power aller Ankündigungssätze der OLSZTYNER HÖR REIME, singular

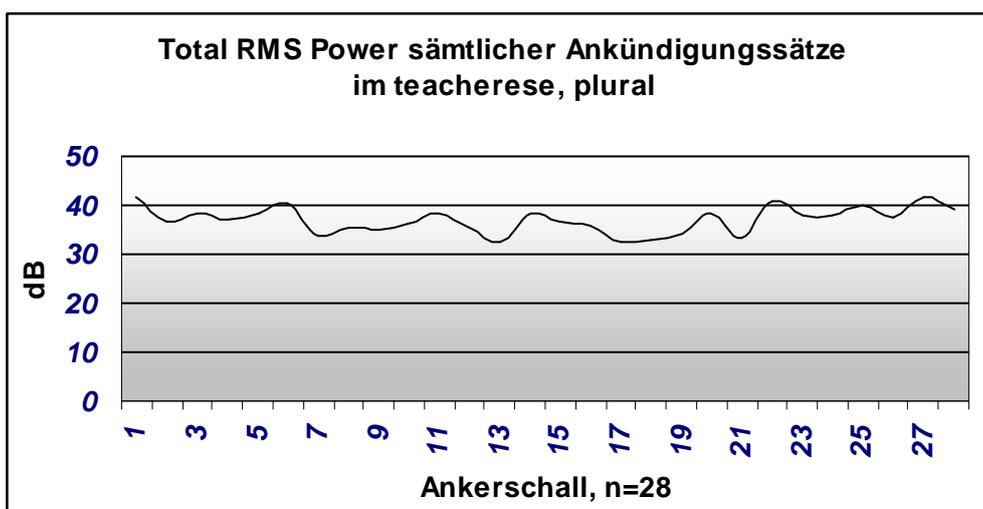


Abb. 27: Total RMS Power aller Ankündigungssätze der OLSZTYNER HÖR REIME, plural

Für die Auswahl der beiden Ankündigungssätze, die repräsentativ für alle Ankündigungssätze jeweils im Singular, bzw. im Plural stehen, wurde damit der RMS-Wert das präzisere Messinstrument. Die beiden nachfolgenden Abbildungen 28 und 29 zeigen, dass die Spanne, die sog. Range, für den Singular 11,37dB und für den Plural 9,29dB beträgt. Da der Ankerschall durch die Sprecherin BS im teacherese aufgesprochen wurde, d.h. mit einer stark melodiosen, besonders kindgerechten Sprache, ist eine derartige Spanne von ca. 10dB ein sehr gutes Maß für die Einhaltung eines möglichst konstanten Stimmaufwandes. Die Standardabweichungen für beide Bereiche (SD 2,44dB im Singular; SD 2,65dB im Plural) sind damit <3dB, was ebenfalls die minimalen Schwankungen aller Aufsprachen belegt (vgl. Anhang VI).

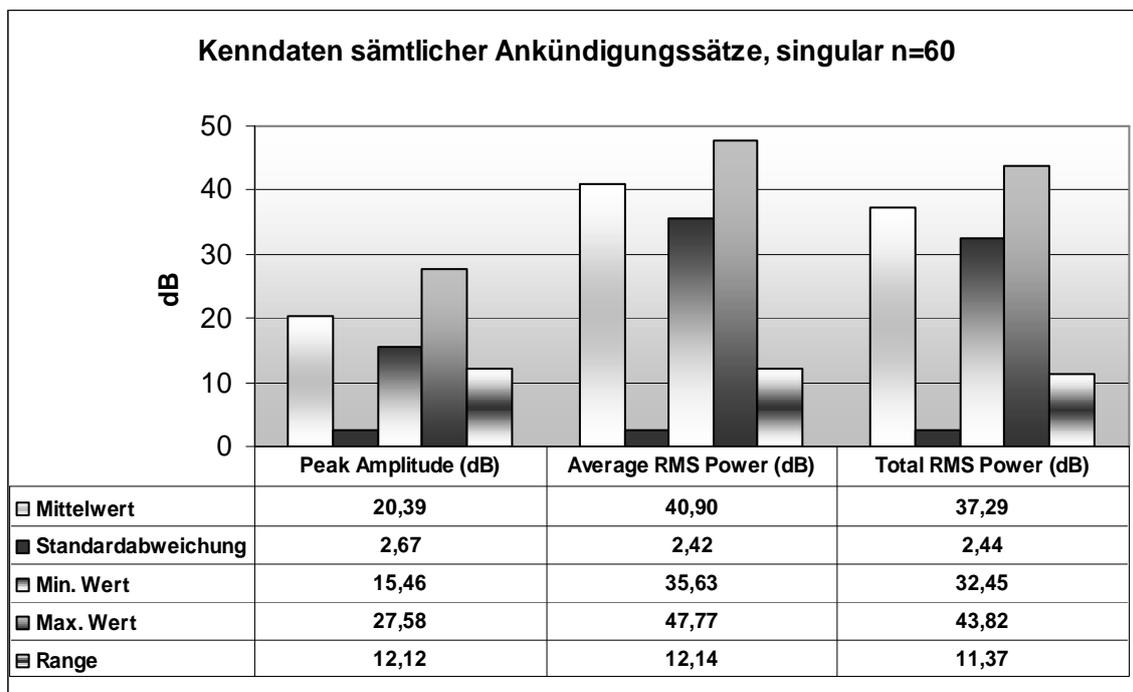


Abb. 28: Statistische Kenndaten des Ankerschalls im Singular

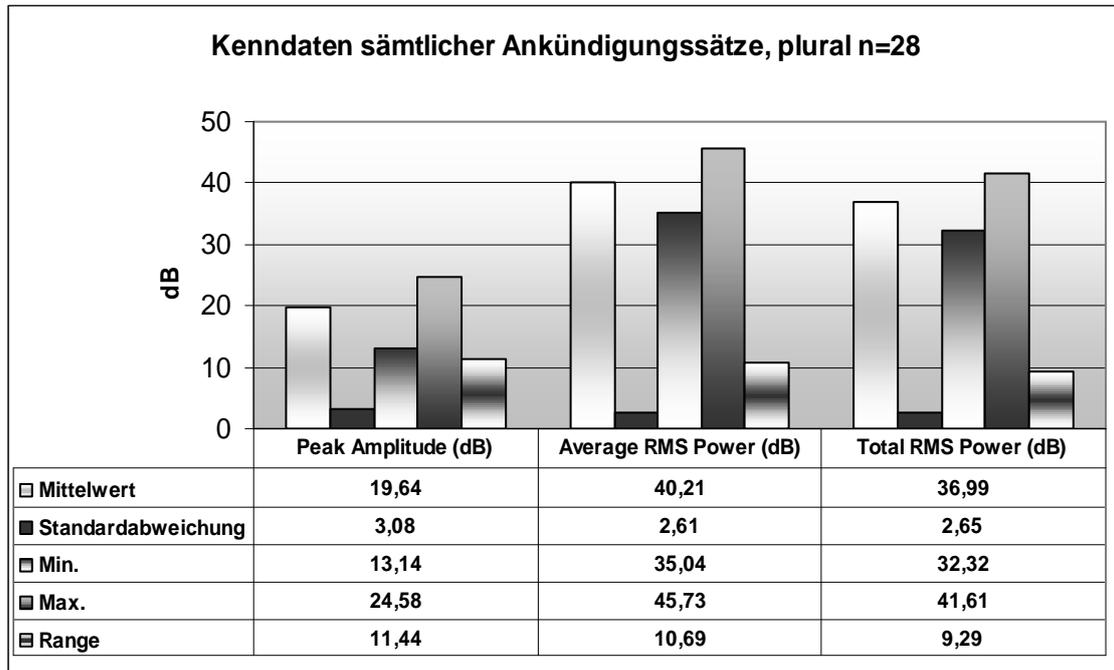


Abb. 29: Statistische Kenndaten des Ankerschalls im Plural

- **Subjektiver Lautheitsausgleich**

Das methodische Vorgehen unmittelbar nach Aufzeichnung des Sprachmaterials zur Optimierung der Homogenität der OLSZTYNER HÖR REIME zielte darauf ab, eine gleiche Verständlichkeit der Ziel-Items hinsichtlich ihres individuellen Schalldruckpegels zu erreichen. Eine optimale Pegelkorrektur des Wortmaterials wurde durch die Methode des subjektiven Lautheitsausgleichs möglich (vgl. KLIEM, KOLLMEIER 1994, KOLLMEIER 1997). Dafür stellten hörende Probanden den Pegel der einzelnen Wörter des gesamten von der Sprecherin BS aufgesprochenen Ziel-Itemmaterials (n=88) auf den von ihnen individuell als gleich empfundenen Schalldruckpegel ein. Den Hörern wurde dabei die Möglichkeit gegeben, den Lautstärke-Pegel des Ziel-Items in 2dB-Schritten in positiver oder negativer Richtung an den Ankerschall anzugleichen. Feineinstellungen bis 0,1dB-Schritte waren hierbei möglich, für den Fall, dass der Hörer mit einem Korrekturwert in 2dB-Schritten zu keinem zufriedenstellenden Ergebnis kommen konnte.

Zur Durchführung des subjektiven Lautheitsausgleichs der OLSZTYNER HÖR REIME standen n=10 hörende erwachsene Probanden im Alter zwischen 25 und 45 Jahren zur Verfügung. Als Kriterium für eine optimale Hörfähigkeit wurde eine Hörschwelle

von <15dB HL im Frequenzbereich 0,25 bis 8kHz vorausgesetzt. Die Hörschwelle wurde mittels eines Screeners SD 21 von SIEMENS ermittelt.

Bei der Anordnung der Verständlichkeitsmessapparatur wurde die Nutzschaquelle im freien Feld von einem Sony SRS-A 57 Lautsprecher übertragen. Dieser Lautsprecher ist magnetisch abgeschirmt und verfügt über eine Frequenzgang-Untergrenze von 70Hz und eine Frequenzgang-Obergrenze von 20.000Hz. Der Lautsprecher wurde im freien Feld in einem durchschnittlichen Wohnraum (vgl. SAUER 1992) im Abstand von 1m vom Probanden (vgl. SAUER 1992, LEHNHARDT 1996) auf mittlerer Kopfhöhe (vgl. INGOLD, TSCHOPP 1992) vorn (0°) platziert.

Diese Anordnung entspricht auch der späteren Anordnung der Lautsprecher für die Standardisierung, sowie für die Durchführung mit der Klinischen Stichprobe des OHR-Verfahrens. Nach einer Studie von Ingold und Tschopp ist diese frontale Anordnung der Lautsprecher nebeneinander, für den Nutzscha (Sprache) zusammen mit dem Störscha (S_0/N_0 -Verhältnis) wie dies folgende Abbildung 30 zeigt, am geeignetsten (vgl. INGOLD, TSCHOPP 1992).

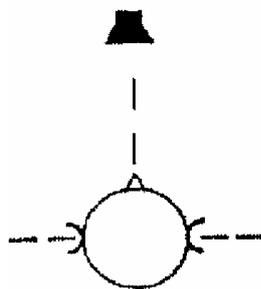


Abb. 30: Anordnung der Messapparatur zur Durchführung des subjektiven Lautheitsausgleichs, bzw. zur Durchführung der OLSZTYNER HÖR REIME

Die nachfolgende Abbildung 31 zeigt die übereinanderliegenden Kurvenverläufe der zehn Hörer. Die Nähe der zehn Kurven zueinander, sowie der Gesamtverlauf der Kurven machen deutlich, dass trotz individueller Einschätzung des Schalldruckpegels für jedes Wort das subjektive Empfinden der einzelnen Hörer nicht stark voneinander abweicht. Man kann daher annehmen, dass durch die individuelle Berechnung des arithmetischen Mittels über zehn Hörer für jedes der $n=88$ Ziel-Items eine optimale Pegelkorrektur der Ziel-Items erreicht werden konnte.

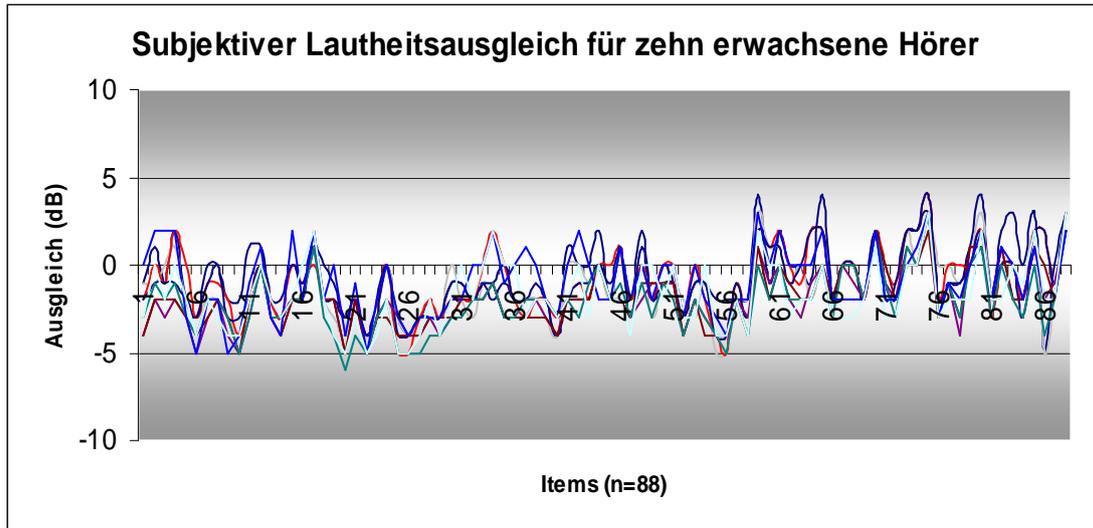


Abb. 31: Subjektiver Lautheitsausgleich zehn erwachsener Hörer

Die Berechnung des arithmetischen Mittels für die durch subjektive Einschätzung des Schalldruckpegels gewonnenen Ergebnisse aller zehn Hörer zu jedem Einzelnen der $n=88$ Ziel-Items ergab damit den neuen Schalldruckpegel für jedes Ziel-Item, der einjustiert werden musste. Werte, die $<5\text{dB}$, bzw. $<-5\text{dB}$ blieben, sind dabei als sehr gute Ergebnisse einzuschätzen (größter Korrekturwert für einen größeren Schalldruckpegel $3,2\text{dB}$, größter Wert für einen reduzierten Schalldruckpegel $-4,6\text{dB}$). Die Standardabweichung, die für alle $n=88$ Ziel-Items $<2,5\text{dB}$ blieb (SD $2,43\text{dB}$), kann ebenso als sehr gutes Ergebnis eingeschätzt werden (vgl. Anhang IV). Die Nativespeakerin BS hat damit den vokalen Aufwand innerhalb der Aufsprachen im teacherese meist konstant eingehalten, was bereits die Pegelschriebe mittels des Sound Level Meters Test Link SE 332 im Vorfeld angedeutet hatten. Die Standardabweichung (dB) der Ziel-Items über zehn erwachsene Hörer, sowie den Median (dB) zeigen die beiden nachfolgenden Abbildungen 32 und 33.

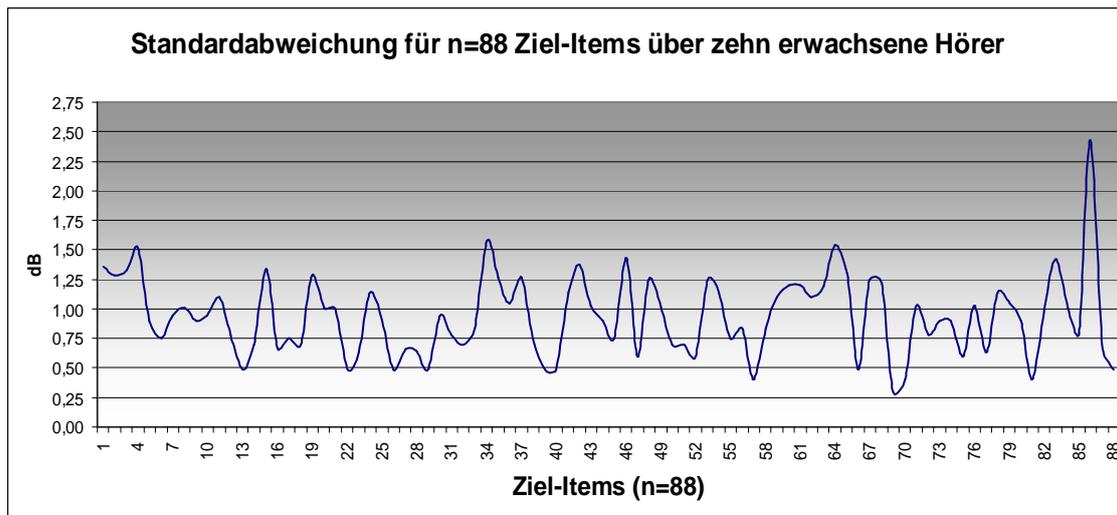


Abb. 32: Standardabweichung des subjektiven Lautheitsausgleichs über zehn erwachsene Hörer (n=88 Ziel-Items)

Der Median der Werte entspricht dabei der Zahl, die in der Mitte der gemittelten subjektiven Pegelwerte (dB) für alle n=88 Ziel-Items liegt. Für die OLSZTYNER HÖR REIME entspricht dieser Wert $-1,7\text{dB}$. Damit liegt eine Hälfte unter, die andere Hälfte über dem angegebenen Median ($-1,7\text{dB}$). 0dB definiert dabei den Wert, der keiner Veränderung des Schalldruckpegels des Ziel-Items entspricht. Nachfolgende Abbildung 33 zeigt diesen Sachverhalt für n=10 hörende erwachsene Probanden. Der Schnittpunkt von Ordinate und Abszisse entspricht dem Median ($-1,7\text{dB}$).

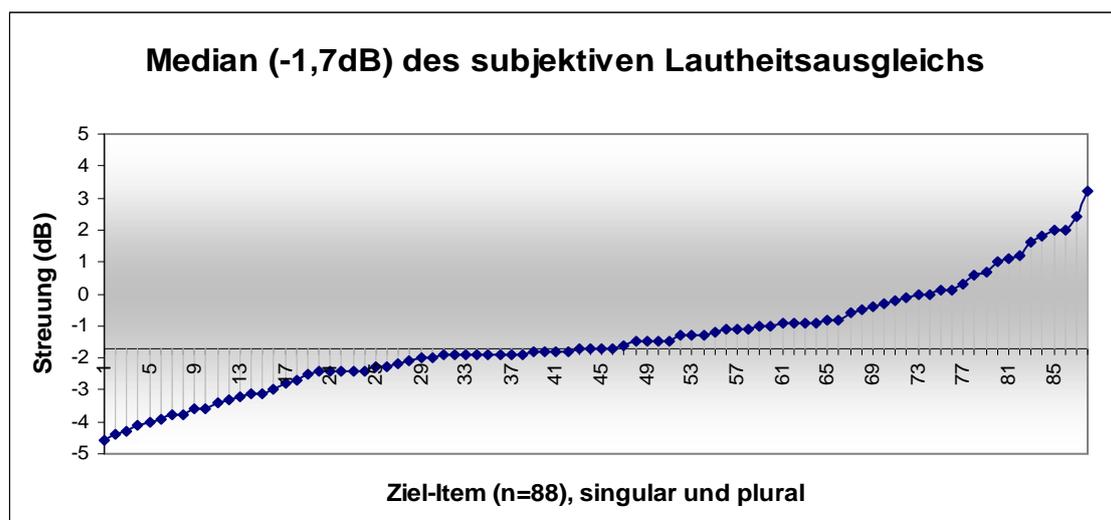


Abb. 33: Medianwert ($-1,7\text{dB}$) mit Streuung (dB) für den subjektiven Lautheitsausgleich

In Abbildung 34 wird für die individuelle Pegelkorrektur der $n=88$ Ziel-Items das arithmetische Mittel dargestellt, das für jeden einzelnen Hörer über alle $n=88$ Wörter die Zahl (dB) angibt, die jeder Hörer im Mittel an Korrektur für die gesamte Anzahl der Ziel-Items festgestellt hat. Dieser Korrekturwert gibt darüber Auskunft, in wie weit ein Hörer mit einem Ziel-Item eher zufrieden war, so wie dieses ursprünglich bei der Aufnahme aufgesprochen wurde (minimale Korrektur, wie beispielsweise Hörer 1 der nachfolgenden Abbildung), bzw. ob der Hörer eher zu Pegelkorrekturen neigte, also nicht in dem Maße mit den vorgegebenen Lautstärkepegeln zufrieden war (größere Korrekturen, wie beispielsweise Hörer 3 und Hörer 7 der nachfolgenden Abbildung).

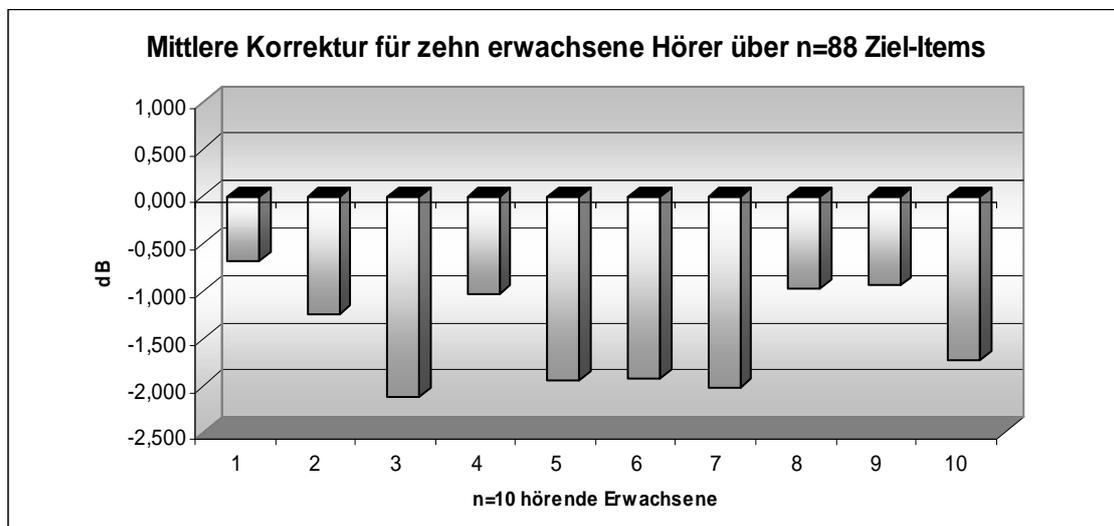


Abb. 34: Arithmetisches Mittel für zehn erwachsene Hörer über $n=88$ Ziel-Items

Für die OLSZTYNER HÖR REIME wurde damit für jedes Ziel-Item individuell ein Korrekturwert durch Verstärkung, Abschwächung oder keinerlei Veränderung des Pegels subjektiv durch die zehn erwachsenen Hörer gesichert.

Die Durchführung dieser subjektiven Methode bei der Verarbeitung des Sprachmaterials sicherte damit in hohem Maße die Homogenität des Sprachmaterials, benötigte allerdings vom Hörer ein erhebliches Maß an Zeit und Geduld. Die damit annähernd gleiche Verständlichkeit der Ziel-Items der OLSZTYNER HÖR REIME im Zusammenhang mit dem Ankerschall wurde ausschließlich durch minimale Veränderungen des Schalldruckpegels erzielt.

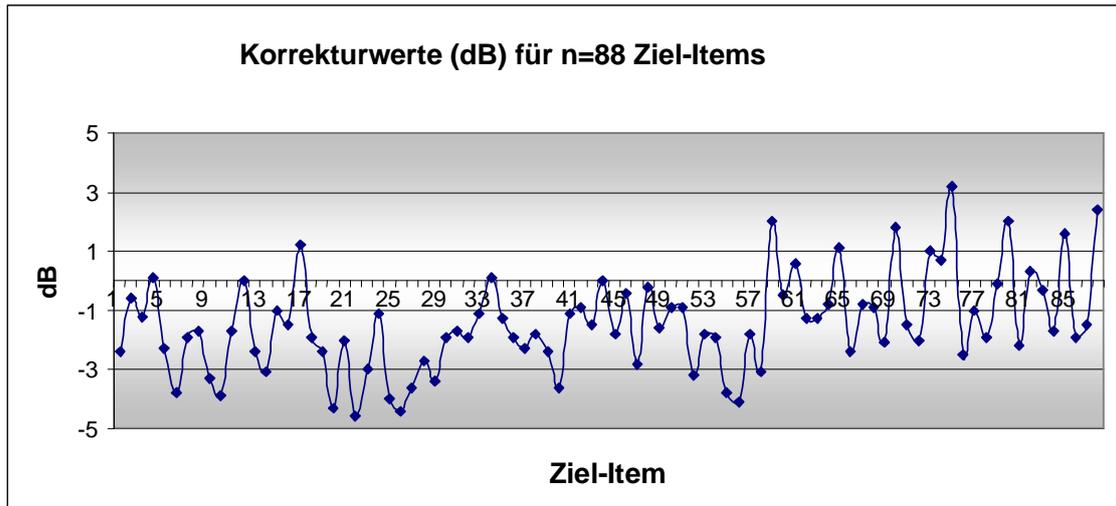


Abb. 35: Korrekturwerte sämtlicher Ziel-Items für den subjektiven Lautheitsausgleich

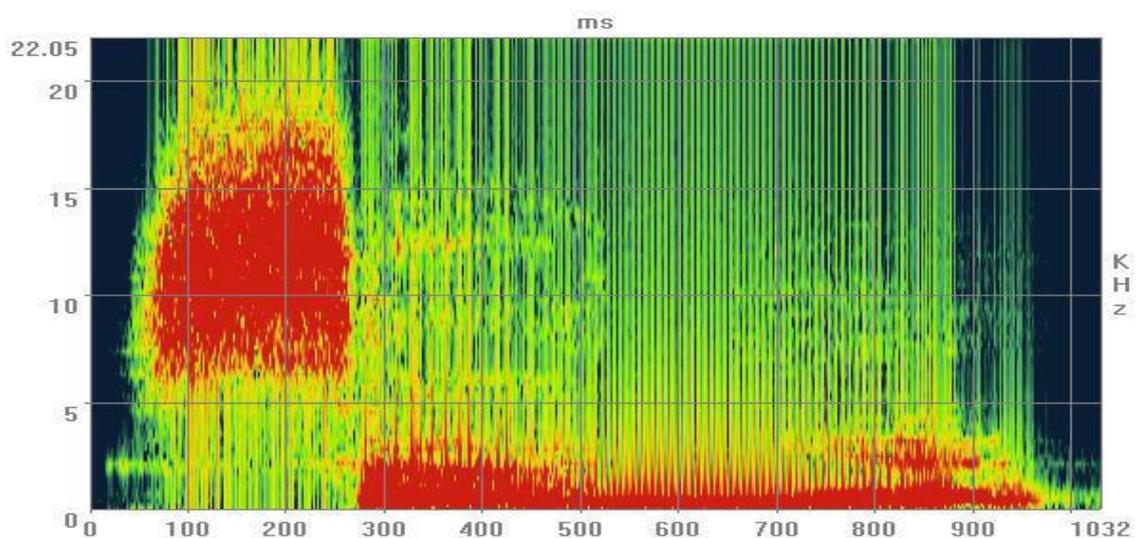
Ein Ausgleich des Schalldruckpegels der einzelnen Ziel-Items auf eine einheitliche Lautstärke, d.h. ein identischer Schalldruckpegel aller Wörter, wie beispielsweise im Freiburger Sprachverständnistest, wird laut wissenschaftlichen Untersuchungen nicht mehr als geeignete Methode in der Sprachaudiometrie zur Verbesserung der Homogenität des Sprachmaterials angesehen (vgl. KLIEM 1993). Der damit erzielte einheitliche Schalldruckpegel führt zu einem unnatürlichen Höreindruck mit erheblichen Verständlichkeitsunterschieden innerhalb der Testwörter (ebd.).

- **Analyse zur vorherrschenden Frequenz der Ziel-Items**

Damit für jeden Anlaut der n=88 Ziel-Items der Frequenzwert (Hz) ermittelt werden konnte, der diesen so genau wie möglich erfasst, wurde mit Hilfe des computergestützten, auf Windows-Ebene basierenden Programms Cool Edit Pro eine Analyse zur vorherrschenden Frequenz für jeden Anlaut der n=88 Ziel-Items durchgeführt. Das Programm verwendete dafür eine FFT, die in Fenstergröße (128, 512, etc.), Fenstertyp (Rechteck, Hamming, etc.) und dB-Range variiert werden konnte (vgl. Kap. 6.7.). Durch punktgenaue Positionierung des Cursors war es möglich, kleinste zeitliche Einheiten verteilt über das Analysefenster und damit über das Sprachsignal (Wave) zu platzieren und damit auszuwählen. Mittels der vorherrschenden Frequenz wurde die Zahl (Hz) ermittelt, die innerhalb einer zuvor festgelegten zeitlichen Spanne des Sprachsignals die vorherrschende, also stärkste Frequenz darstellte. Um aussagekräftige Werte (Hz) zu erhalten, war eine spektrale

Darstellung mit höchster Frequenzauflösung vorgesehen. Die Wahl eines Blackmann-Harris Fensters mit einer Resolution von 2048 Punkten (Fenstergröße) war angemessen und stand im Verhältnis zur Berechnungszeit des Computers. Das Triangular Fenster gibt dabei zwar präzisere Gesamtschätzungen der Frequenz, bezieht aber auch kleinste Geräusche und dergleichen mit in die Berechnung ein. Das Blackmann-Harris Fenster dagegen berechnet die Werte aufgrund eines breiten Frequenzbandes, was dieses Fenster für die Bestimmung der vorherrschenden Frequenz der Anlaute als geeigneter erscheinen ließ. Das Frequenzspektrum wurde damit hochauflösend angezeigt.

(A)



(B)

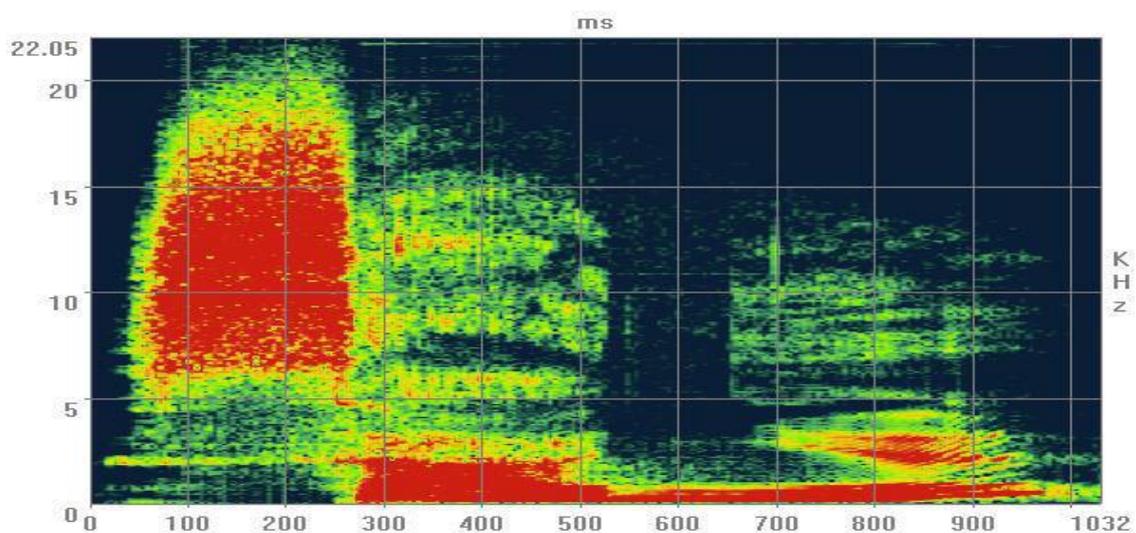


Abb. 36: Spektrogramm des Ziel-Item 'sanie' (Schlitten)

(A): Fenstergröße 128, Rechteck-Fenster (schlechte Auflösung);

(B): Fenstergröße 2048, Blackmann-Harris (geeignete spektrale Auflösung)

Für die Ermittlung der vorherrschenden Frequenz der n=88 Ziel-Items der OLSZTYNER HÖR REIME wurde eine zeitliche Schrittgröße von 0,01sec. über den Anlaut verteilt festgelegt. Durch das Setzen größerer Zeiteinheiten (>0,01sec.) wäre der Übergang zum nächsten Laut zu undifferenziert und der ermittelte Frequenzwert zu stark verfälscht worden. Zu kleine zeitliche Einheiten (<0,01sec.) bergen dagegen die Gefahr, dass mehr als ein Messpunkt innerhalb einer Lautpause im Übergang zum folgenden Laut liegt. Eine Lautpause innerhalb eines Sprachsignals entsteht dann, wenn beispielsweise im Anschluss an den Anlaut ein stimmhafter, bzw. stimmloser Plosiv folgt. Kurz vor der Plosion entsteht dann eine kurze zeitliche Ruhephase, die sich im Spektrogramm zunächst dunkelgrün abbildet und durch einen hellgrünen senkrechten Balken, der die Plosion darstellt, fortsetzt. Die nachfolgende Abbildung 37 zeigt dieses Phänomen anhand des Ziel-Items 'statek' (Schiff). Der Folgelaut zu /s/, der entweder apikal (als alveolar-coronal stimmlos) oder dorsal (dentialveolarer-prädorsal stimmlos) gebildet wird, ist das /t/ mit ebenfalls einer apikalen und einer dorsalen Bildung (vgl. LINKE, NUSSBAUMER, PORTMAN 1996).

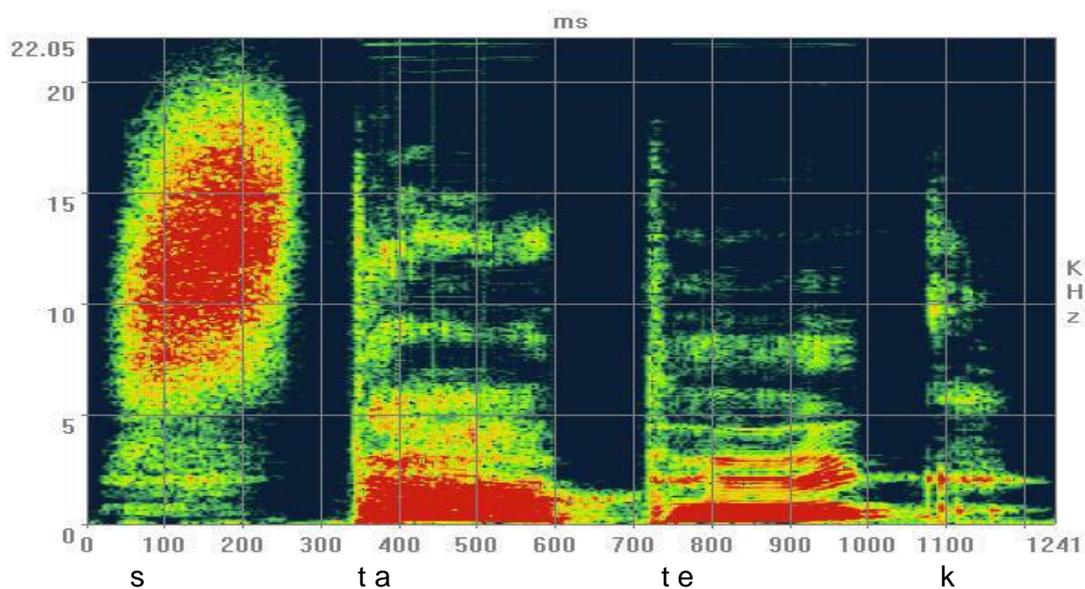


Abb. 37: Übergang Frikativ - Plosiv am Beispiel des Ziel-Items 'statek' (Schiff)

Zur Analyse der vorherrschenden Frequenz der Ziel-Items wurden 16 Messpunkte verteilt über den Anlaut des Sprachsignals (Ziel-Item) festgelegt. Der Abstand zwischen den Messpunkten betrug dafür einheitlich 0,01 sec. Berücksichtigt wurden bei der Verteilung der Messpunkte sog. koartikulatorische Effekte, da sie den

Frequenzwert des Anlautes in erheblichem Maße verfälschen könnten, d.h. die Messpunkte reichten in den nachfolgenden Laut zum Anlaut mit 2-3 Messpunkten hinein. Koartikulatorische Aspekte befassen sich beispielsweise mit der Lippenstellung, die bereits beim Anbilden des Anlautes je nach Folgelaut verändert wird, beispielsweise wenn anschließend ein /a/ oder ein /u/ artikuliert werden soll (vgl. BILLICH 1981).

Unter Berücksichtigung dieser Aspekte wurden die Messpunkte in umgekehrter Reihenfolge über das Sprachsignal (Wave) gesetzt, was bedeutete, dass Messpunkt 1 bereits innerhalb des nachfolgenden Lautes zum Anlaut, Messpunkt 2 zu Beginn des Folgelautes und Messpunkt 3 bereits im Übergang Anlaut-Folgelaut lag. Die Messpunkte 4-16 lagen in jedem Fall im Anlaut und reichten in der Regel bis kurz vor dessen Beginn, was allerdings das Messergebnis nicht mehr erheblich veränderte. Die nachfolgende Abbildung 38 zeigt eine solche Anordnung der Messpunkte 1-16 verteilt über den Anlaut am Beispiel des Ziel-Items 'sanie' (Schlitten). Für diese Darstellung wurde der Kontrast zugunsten der Verdeutlichung der Messpunkte reduziert.

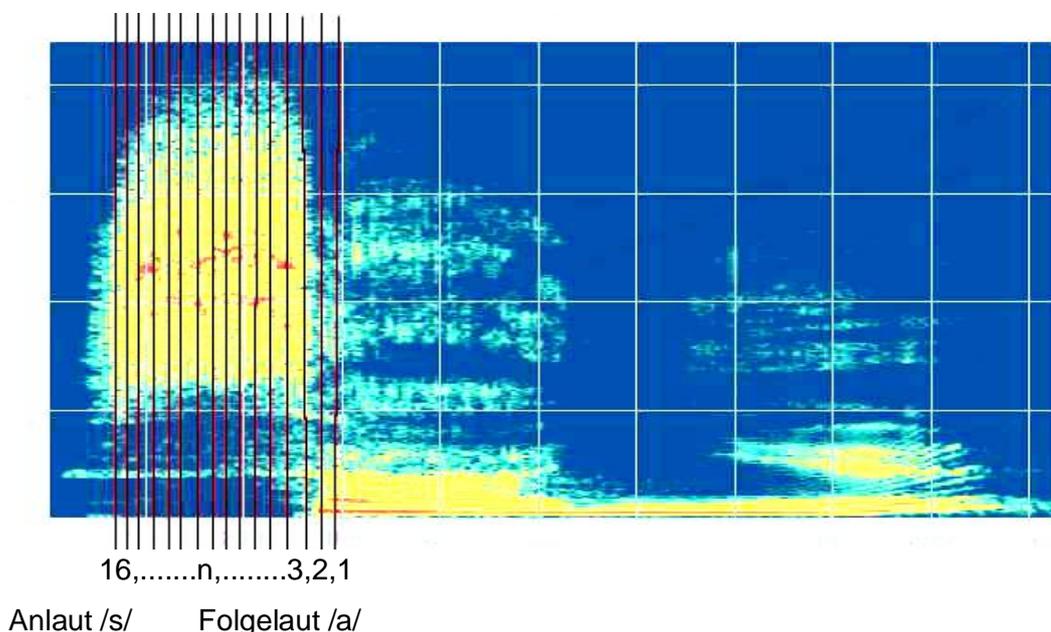


Abb. 38: Ermittlung der vorherrschenden Frequenz des Ziel-Items 'sanie' (Schlitten) über 16 Messpunkte verteilt über den Anlaut im Abstand 0,01 sec.

Im Anschluss daran wurden die jeweils 16 Werte (Hz) für jeden Anlaut der n=88 Ziel-Items gemittelt (MW), was der vorherrschenden Frequenz der einzelnen Anlaute

entspricht (vgl. Anhang V). Durch die Einteilung der Ziel-Items in Frequenzklassen konnten damit die Wortlisten für die OLSZTYNER HÖR REIME zusammengestellt werden.

Nachfolgende Abbildung 39 zeigt die Frequenzschwerpunkte aller n=88 Ziel-Items (singular, plural) aufgetragen auf ein Frequenzspektrum bis 12.000 Hz.

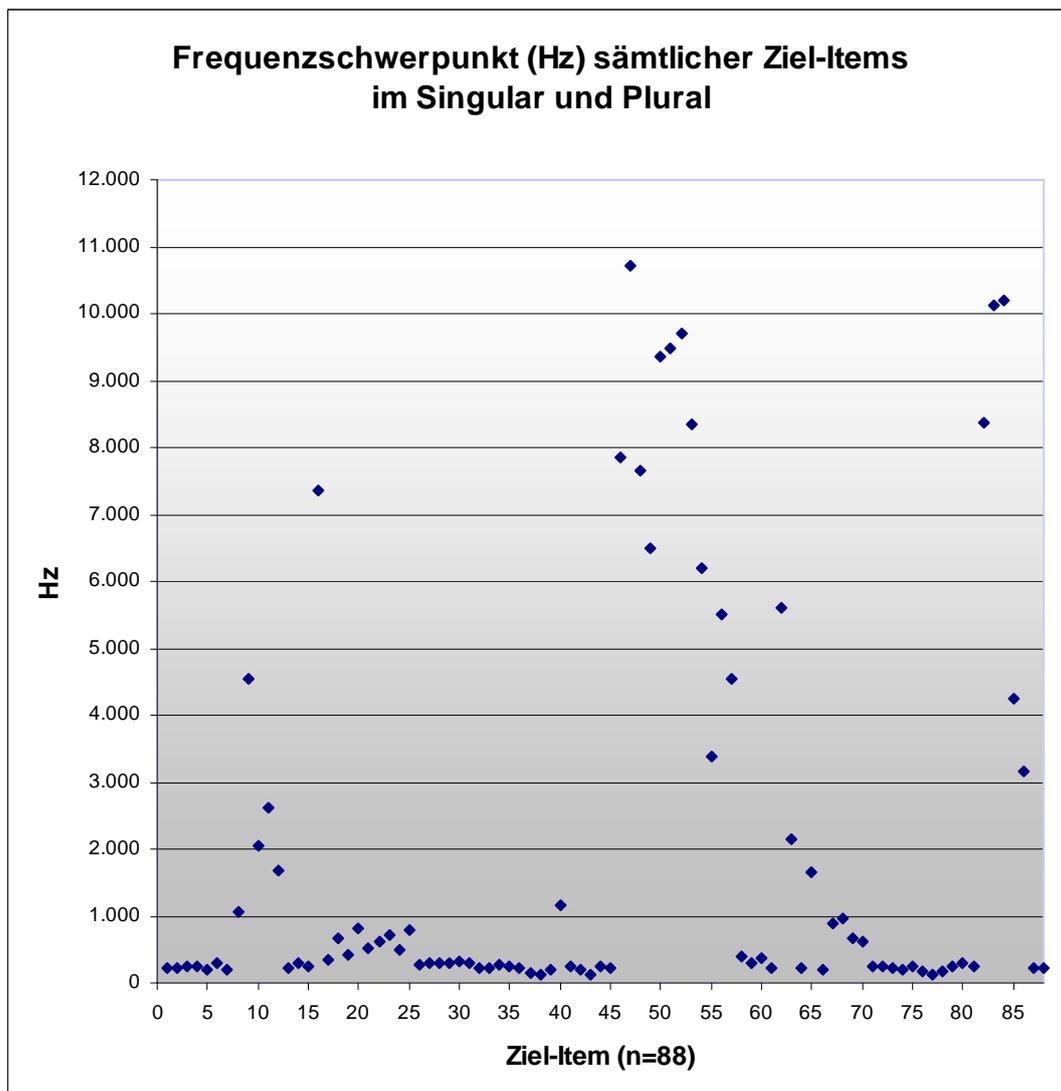


Abb. 39: Verteilung der vorherrschenden Frequenz für n=88 Ziel-Items, singular und plural

- **Analyse der Differenz-Frequenz zum Ziel-Item**

Die Differenz-Frequenz zum Ziel-Item ist diejenige Frequenz, die die Differenz der vorherrschenden Frequenz des Ziel-Items zum Frequenzschwerpunkt des Reimworts beschreibt. Mathematisch wurde sie folgendermaßen berechnet:

(Frequenzschwerpunkt Ziel-Item) – (Frequenzschwerpunkt Reimwort) = **Differenz-Frequenz**

Beispiel mit Ziel-Item 'słoń' (Elefant) und Reimwort 'koń' (Pferd):

$$(\text{Ziel-Item 'słoń', } \sim 7651 \text{ Hz}) - (\text{Reimwort 'koń', } \sim 605 \text{ Hz}) = \text{Diff. Freq. } \sim 7046 \text{ Hz}$$

Im Falle der Umkehrung, d.h. 'koń' steht in der Funktion des Ziel-Items, wurde das negative Vorzeichen umgekehrt. Damit kann eine identische Aussage über diese Differenz-Frequenz gemacht werden.

Bevor die Differenz-Frequenz ermittelt werden konnte, musste eine Wortliste entstehen, die die Anzahl der möglichen Reimpaare enthält. 27 Wörter der Ziel-Items (singular) bildeten mit einem Reimwort ein Reimpaar, d.h. aus 27 Ziel-Items entstanden n=54 Ziel-Items (singular). Dabei besaßen 5 dieser Ziel-Items ein weiteres Reimwort, d.h. im Gesamt standen dann n=59 Ziel-Items (singular) zur Verfügung. Eines dieser 5 zusätzlichen Reimwörter hatte ein weiteres Reimwort. Insgesamt standen dem OHR-Verfahren damit n=60 Ziel-Items (singular) zur Verfügung.

Die unterschiedlich möglichen Item-Kombinationen (Ziel-Item/KR1⁹; Ziel-Item/KR2; Ziel-Item/KR3; KR1/KR2; KR1/KR3; KR2/KR3) zeigten, dass aus diesen 60 Wörtern (vgl. Tab.8) 40 Kombinationen möglich waren, um die Ziel-Items jeweils mit KR1, KR2 und KR3 zu kombinieren. Damit jedes Wort die Funktion eines Ziel-Items übernehmen konnte, ergaben sich 40*2 Kombinationen, die aber für die Ermittlung der Differenz-Frequenz unerheblich waren, da der Differenzwert beispielsweise von 'słoń-koń' oder 'koń-słoń' konstant blieb.

Tab. 8: Reimpaarbildung im Singular

<u>Item-Nr.*</u>	<u>Ziel-Item</u>	<u>KR1**</u>	<u>KR2</u>	<u>KR3</u>
1	balon	salon		
2	biurko	piórko		
3	blok	smok	sok	lok
4	bluzka	kluska		
5	brama	plama		

⁹ KR: Kombinationsreimwort

6	bramka	ramka	
7	bułka	półka	
8	chata	łata	tata
9	ciasto	miasto	
10	czapka	żabka	
11	czoło	koło	
12	czubek	dzióbek	
13	dach	strach	
14	dłoń	słoń	koń
15	fala	sala	
16	góra	kura	
17	kaczka	paczka	taczka
18	koc	noc	
19	król	sól	
20	kwiatek	statek	
21	lalka	szalka	
22	las	pas	
23	lekarz	piekarz	
24	łyżka	szyszka	myszka
25	młot	plot	
26	nos	sos	
27	ryba	szyba	

* Item-Nr.: alphabetische Aufzählung der Ziel-Items

** KR1-KR3: Kombinations-Reimwort 1-3 ohne Ziel-Item, jedes dieser kann auch die Funktion eines Ziel-Items übernehmen

Für den Plural standen zunächst 13 Wörter, die jeweils ein entsprechendes Reimwort besaßen, zur Verfügung, d.h. aus 13 Items entstanden n=26 Ziel-Items (plural). Zwei dieser 26 Ziel-Items hatten ein weiteres Reimwort (KR2), woraus im Gesamt n=28 Ziel-Items (plural) gebildet werden konnten. Auch hier soll die nachfolgende Tabelle 9 verdeutlichen, dass aus n=28 Ziel-Items (plural) zunächst 17 Kombinationen (Ziel-Item/KR1; Ziel-Item/KR2; Ziel-Item/KR3; KR1/KR2; KR1/KR3; KR2/KR3) möglich waren, im weiteren dann 17*2, damit jedes Wort einmal in der Funktion des Ziel-Items stehen konnte.

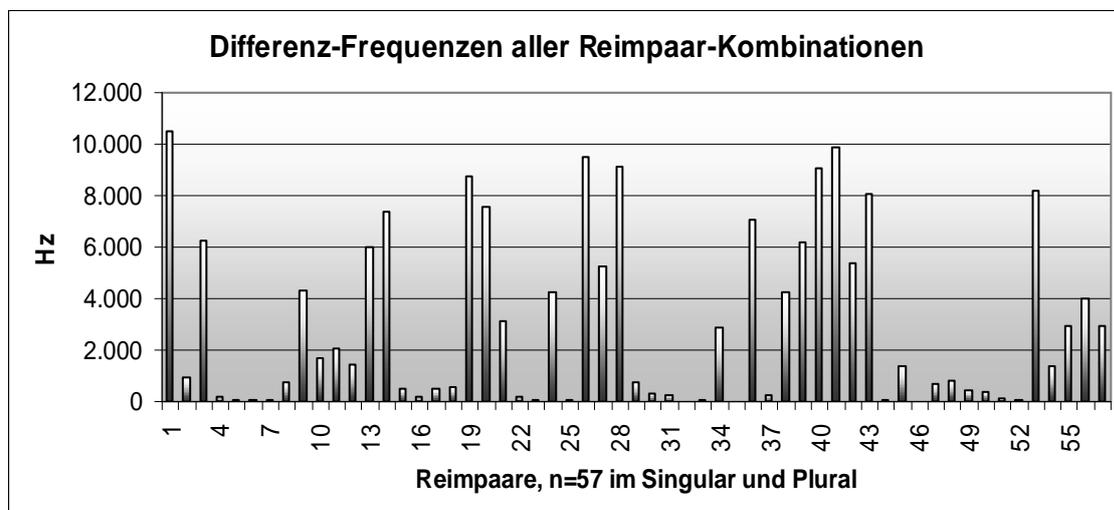
Tab. 9: Reimpaarbildung im Plural

<u>Item-Nr.*</u>	<u>Ziel-Item</u>	<u>KR1**</u>	<u>KR2</u>	<u>KR3</u>
1	dłonie	słonie		
2	fale	lale	szale	
3	foki	soki		
4	grzyby	ryby	szyby	
5	haki	raki		
6	igły	widły		
7	karty	narty		
8	kasy	pasy		
9	koce	noce		
10	kozy	wozy		
11	maski	paski		
12	nogi	rogi		
13	panie	sanie		

* Item-Nr.: alphabetische Aufzählung der Ziel-Items

** KR1-KR3: Kombinations-Reimwort 1-3 ohne Ziel-Item, jedes dieser kann auch die Funktion eines Ziel-Items übernehmen

Da bei den Reimpaaren jedes der Wörter in der Funktion eines Ziel-Items stehen kann, konnten im Gesamt daraus $(n=40 + n=17) = n=57$ Differenz-Frequenzen ermittelt werden (vgl. Abb.40). Damit stehen $2 \cdot (n=57) = n=114$ mögliche Reimpaare für die OLSZTYNER HÖR REIME zur Verfügung.

**Abb. 40:** Differenz-Frequenzen aller Reimpaar-Kombinationen (n=57), singular und plural

Differenz-Frequenzen, die als zu gering erschienen, um vom auditorischen System erfasst werden zu können, durften für die Wortlisten der OLSZTYNER HÖR REIME nicht verwendet werden. Das Frequenzunterscheidungsvermögen des Menschen ist im Hinblick auf die tonotope Frequenzabbildung in der Cochlea besonders für zwei Frequenzbereiche besonders sensibel, in denen deutliche Unterschiede in Bezug auf das Frequenzunterscheidungsvermögen bestehen. Ein Bereich liegt tieffrequent unter 500Hz. Hier kann ein Frequenzhub von 1,8Hz durch das menschliche Gehör wahrgenommen werden. Im zweiten, etwas höheren Bereich, wächst dieser Frequenzhub proportional mit der Ausgangsfrequenz an, d.h. bei 1.000Hz benötigt man einen Frequenzhub von 3,5Hz, bei 2.000Hz einen Frequenzhub von 7Hz, um den Unterschied auditiv wahrnehmen zu können (vgl. BÖHME, WELZL-MÜLLER 1998). Physiologisch lässt sich dieses Phänomen so erklären, dass die Frequenz-Ortszuordnung einen minimalen Unterschied aufweisen muss, damit der Tonunterschied wahrgenommen werden kann, wenn unterschiedliche zeitlich aufeinanderfolgende Töne eine maximale Auslenkung der Haarzellen auf der Basilarmembran verursachen (ebd.).

Für die Durchführung der OLSZTYNER HÖR REIME wurde die Schwelle der Differenzfrequenz höher gewählt als das von Böhme und Welzl-Müller beschriebene Frequenzunterscheidungsvermögen. Um im Alter von 3-7 Jahren die Erkennungsaufgabe besonders kindgerecht zu gestalten, wurde daher die kleinste Differenzfrequenz auf 30Hz festgelegt, d.h. das Ziel-Item weist eine sich um minimal 30Hz unterscheidende vorherrschende Frequenz im Anlaut auf als das dazugehörige Reimwort. Innerhalb des OHR-Verfahrens hat das 6. Reimpaar ‚grzyby–ryby‘ (Pilze-Fische) aus Liste 4 der 5-7jährigen die kleinste Differenzfrequenz. Das Ziel-Item ‚grzyby‘ hat eine vorherrschende Frequenz von 211,97Hz, das Reimwort ‚ryby‘ 249,47Hz. Die Differenzfrequenz beträgt damit 37,50Hz und bildet damit die kleinste Differenzfrequenz der OLSZTYNER HÖR REIME.

Die Motivation von Kindern in diesem Alter ist sehr oft zeitlich begrenzt. Sie soll für die Durchführung der OLSZTYNER HÖR REIME optimal genutzt werden, um gesicherte Ergebnisse zu erzielen, bzw. um die Einstellungen der apparativen Versorgung der hörgeschädigten Kinder in hohem Maße verbessern zu können.

- **Wortlisten für Kinder im Alter von 3-7 Jahren**

Um den Anspruch einer kindgerechten Gestaltung des OHR-Verfahrens zu erfüllen, wurden 10 Ziel-Items innerhalb einer Wortliste nicht überschritten. Sie enthalten ausschließlich einsilbige und zweisilbige sinnhafte Reimpaare, die sich im Anlaut, als Zielphonem in wortinitialer Stellung unterscheiden. Die Stimulusdiskrepanz als dritte Antwortalternative zum Reimpaar wurde aus den gesamten Ziel-Items für jedes Reimpaar fest ausgewählt. Die Wortstruktur dieser Stimulusdiskrepanz ist identisch mit der des dazugehörigen Reimpaars. Alle Antwortalternativen (jeweils Ziel-Item, Reimwort und Stimulusdiskrepanz) liegen in kindgerechter bildlicher Darstellung vor. Außerdem wurde eine Altersunterscheidung zur Durchführung der OLSZTYNER HÖR REIME realisiert. Diese wurde qualitativ und quantitativ innerhalb der Wortlisten erreicht. Wortlisten für Kinder im Alter von 3-4 Jahren enthalten jeweils 8 Ziel-Items. Diese stehen ausschließlich im Singular, d.h. der dazugehörige Ankerschall ist für Kinder im Alter von 3-4 Jahren durchgängig identisch. Die Wortlisten für Kinder im Alter von 5-7 Jahren enthalten jeweils 10 Ziel-Items. Sowohl Singular-, als auch Plural-Reimpaare werden mit dem entsprechenden Ankerschall verwendet. Durch die Altersunterscheidung innerhalb der OLSZTYNER HÖR REIME ließen sich für jede Altersgruppe 10 Wortlisten bilden. Innerhalb dieser Wortlisten wurden differenziert zusammengestellte Frequenzstrukturen realisiert, um die Hörfähigkeit der Kinder innerhalb der definierten Frequenzbereiche zu überprüfen. Es wurden somit sowohl Wortlisten innerhalb beider Altersgruppen erstellt, die das gesamte Frequenzspektrum abprüfen, als auch Wortlisten, die einen bestimmten Frequenzbereich verstärkt überprüfen. Diese verstärkten Frequenzbereiche sind sowohl dem tieffrequenten, als auch dem hochfrequenten Bereich zuzuordnen. Drei Wortlisten, jeweils für Kinder im Alter von 3-4 Jahren und für Kinder von 5-7 Jahren, überprüfen das Frequenzspektrum 125Hz bis 10.000Hz. Innerhalb 8 Ziel-Items für Kinder im Alter von 3-4 Jahren ist die Frequenzspanne von einem zum nächsten Ziel-Item dann so gewählt, dass sich das Frequenzspektrum von 125Hz bis 10.000Hz überprüfen lässt (vgl. Anhang VIX). Drei weitere Wortlisten innerhalb jeder Altersgruppe überprüfen speziell den hochfrequenten Bereich. Dieser Bereich ist als sehr wichtig einzuschätzen, da viele Sprachanteile der polnischen Sprache innerhalb dieses Bereichs anzusiedeln sind. Außerdem ist die Hörfähigkeit hörgeschädigter Kinder in den meisten Fällen hin zu den hohen Frequenzen reduziert, was durch die apparative Versorgung teilweise auszugleichen versucht wird (vgl. Abb.17).

Ergänzend zu diesen Wortlisten wurden weitere vier Wortlisten innerhalb jeder der beiden Altersgruppen entwickelt. Zwei der Wortlisten richten den Fokus verstärkt auf den tieffrequenten Bereich <250Hz, zwei weitere Wortlisten auf den Bereich <500Hz. Durch die Ergänzung dieser Wortlisten für den tieffrequenten Bereich unterhalb 1.000Hz könnten auch kindliche Hörschädigungen mittels des OHR-Verfahrens untersucht werden, die nicht die übliche Ätiologie aufweisen (vgl. RICHTER 2001), bzw. Kinder, bei denen ein vorübergehender HNO-Infekt diagnostiziert wird.

Die nachfolgende Tabelle 10 zeigt die unterschiedlichen Frequenzbereiche zur Überprüfung der Hörfähigkeit von Kindern im Alter von 3-7 Jahren mittels der OLSZTYNER HÖR REIME.

Tab. 10: Frequenzbereiche für die Zusammenstellung von 20 Wortlisten der OLSZTYNER HÖR REIME

<u>Liste</u>	<u>Frequenzbereich</u>	<u>Altersgruppe</u>
Liste 1 bis 3	gesamter Frequenzbereich	3 Listen à 8 Ziel-Items für Kinder von 3-4 Jahren 3 Listen à 10 Ziel-Items für Kinder von 5-7 Jahren
Liste 4 und 5	verstärkter Frequenzbereich bis 125Hz	2 Listen à 8 Ziel-Items für Kinder von 3-4 Jahren 2 Listen à 10 Ziel-Items für Kinder von 5-7 Jahren
Liste 6 und 7	verstärkter Frequenzbereich 125Hz bis 500Hz	2 Listen à 8 Ziel-Items für Kinder von 3-4 Jahren 2 Listen à 10 Ziel-Items für Kinder von 5-7 Jahren
Liste 8	verstärkter Frequenzbereich 1.000Hz bis 3.000Hz	1 Liste à 8 Ziel-Items für Kinder von 3-4 Jahren 1 Liste à 10 Ziel-Items für Kinder von 5-7 Jahren
Liste 9	verstärkter Frequenzbereich 3.000Hz bis 6.500Hz	1 Liste à 8 Ziel-Items für Kinder von 3-4 Jahren 1 Liste à 10 Ziel-Items für Kinder von 5-7 Jahren
Liste 10	verstärkter Frequenzbereich 6.500Hz bis 10.000Hz	1 Liste à 8 Ziel-Items für Kinder von 3-4 Jahren 1 Liste à 10 Ziel-Items für Kinder von 5-7 Jahren

Die Einteilung der unterschiedlichen Frequenzbereiche ergab sich unmittelbar aus der Verteilung der vorherrschenden Frequenz innerhalb des Anlauts aller Ziel-Items (vgl. Anhang V). Für eine präzise Einteilung der einzelnen Ziel-Items für die Standardisierung des Verfahrens, sowie für die Durchführung mit der Klinische Stichprobe wurde für das OHR-Verfahren ein eigenes Qualitatives Auswahlkriterium für die Wahl der richtigen Wortliste für die Untersuchungstermine U1 bis U3 entwickelt (vgl. Kap. 9)

- **Frequenzschwerpunkte innerhalb einer Wortliste**

Bei der Zusammenstellung der Listen wurde verstärkt Wert darauf gelegt, dass der zu überprüfende Frequenzbereich nicht in Folge, d.h. nicht zwei Mal hintereinander abgeprüft wird. Dafür wurde immer ein Ziel-Item dazwischengeschoben, das außerhalb des verstärkt zu überprüfenden Frequenzbereichs liegt. Damit sollte einer evtl. sich einstellenden Hörermüdung innerhalb eines bestimmten Frequenzbereichs, aber vor allen Dingen einem Motivationsverlust des Kindes vorgebeugt werden. Kinder mit reduzierter Hörfähigkeit in einem dieser definierten Bereiche kämen zu selten zu einem Erfolg. Wörter, die abwechselnd einen anderen Frequenzschwerpunkt im Anlaut aufzeigen, erweisen sich für das Kind als Chance, Erfolge zu erzielen. Aus diagnostischer Sicht ist es sicherlich sinnvoll, fokussiert die Frequenzbereiche zu überprüfen und differenzierter zu analysieren, in denen das Kind erschwert zu guten Ergebnissen kommt. Eigens dafür stehen den OLSZTYNER HÖR REIMEN weitere Wortlisten zur Verfügung, die denselben, bzw. ähnlichen Frequenzbereich überprüfen (vgl. Tab.10).

- **Generierung des Störschalls der OLSZTYNER HÖR REIME**

Aus unterschiedlichen wissenschaftlichen Untersuchungen ist bekannt, dass innerhalb der Testpräsentation durch Hinzunahme von Störschall bei hörenden Probanden die Sprachverständlichkeitsschwelle in der S_0N_{90} -Situation¹⁰ gegenüber der S_0N_0 -Situation um maximal 12dB absinkt. Dieser Effekt beruht einerseits auf der Kopfabschattung, andererseits auf der binauralen Störgeräuschunterdrückung (vgl.

¹⁰ S: Speech (Sprache); N: Noise (Rauschen); der Index gibt den Winkel bezogen auf die Blickrichtung des Probanden an.

TCHORZ, GABRIEL 2004; WAGENER, BRAND, KOLLMEIER 1999A; WAGENER, BRAND, KOLLMEIER 1999B; WAGENER, KÜHNEL, KOLLMEIER 1999).

Der Sprachschallpegel ist dabei für die Präsentation des Verfahrens bei 65dB SPL konstant zu halten. Der Sprachschallpegel in dB bezieht seinen Nullpunkt vom Hörschwellenwert für 1.000Hz, dies entspricht 2×10^{-4} μ bar oder 20 μ Pa (vgl. HELLBRÜCK 1993).

Verständlich wird dies, wenn man sich vergegenwärtigt, dass ein auf einem Tonträger zur Eichung bestimmter 1.000Hz-Ton bei entsprechender dB-Einstellung in seiner Lautstärke genau mit dem eines Tonaudiometers übereinstimmt. Bei 0dB SPL Sprachschallpegel wird ein Ton um 1.000Hz gerade eben wahrgenommen (vgl. LEHNHARDT 1996). Um den Probanden also nicht mit einer zu geringen Lautstärke zu überfordern, bzw. zu sehr anzustrengen, empfiehlt es sich mit einem mittleren dB-Wert zu beginnen. Die normale Umgangssprache aus ca. 1m Entfernung entspricht einem Sprachschallpegel von ca. 65dB SPL. Als Referenzbezug kann hier die Normkurve des Freiburger Tests gelten. Bei diesem Test werden bei 65dB vom Hörenden 100% der Einsilber (Wörter) verstanden (ebd.).

Zur Generierung des Störschalls eines sprachaudiometrischen Verfahrens ist das Einhalten unterschiedlicher und sehr differenzierter Parameter notwendig. Einem natürlichen Höreindruck von Sprachverstehen, wie er in der realen Hörsituation einem Kind in seiner Umwelt begegnet, kann daher ausschließlich durch ein sprachaudiometrisches Verfahren mit Störschall ermöglicht werden. Die Untersuchungssituation des OHR-Verfahrens wurde aus diesem Grund grundsätzlich unter Störschalleinfluss durchgeführt. Ein sprachsimulierendes Rauschen, bzw. ein eigens aus dem Wortmaterial (n=88 Ziel-Items) der OLSZTYNER HÖR REIME generiertes Störgeräusch wurde dafür realisiert.

Zunächst wurde mittels des Sprach-Editors Cool Edit Pro jedes der n=88 Ziel-Items durch eine bestimmte Anzahl sog. Loops zeitlich hintereinander weg vervielfacht, d.h. beispielsweise das Ziel-Item 'balon' (Ballon) erschien auf dem Bildschirm in der sog. Multi-track View, also dort, wo alle Spuren gemeinsam übereinander (bis 120 Spuren) sichtbar gemacht werden können, bis zu 10 mal hintereinander. Dieser Vorgang wurde für alle n=88 Ziel-Items (singular, plural) vorgenommen. Durch die unterschiedliche Länge der Wörter kamen damit die Übergänge von einem Wortende zum nächsten Wortbeginn bei der Ansicht der 88 Sprachsignalspuren übereinander und waren nicht mehr einheitlich an der selben Stelle. Dies hatte zur Folge, dass ein

erstes Schallnetz aus $n=88$ aneinander geloopten Ziel-Items entstand. Mit Hilfe des PC-Programms ließ sich daraus eine einzelne Tonspur erstellen, ein sog. Mix down aller 88 Spuren. Die beiden nachfolgenden Abbildungen 41 und 42 zeigen dieses Phänomen in schematischer Darstellung (Abb.41) und in einer spektralen Darstellung (Abb.42). Sichtbar wird innerhalb der schematischen Darstellung, dass bereits beim zweiten Ziel-Item ('słoń') Wortanfang und -ende nicht identisch mit dem ersten Ziel-Item ('balon') übereinander liegen. Innerhalb der spektralen Darstellung wird durch rhythmisch wiederholte Muster deutlich sichtbar, dass noch kein einheitliches Rauschen, sowohl innerhalb der Frequenzauflösung als auch den Schalldruckpegel betreffend, generiert wurde.

balon balon balon balon balon usw.	(Ballon)
słoń słoń słoń słoń słoń słoń słoń słoń usw.	(Elefant)
szyszka szyszka szyszka szyszka usw.	(Tannenzapfen)
fala fala fala fala fala fala fala fala usw.	(Welle)
dłonie dłonie dłonie dłonie dłonie usw.	(Hände)
n usw. usw. usw. ...	

Abb. 41: Schallnetz aus mehrfach hintereinander geloopten $n=88$ Ziel-Items

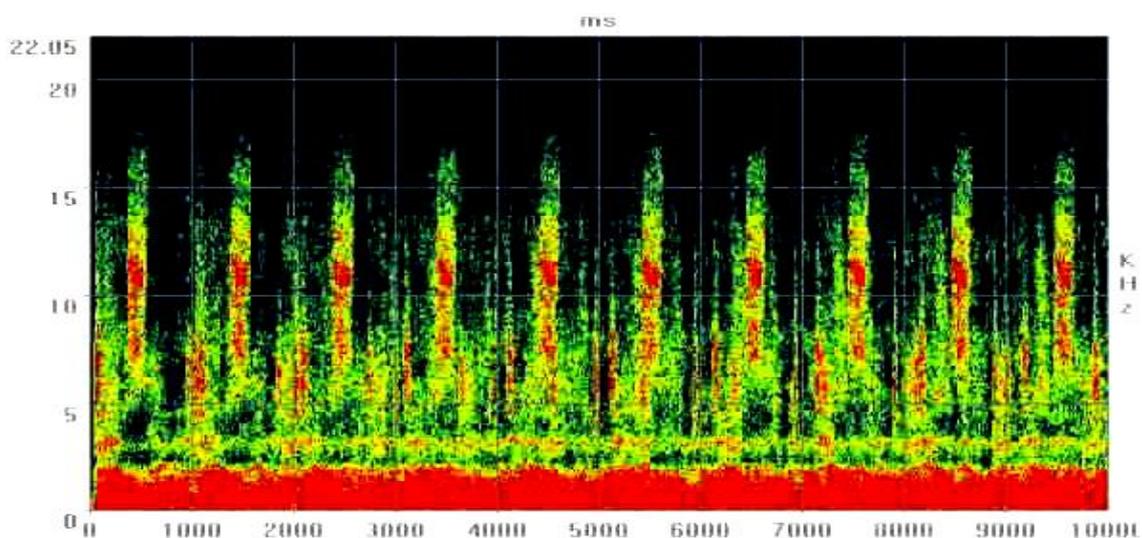


Abb. 42: Spektrale Darstellung des Störgeräusch nach dem ersten Mix down

Um ein einheitliches sprachverdeckendes Störgeräusch für die OLSZTYNER HÖR REIME zu erhalten, musste im Anschluss daran das Schallnetz (vgl. Abb.41) aus dem ersten Mix down 32fach zeitlich versetzt übereinander gelagert werden (vgl. WAGENER, BRAND, KOLLMEIER 1999A; WAGENER, BRAND, KOLLMEIER 1999B; WAGENER, KÜHNEL, KOLLMEIER 1999).

Zunächst wurde der bereits aus allen $n=88$ Ziel-Items gewonnene Mix down (Schallnetz) mehrfach hintereinander geloopt, um ein zeitlich möglichst langes Signal (Wave) zu erhalten. Dieses Signal wurde 32-mal kopiert und erhielt jeweils eine eigene Tonspur. Durch bloßes Übereinanderlagern allein würde das Signal allerdings noch nicht verändert, d.h. lediglich der Schalldruckpegel würde sich dadurch erhöhen, die Struktur des Schallnetzes bliebe allerdings dabei erhalten. Daher wurden die 32 Kopien zeitlich verschoben übereinander gelagert. Der zeitliche Abstand betrug dabei 0,02 sec., d.h. es vergehen 0,02 sec. bis das 2. Schallnetz einsetzt, bzw. weitere 0,02 sec., bis das 3. Schallnetz einsetzt, usw. Die nachfolgende schematische Darstellung in Abbildung 43 macht diese zeitversetzte 32fache Überlagerung der 32 Mix down (Schallnetze) sichtbar.

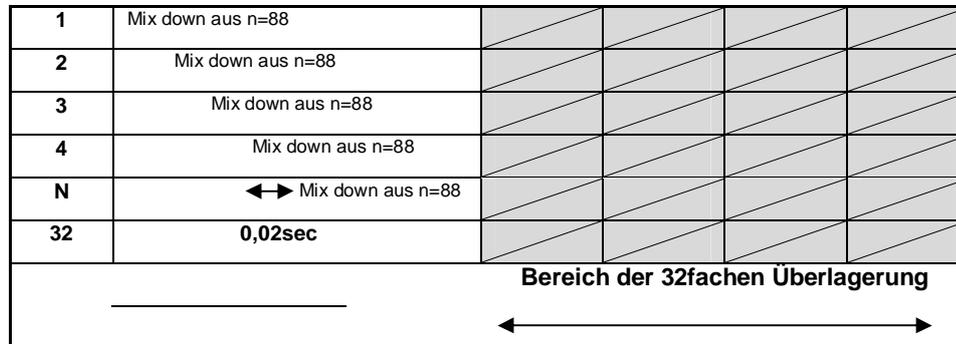


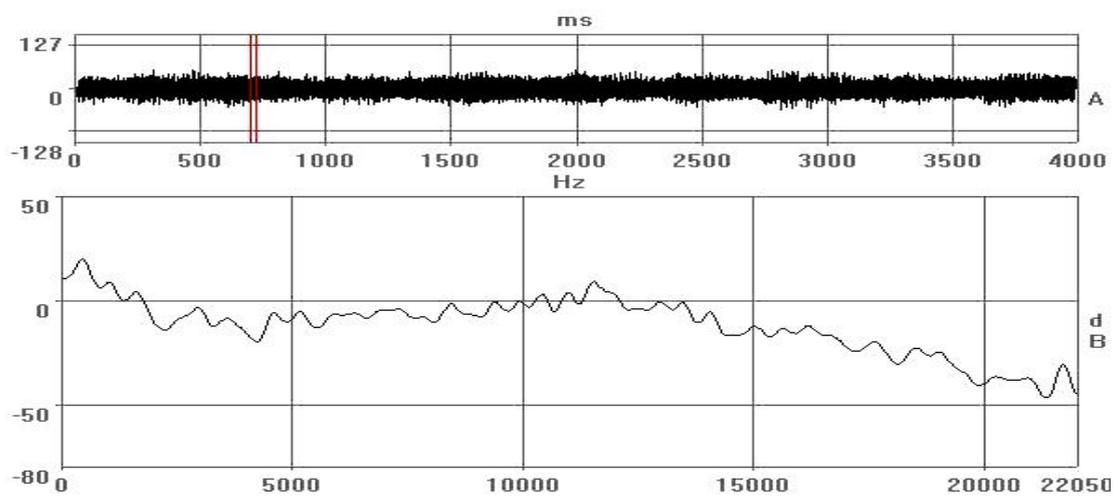
Abb. 43: Störschall schematisch, 32fach zeitlich versetzte Überlagerung aus $n=88$ Ziel Items

Aus den 32fach zeitlich um 0,02 sec. versetzten Überlagerungen wurde erneut ein Mix down erstellt, um daraus ein neu generiertes dichtes Schallnetz innerhalb einer Tonspur zu erhalten, den Störschall für die OLSZTYNER HÖR REIME.

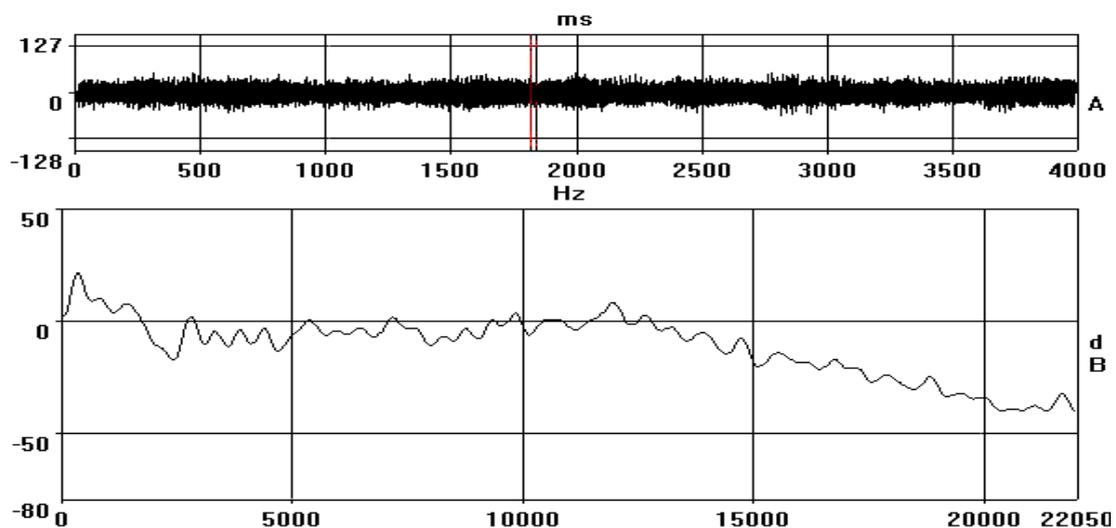
Durch die zeitliche Verschiebung von 0,02 sec./Mix down wurde ein Schallnetz generiert, bei dem keinerlei Einzelwörter mehr innerhalb des Rauschens zu erkennen waren. Nicht zu erreichen war dies durch die Wahl eines zu großen zeitlichen Abstandes einzelner Wörter ($>0,02$ sec.). Vor allen Dingen waren Wörter mit

Frikativen im Anlaut noch immer verwaschen zu diskriminieren. Dass durch eine 32fache zeitversetzte Überlagerung der Ziel-Items ein annähernd konstantes Rauschen innerhalb sämtlicher Frequenzen bis annähernd 15.000Hz entstand, zeigen nachfolgende Abbildungen 44(A), 44(B) und 44(C) in Form einer FFT. Die Abbildungen sind jeweils unterteilt, d.h. innerhalb eines Graphen im oberen Drittel der Abbildung ist das Zeitsignal des Störgeräusches sichtbar, innerhalb dessen durch zwei kleine Balken (Analysefenster, Größe 1024) derjenige Ausschnitt markiert ist, der für die darunterliegende FFT ausgewählt wurde (zufällige Markierung innerhalb des Graphen).

(A)



(B)



(C)

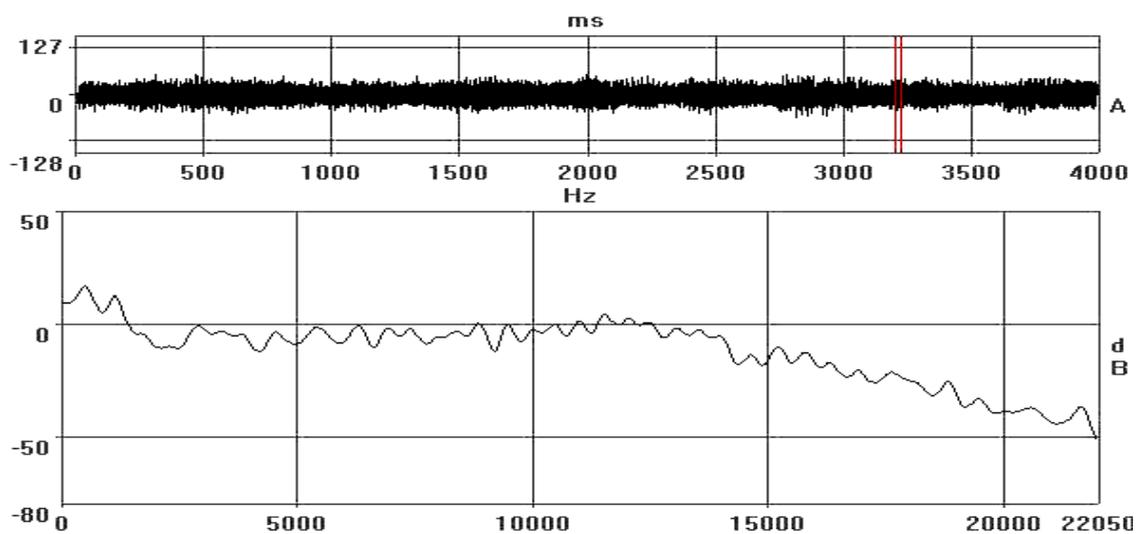


Abb. 44: Störschall-FFT der OLSZTYNER HÖR REIME 32fach zeitversetzt aus n=88 Ziel-Items

Die spektrale Darstellung des Störschalls zeigt nun in Abbildung 45 ebenso ein durchgehendes Signal, das über sämtliche Frequenzen bis fast 15.000Hz eine annähernd konstante Energie aufweist.

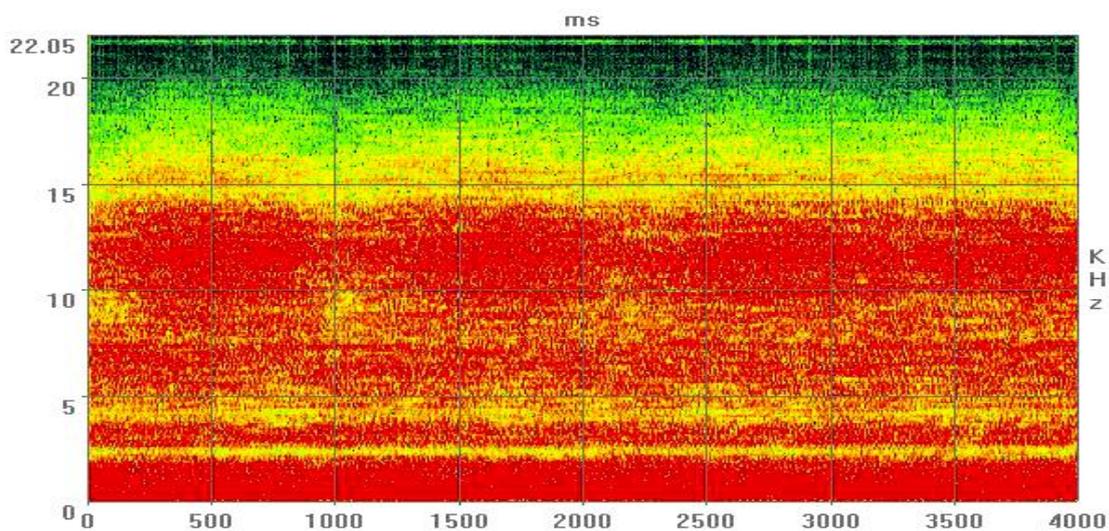


Abb. 45: Spektrogramm des Störschalls der OLSZTYNER HÖR REIME

- **Platzierung der Wortlisten gemeinsam mit dem Störschall**

Um eine Vergleichbarkeit der Daten zu sichern, wurde für die Darbietung der OLSZTYNER HÖR REIME gemeinsam mit dem Störschall für Kinder im Alter von 3-7 Jahren durchgängig die identische Anordnung der Messapparatur angewandt. Diese war mit der Anordnung für die Verständlichkeitsmessungen des subjektiven Lautheitsausgleichs und der Messungen für das optimale Nutzschall-Störschallverhältnis identisch (vgl. Kap. 7.2.). Nach Kollmeier wird die Anordnung der Lautsprecher von vorn, sowohl für den Nutzschall als auch für den Störschall, für die Standardisierung der räumlichen Störschall-Nuttschall Anordnung als sinnvoll eingeschätzt. Sie sollte daher als Referenzsituation für binaurale Testsituationen genutzt werden (vgl. KOLLMEIER NACH SAUER 1992).

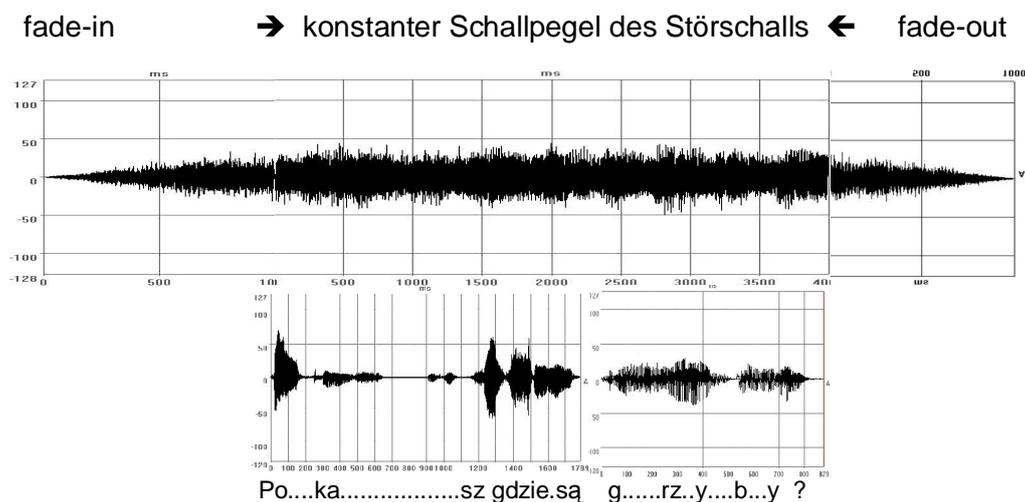


Abb. 46: Zeitsignal von Störschall, Ankerschall und Ziel-Item

Mit einem Pegel von 59dB SPL wurde das Störgeräusch zusammen mit dem Ankündigungssatz, dem sog. Ankerschall, und den jeweils dazugehörigen Ziel-Items von 1m Entfernung dargeboten. Der Störschall wurde dabei mit einem um 6dB leiseren Schalldruckpegel dargeboten als der Ankerschall und das Ziel-Item (S/N= +6dB). Ankerschall und Ziel-Item wurden also mit einem Schalldruckpegel von 65dB SPL dargeboten, was gewöhnlicher Umgangssprache entspricht (vgl. LEHNHARDT 1996). Durch eine zusätzlich verwendete fade-in, bzw. fade-out Funktion wurde ein abrupter Beginn und Abbruch des Störschalls vermieden (vgl. Abb.46). Mittels dieser

intermittierenden Darbietung des Störschalls gemeinsam mit dem Ziel-Item sollte vor allen Dingen einer Hörermüdung beim Kind vorgebeugt werden.

Der Störschall wurde 1,5 sec vor Beginn des Ziel-Items eingeblendet. Der Ankerschall und das Ziel-Item setzten erst dann ein, wenn der Störschall die vollständige Lautheitsintensität erreicht hatte. Nach Abschluss des Ziel-Items wurde der Störschall innerhalb 1,5sec wieder ausgeblendet. Zwischen diesem Ende und dem erneuten Einsatz für das nachfolgende Ziel-Item liegen 3 sec. Diese Zeit reichte aus, damit das Kind selbst, bzw. der Untersucher die bildliche Darstellung durch Umblättern wechseln konnte. Die messtechnische Anordnung des Störschalls gemeinsam mit dem Ankerschall und dem Ziel-Item wurde für alle 20 Wortlisten, sowie für die Übungsreihe der OLSZTYNER HÖR REIME präzise eingehalten.

- **OHR und das Nutzschall-Störschallverhältnis**

Sprachverständlichkeitsmessungen unter Einfluss von Störschall erhöhen in der Sprachaudiometrie in hohem Maße die Validität des Verfahrens (vgl. KLIEM 1993). Die Messungen dazu wurden für die Standardisierung des OHR-Verfahrens zunächst mit hörenden Probanden durchgeführt.

Das Sprachmaterial der OLSZTYNER HÖR REIME liegt von der polnischen ungeschulten Nativespeakerin BS im teacherese aufgesprochen vor. Es besteht aus 2x10 Wortlisten für Kinder im Alter von 3-7 Jahren. 10 der Wortlisten für Kinder im Alter von 3-4 Jahren enthalten jeweils 8 Ziel-Items, 10 weitere Wortlisten für Kinder im Alter von 5-7 Jahren enthalten jeweils 10 Ziel-Items (vgl. Tab.10). Diese im Gesamt 180 Ziel-Items liegen in bildlicher Darstellung jeweils auf einer A4-Laminierfolie mit zwei weiteren Distraktoren vor (beispielsweise 'kwiatek-statek-łyżka'). Einer der Distraktoren bildet das Reimwort zum Ziel-Item (beispielsweise ,kwiatek'–',statek'), ein weiterer Distraktor übernimmt die Funktion der Stimulusdiskrepanz (beispielsweise 'kwiatek–statek-łyżka'). Die Anordnung der jeweils drei Antwortalternativen wurde durch einen Zufallsgenerator festgelegt.

Die Sprachverständlichkeitsmessungen wurden durchgängig unter Einfluss von Störschall mit unterschiedlichen konstanten Nutzschall-Störschallverhältnissen durchgeführt (vgl. HOJAN, STEPLINGER, FASTL 1997). Das Störgeräusch wurde aus dem Wortmaterial der Ziel-Items der OLSZTYNER HÖR REIME generiert und lag für diese Messungen als zweite Tonspur ebenfalls vor. Die Ziel-Items der OLSZTYNER

HÖR REIME sollten dabei auf eine gleichmäßige Verständlichkeit innerhalb der Wortlisten untersucht werden. Ebenso sollte die gleichmäßige Verständlichkeit der Wortlisten untereinander festgestellt werden. Da aus jeder Altersgruppe jeweils drei Wortlisten Ziel-Items enthielten, deren Zielphoneme (Anlaut) das gesamte Frequenzspektrum, drei weitere vorwiegend das Spektrum oberhalb 1.000Hz und zusätzlich vier Wortlisten jeder Altersgruppe das Frequenzspektrum unterhalb 1.000Hz repräsentierten, war zu vermuten, dass die Verständlichkeit (%) für die jeweils 10 Wortlisten untereinander innerhalb der unterschiedlichen konstanten Nutzschaall-Störschaallverhältnisse variieren würde.

- **Sprachverständlichkeitsmessungen mit hörenden Erwachsenen**

Die Sprachverständlichkeitsmessungen für die OLSZTYNER HÖR REIME wurden bei konstanten Signal-Rauschverhältnissen durchgeführt. Dafür wurde der Pegel für das Erreichen von max. 100% Sprachverständlichkeit für die 180 Ziel-Items von 7 erwachsenen Hörern bestimmt. Dieses Vorgehen verhinderte, dass bei der Anwendung der OLSZTYNER HÖR REIME bestimmte Wörter unabhängig von der Hörsituation immer, bzw. nie erkannt wurden. Extrem gut oder schlecht verständliche Wörter könnten dabei nicht zu einer eindeutigen Differenzierung in unterschiedlichen Hörsituationen, beispielsweise in Bezug auf unterschiedliche Hörgeräte und deren individuelle Einstellung, bzw. der Einstellungen des Sprachprozessors der Cochlear Implant-Systeme beitragen. Die im Gesamt 2*10 Wortlisten können mit Hilfe dieser Messungen in Bezug auf ihre Verständlichkeit untereinander, sowie interindividuell, d.h. die Wörter einer Liste untereinander, als äquivalent verständlich eingeschätzt werden.

In der allgemeinen Sprachaudiometrie¹¹ werden mit derartigen Sprachverständlichkeits-Messungen wortspezifische Diskriminationsfunktionen für jedes Wort des Verfahrens bestimmt. Dabei wird der L₅₀ (50% Verständlichkeit) für jedes Ziel-Wort als Funktion des Signal-Rauschabstands für eine festgelegte Anzahl Hörer ausgemessen und an den Ergebnissen eine Modellfunktion angepasst. Das Nutzschaall-Störschaallverhältnis wird dafür soweit verändert und Grenzen festgelegt,

¹¹ Allgemeine Sprachaudiometrie bezeichnet alle im klinischen Einsatz durchgeführten sprachaudiometrischen Verfahren.

in denen eine 50% Verständlichkeit für ein einzelnes Wort möglich, bzw. nicht mehr realisiert werden kann.

Für die OLSZTYNER HÖR REIME ist so ein Vorgehen nicht geeignet, da dieses Verfahren grundsätzlich keine Diskriminationsfunktion zur Bewertung der Daten heranzieht, sondern frequenzspezifische Parameter zur Analyse der Ergebnisse nutzt. Das Erreichen der 50%-Marke bezüglich der Verständlichkeit hätte damit für das OHR-Verfahren nicht ausgereicht, um differenzierte Aussagen zur Hörfähigkeit innerhalb bestimmter Frequenzbereiche treffen zu können.

Es wurden daher ausschließlich Messungen bei verschiedenen konstanten Signal-Rauschabständen durchgeführt, um genau das Verhältnis zu bestimmen, bei dem nahezu 100% Verständlichkeit bei hörenden Erwachsenen erzielt werden konnte. Nur bei einem Nutzschall-Störschallverhältnis, bei dem hörende Probanden nahezu 100% Verständlichkeit erreichen, ist anzunehmen, dass hörende Kinder im Alter von 3-7 Jahren zu vergleichbaren Ergebnissen kommen können.

Die Durchführung von Sprachverständlichkeitsmessungen ist sehr zeitaufwändig und verlangt vom Hörer sehr viel Geduld. Kindern im Alter von 3-7 Jahren wäre dieser quantitative Umfang von Messungen bei mehreren konstanten Signal-Rauschabständen nicht zuzumuten. Aus diesem Grund haben sich 7 erwachsene Hörer¹² im Alter von 24-56 Jahren für diese Messungen zur Verfügung gestellt. Vor den Messungen wurde bei jedem der 7 Hörer ein Tonaudiogramm mit einer Hörschwelle <15dB HL im Bereich 250Hz bis 8.000Hz mit dem Screener Siemens SD 21 gesichert, um von einer optimalen Hörfähigkeit aller Hörer ausgehen zu können.

Für die Untersuchung der Sprachverständlichkeitsmessung selbst wurde die identische Verständlichkeitsmessapparatur vorgegeben, die bereits für den subjektiven Lautheitsausgleich eingesetzt wurde (vgl. Kap 7.2.). Diese messtechnische Anordnung entspricht damit auch der Untersuchung mittels der OLSZTYNER HÖR REIME mit hörenden und hörgeschädigten Kindern im Alter von 3-7 Jahren.

¹² Sechs dieser Hörer sind polnische Nativespeaker, ein weiterer der Untersucher SB selbst

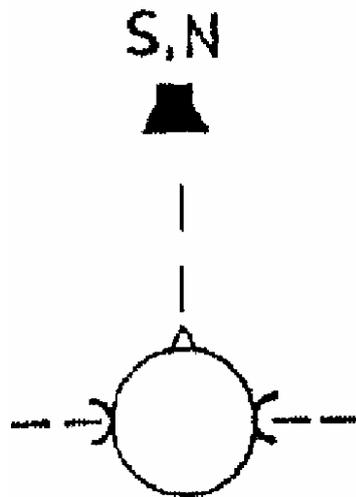


Abb. 47: Anordnung der Messapparatur zur Darbietung des Sprachmaterials mit Störschall

Wissenschaftliche Untersuchungen zeigen, dass eine Darbietung des Nutzschalls und des Störschalls von vorn zu bevorzugen ist und damit für Untersuchungen dieser Art zuverlässige Ergebnisse zu erzielen sind. Lautsprecheranordnungen beispielsweise mit Sprache von vorn und Störschall mit einem Winkel von 30° von vorn, bzw. Sprache von vorn und Störschall von 45° von vorn, sind laut einem Entwurf der International Standard Organisation (ISO /1990) zwar vorgesehen, sind aber, bezieht man weitere Untersuchungen mit ein, ebenso wenig optimal, wie Sprache von vorn und Störschall von 180° hinten innerhalb der Präsentation der auditiven Sprachsignale (vgl. AGNEW 1999; GABRIEL, ALBANI, KOLLMEIER 1999; INGOLD, TSCHOPP 1992; POWERS, HOLUBE, WESSELKAMP 1999; WESSELKAMP, HOLUBE, GABRIEL 1997).

Untersuchungen zum Störschall durch intermittierende, bzw. kontinuierliche Darbietung des Rauschens ergeben wenig Hinweise für eine Ermüdung der Probanden während des auditiven Stimulus. Für Kinder liegen diesbezüglich keine Daten vor (vgl. INGOLD, TSCHOPP 1992).

Die OLSZTYNER HÖR REIME verzichten auf eine kontinuierliche Präsentation des Störschalls. Eine intermittierende Präsentation durch eine zusätzlich verwendete fade-in und fade-out Funktion des Rauschsignals ermöglicht dem Kind Hörpausen zwischen den jeweiligen Ziel-Items einer Wortliste. Hörpausen sind für hörgeschädigte Kinder im Kontext einer Prävention von Hörermüdung von großem

Vorteil. In Anlehnung an eine Dialogische Frühpädagogik sind zudem regelmäßige Hörpausen erforderlich, um den Kindern Ruhepausen zu ermöglichen, damit sie sich konzentriert auf neue akustische Reize einzulassen vermögen. Die kontinuierliche Präsentation des Störschalls könnte zu einer Hörermüdung führen, das Kind würde möglicherweise unkonzentriert und die Motivation minimiert; die Durchführung des Verfahrens würde dadurch unmöglich werden.

- **Nutzschall-Störschallverhältnis mit hörenden Erwachsenen**

Der durch die 7 erwachsenen Hörer ermittelte Pegel für ein optimales Nutzschall-Störschallverhältnis der OLSZTYNER HÖR REIME, bei dem nahezu 100% Verständlichkeit erzielt wurde, beträgt für alle 20 Wortlisten +6dB SPL (vgl. Anhang VIII). Das bedeutet, dass die insgesamt 180 Ziel-Items mit einem um +6dB laueren Schalldruckpegel angeboten werden als das zusätzliche Störgeräusch, das aus den Ziel-Items des OHR-Verfahrens generiert wurde. Mit diesem S/N-Verhältnis konnten die Hörer nahezu fehlerfrei alle Ziel-Items den bildlichen Darstellungen zuordnen.

Kliem bestimmt in ihren Untersuchungen 26 unterschiedliche konstante S/N-Verhältnisse im Abstand 1dB und erreicht ebenfalls bei einem Nutzschall-Störschallverhältnis von +6dB vergleichbare Werte zwischen 95% und 100%. Die konstanten Signal-Rauschabstände von -6dB als Untergrenze bis +6dB als Obergrenze orientieren sich für die OLSZTYNER HÖR REIME an der Entwicklung und Evaluation des Zweisilber-Reimtests nach Kliem (vgl. KLIEM 1993; KLIEM, KOLLMEIER 1994).

Nur eine nahezu 100% Verständlichkeit sichert optimale Ergebnisse, wodurch weiterführende Verbesserungen der apparativen Versorgung der Kinder gewährleistet werden können. Der Abstand zwischen den S/N-Verhältnissen wurde dabei auf 3dB festgelegt, so dass 5 unterschiedliche Messungen (-6dB, -3dB, 0dB, +3dB, +6dB) für jede Wortliste (5*20 Messungen/Hörer) von jedem der 7 Hörer durchgeführt werden konnten. Damit führte jeder Hörer 100 Messungen durch, im Gesamt entspricht das 700 Messungen für alle 7 Hörer, bzw. in der Summe 6.300 Wörter, die gehört, bewertet und als Grundlage für das S/N-Verhältnis vom Untersucher präsentiert wurden.

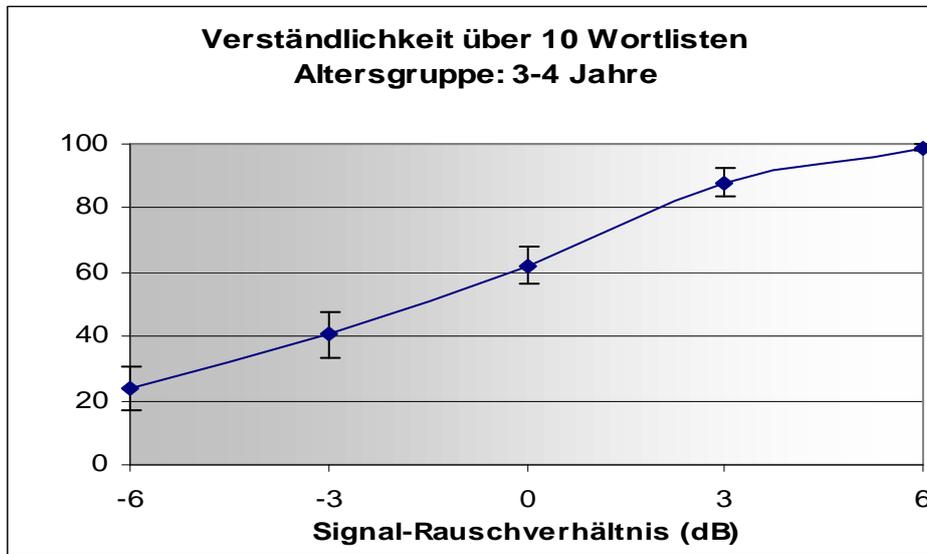


Abb. 48: Verständlichkeit (SVI %) über 10 Wortlisten der OLSZTYNER HÖR REIME für Kinder im Alter von 3-4 Jahren bei unterschiedlichen konstanten S/N-Verhältnissen (dB) über 7 Hörer gemittelt

Die Ergebnisse der Sprachverständlichkeit aller 10 Wortlisten jeweils einer Altersgruppe gemittelt über 7 Hörer zeigen die Abbildungen 48 und 49 im Format des Sprachverständlichkeitsindex (SVI %). Auf beiden Abbildungen wird die Zunahme an Verständlichkeit umso deutlicher, je mehr sich das Nutzschaall-Störschaallverhältnis der +6dB SPL-Marke nähert.

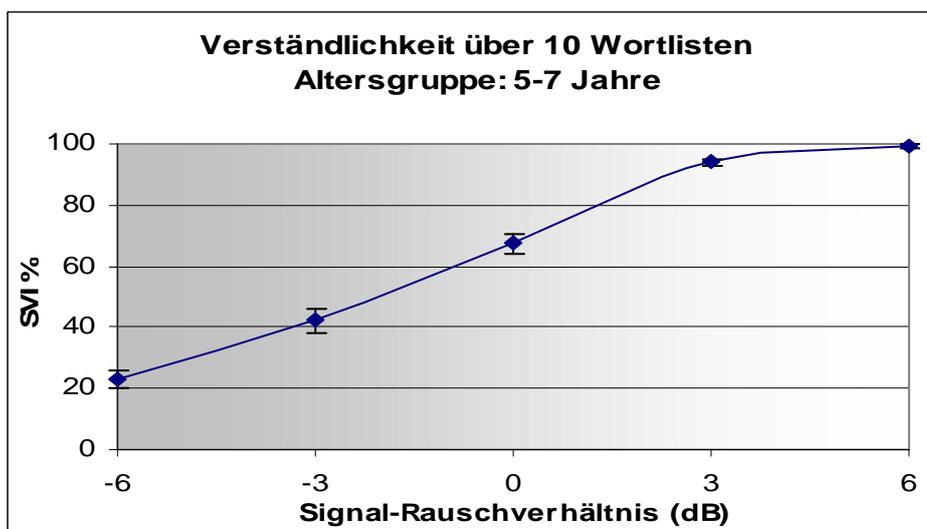


Abb. 49: Verständlichkeit (SVI %) über 10 Wortlisten der OLSZTYNER HÖR REIME für Kinder im Alter von 5-7 Jahren bei unterschiedlichen konstanten S/N-Verhältnissen über 7 Hörer gemittelt

Der Sprachverständlichkeitsindex ist als der um die Ratewahrscheinlichkeit korrigierte Prozentsatz richtiger Antworten, der bei der Durchführung erreicht werden konnte, definiert. Dabei gilt es zu beachten, dass durch die innerhalb der mathematischen Formel enthaltene Ratewahrscheinlichkeit auch negative Indizes errechnet werden können. Dieses Ergebnis liegt dann vor, wenn beispielsweise die Anzahl der korrekten Antworten innerhalb einer Wortliste zu gering ausfällt. Naturgemäß sind negative Indizes nicht zu interpretieren (vgl. LIENERT, RAATZ 1998).

Die mathematische Formel dafür lautet:

$$SVI = 100 / N * (R - (N-R / A-1))$$

(vgl. KLIEM 1993)

N steht dabei für die Anzahl der präsentierten Ziel-Items, R für die Zahl der richtigen Antworten und A für die Anzahl der möglichen Antwortalternativen. Der Sprachverständlichkeitsindex (SVI) wird in Prozent angegeben. 100% entsprechen dem vollständigen Verstehen aller dargebotenen Ziel-Items, 0% hingegen einem Raten aller möglichen Antworten.

Für die Messungen mit den erwachsenen Probanden wurde der Pegel des Störschalls um jeweils 3dB verändert, d.h. das Sprachsignal (Ankerschall mit Ziel-Item) bleibt unverändert und damit konstant bei 65dB SPL für die gesamte Messung. Die OLSZTYNER HÖR REIME überprüfen damit hörgeschädigte Kinder in einer möglichst realitätsnahen Situation. Der natürliche Schalldruckpegel für Sprache im Abstand 1m auf Kopfhöhe dargeboten, entspricht dabei ca. 65dB (vgl. LEHNHARDT 1996), während Umweltgeräusche erheblich variieren können. Innerhalb der allgemeinen Sprachaudiometrie wird je nach Fragestellung der Störschall meist bei einem Pegel zwischen 60dB und 70dB konstant gehalten und der Nutzschall variierend eingesetzt (vgl. AGNEW 1999; HOJAN, STEPLINGER, FASTL 1997, WESSELKAMP, HOLUBE, GABRIEL 1997).

- **Analyse und Diskussion der Ergebnisse zum S/N-Verhältnis**

Die nachfolgend beschriebenen Ergebnisse im Einzelnen bestätigen oben genannte Vermutungen bezüglich der Verständlichkeit der Wortlisten untereinander. Die

nachfolgende Abbildung 50 zeigt alle 20 Wortlisten der OLSZTYNER HÖR REIME für Kinder von 3-7 Jahren. Die Verständlichkeitswerte (%) sind gemittelt (MW) für 7 erwachsene Hörer und für die unterschiedlichen, aber konstanten S/N-Verhältnisse dargestellt.

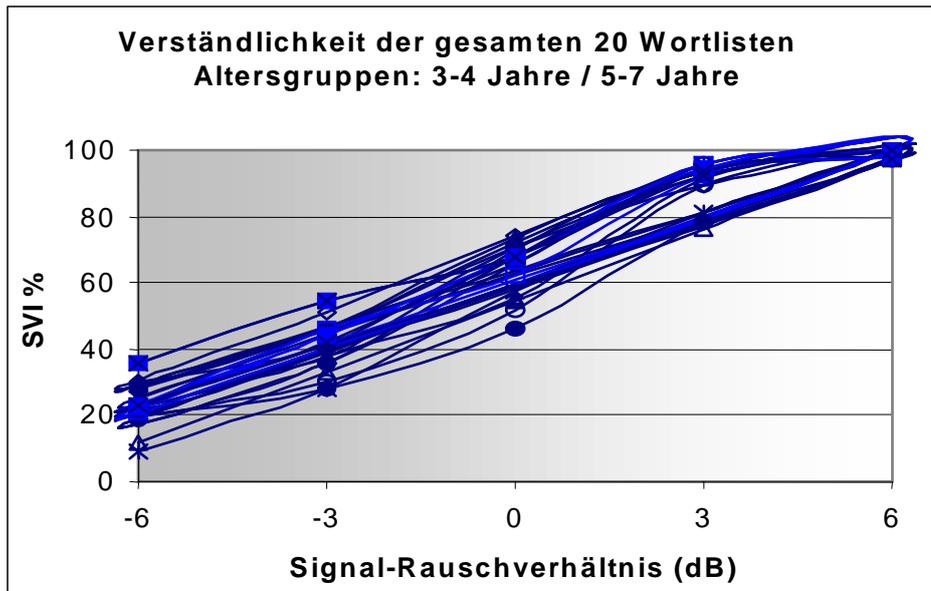


Abb. 50: Verständlichkeit der 20 Wortlisten der OLSZTYNER HÖR REIME bei unterschiedlichen konstanten S/N-Verhältnissen von -6 bis $+6$ dB SPL

In Abbildung 50 ist für das S/N-Verhältnis -6 dB SPL das breit angelegte Verständlichkeitsspektrum aller **Fehler! Keine Indexeinträge gefunden.** 20 Wortlisten deutlich zu erkennen, das sich hin zum S/N-Verhältnis 0 dB SPL in hohem Maße verbessert, aber eine Spannweite innerhalb der Verständlichkeit von ca. 20% beibehält. Ab einem Nutzschaall-Störschaallverhältnis von 0 dB SPL bilden sich zwei deutlich voneinander getrennte Kurvenbündel aus, die sich in einer Verständlichkeit zwischen 60% und 80% bewegen. Beide Kurvenbündel laufen bei S/N = $+6$ dB SPL bei einer nahezu 100% Verständlichkeit zusammen.

Die für die 7 erwachsenen Hörer unterschiedliche Verständlichkeit innerhalb der verschiedenen Nutzschaall-Störschaallverhältnisse lässt vermuten, dass die Ursache dafür in der Frequenzrepräsentativität der Zielphoneme (Anlaut) der 20 Wortlisten liegen muss.

Für die Beschreibung der Ergebnisse werden jeweils die Wortlisten 1-3, die Wortlisten 8-10 und die Wortlisten 4-7 einer Altersgruppe zusammengefasst. Da die

Wortlisten 1-3 den gesamten Frequenzbereich und Wortlisten 8-10 den hochfrequenten Bereich überprüfen, lassen sie sich für die Beschreibung der Ergebnisse gemeinsam betrachten. Die Wortlisten 4-7 überprüfen den Frequenzbereich unterhalb 1.000Hz und damit verstärkt den tieffrequenten Bereich der Sprache. Abbildungen 51 und 52 zeigen die Kurvenverläufe der beiden Altersgruppen getrennt und mit einer Zusammenfassung der Wortlisten 1-3 und 8-10.

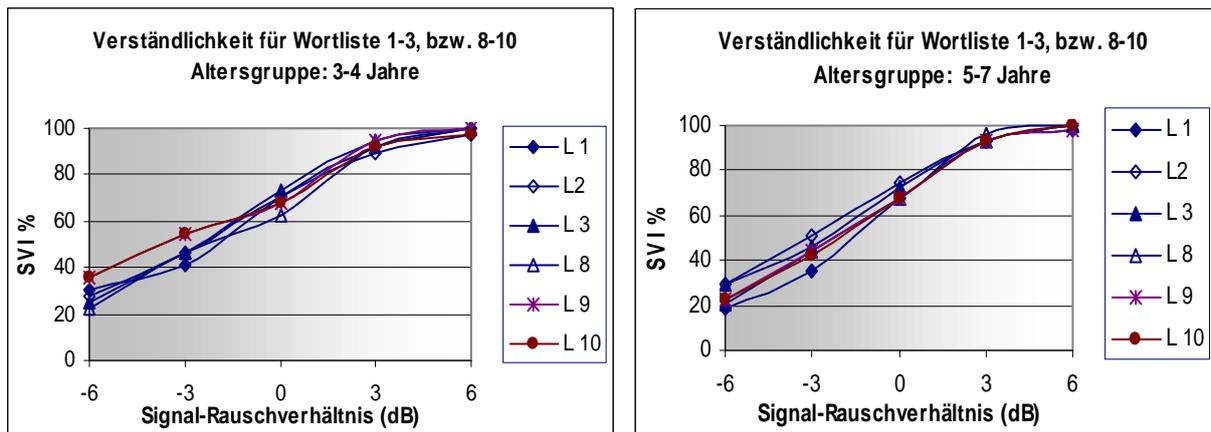


Abb. 51 und 52: Verständlichkeit (SVI %) für die Wortlisten 1-3, bzw. 8-10 der OLSZTYNER HÖR REIME für Kinder im Alter von 3-4, bzw. 5-7 Jahren gemittelt über 7 erwachsene Hörer

Die Abbildungen 51 und 52 zeigen, dass die 7 Probanden innerhalb der sechs Wortlisten (Liste 1-3, Liste 8-10) beider Altersgruppen bei einem Signal-Rauschabstand von -6 dB noch zu deutlichen Unterschieden in der Verständlichkeit kommen. Die mittlere Verständlichkeit der sieben Hörer für die Listen der 3-4 jährigen Kinder beträgt in Abbildung 51 bei diesem S/N-Verhältnis 22,32% (Liste 8) bis 35,71% (Liste 9 und 10). Die Wortlisten der Altersgruppe der 5-7jährigen Kinder zeigen bei S/N= -6 dB SPL eine mittlere Verständlichkeit von 18,57% (Liste 1) bis 29,29% (Liste 2 und 3), wodurch die eindeutige Diskrimination der Ziel-Items noch nicht gesichert werden konnte (vgl. Anhang VIII).

Ab dem S/N-Verhältnis 0dB laufen die Kurven enger zusammen und steigen stetig an bis zu einer nahezu 100% Verständlichkeit bei einem Nutzschall-Störschallverhältnis von +6dB, also einem jetzt um 6dB leiseren Schalldruckpegel des Störschalls.

Die Wortlisten 4-7, die verstärkt den tieffrequenten Bereich <1.000 Hz überprüfen, sind ebenfalls zusammengefasst und nach Altersgruppen getrennt in den Abbildungen 53 und 54 dargestellt. Eine mittlere Verständlichkeit bei S/N = -6 dB

SPL kann dabei für alle Hörer bei den Listen für 3-4 jährige Kinder mit 8,93% (Liste 5) bis 19,64% (Liste 6 und 7) angegeben werden. Bei den vier Wortlisten für Kinder von 5-7 Jahren liegt die mittlere Verständlichkeit im Bereich von 18,57% (Liste 6) bis 25,00% (Liste 5) im vergleichbaren Nutzsoll-Störsollverhältnis (vgl. Anhang VIII).

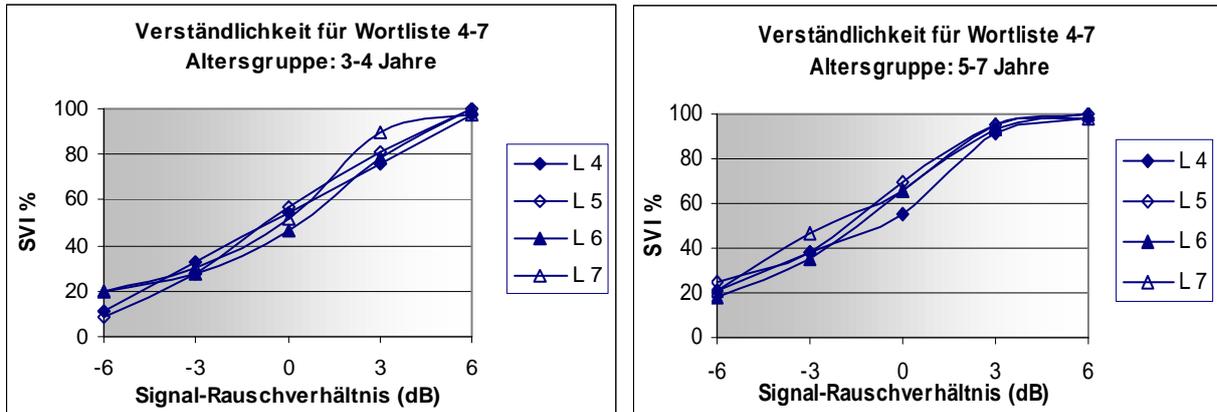


Abb. 53 und 54: Verständlichkeit (SVI %) für die Wortlisten 4-7 der OLSZTYNER HÖR REIME für Kinder im Alter von 3-4, bzw. 5-7 Jahren gemittelt über 7 erwachsene Hörer

Damit liegen die Wortlisten 4-7 (verstärkt tieffrequenter Bereich <1.000Hz) in ihrer Verständlichkeit bei einem Nutzsoll-Störsollverhältnis von -6dB SPL noch unterhalb der der Wortlisten 1-3, bzw. 8-10 (gesamtes Frequenzspektrum, bzw. verstärkt hochfrequenter Bereich). Das heißt: auch wenn der Störsoll um 6dB lauter dargeboten wurde als das Sprachsignal, war keine zuverlässige Verständlichkeit der Ziel-Items zu erzielen. Die Verständlichkeitsunterschiede der Listen 4-7 blieben für beide Altersgruppen über die verschiedenen Signal-Rauschabstände erhalten. Allerdings war auch hier vergleichbar den Wortlisten 1-3, bzw. 8-10 ein steter Anstieg bis zu einer nahezu 100% Verständlichkeit bei $S/N = +6\text{dB}$ SPL zu verzeichnen.

Die Verständlichkeit der 7 erwachsenen Hörer über alle 10 Wortlisten der OLSZTYNER HÖR REIME werden in den nachfolgenden Abbildungen 55 und 56 nach Altersgruppen differenziert dargestellt.

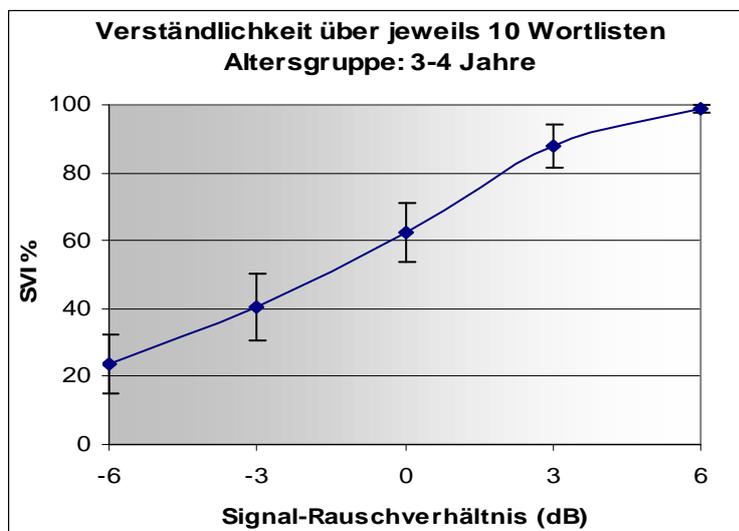


Abb. 55: Verständlichkeit (SVI %) über 10 Wortlisten der OLSZTYNER HÖR REIME für mehrere konstante Signal-Rauschabstände der Altersgruppe 3-4 Jahre

Die Abbildung 55 zeigt, dass mit 23,66% Verständlichkeit (SD 8,66) bei dem S/N-Verhältnis -6 dB SPL nur eine sehr geringe Verständlichkeit der 10 Wortlisten erreicht werden konnte. Der Kurvenverlauf zeigt allerdings im Anschluss daran einen steten Anstieg bis zu einer maximalen Verständlichkeit von 98,93% (SD 1,31) der Ziel-Items mit Unterscheidung im Anlaut bei dem Signal-Rauschabstand von $+6$ dB SPL.

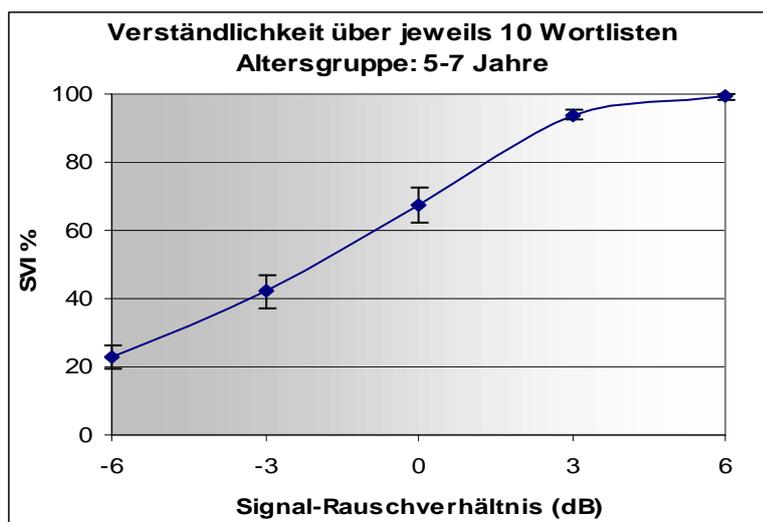


Abb. 56: Verständlichkeit (SVI %) über 10 Wortlisten der OLSZTYNER HÖR REIME für mehrere konstante Signal-Rauschabstände der Altersgruppe 5-7 Jahre

Der Kurvenverlauf der Altersgruppe 5-7 Jahre zeigt in der obigen Abbildung 22,86% Verständlichkeit (SD 3,71) bei dem S/N-Verhältnis -6dB SPL . Das entspricht einer noch geringeren Verständlichkeit der 10 Wortlisten als bei der jüngeren Altersgruppe. Allerdings ist auch hier ein steter und steiler Kurvenverlauf im Anschluss daran zu verzeichnen. Die maximale Verständlichkeit von 99,14% (SD 1,05) der Ziel-Items mit Unterscheidung im Anlaut bei dem Signal-Rauschabstand von $+6\text{dB SPL}$ zeigt aber dann ähnlich der Altersgruppe 3-4 Jahre eine annähernde 100% Verständlichkeit aller Wortlisten.

Die OLSZTYNER HÖR REIME sollen vorwiegend zur Optimierung der apparativen Versorgung von Kindern im Alter von 3-7 Jahren in der Pädagogischen Audiologie eingesetzt werden. Die dafür gesicherte nahezu 100% Verständlichkeit der Wortlisten ist notwendig, damit gezielte und individuelle Veränderungen in unterschiedlichen frequenzspezifischen Bereichen der apparativen Versorgung möglich werden.

Die erreichten Werte der Standardabweichung bei einem Signal-Rauschverhältnis von $+6\text{dB SPL}$ über alle 10 Wortlisten der unterschiedlichen Altersgruppen sind als gering einzuschätzen. Der Supermittelwert SD 1,31% der Listen 1-10 für Kinder im Alter 3-4 Jahre, bzw. der Supermittelwert SD 1,05% der Listen 1-10 für Kinder von 5-7 zeigt eine sehr gute Verständlichkeit aller Ziel-Items, d.h. alle Ziel-Items ($n=88$) konnten bei einem Nutzsoll-Störsollverhältnis $+6\text{dB}$ mit nahezu 100% diskriminiert werden.

Für das OHR-Verfahren wurde das S/N-Verhältnis = $+6\text{dB SPL}$ für alle 20 Wortlisten durch 7 erwachsene Hörer definiert und konnte damit für alle weiteren Untersuchungen als Kennwert für die allgemeine Durchführung der OLSZTYNER HÖR REIME mit Störsoll eingesetzt werden.

7.3. Standardisierung der OLSZTYNER HÖR REIME

Die Durchführung der OLSZTYNER HÖR REIME mit hörenden Kindern im Alter von 3-7 Jahren fand am städtischen Kindergarten in Elk/Polen statt. Die Untersuchung mit hörenden Kindern entspricht der Standardisierung des OHR-Verfahrens. Damit sollte überprüft werden, inwieweit die Ziel-Items, bzw. die Wortlisten hinsichtlich der Auswahl der Wörter und der Zusammenstellung der Listen, sowie die bildlichen Darstellung als besonders kindgerecht angesehen werden können. Unter

Berücksichtigung einer Hörermüdung beim Kind wurde während der gesamten Präsentation der Wortlisten auf eine kontinuierliche Darbietung des Störschalls verzichtet. Durch die intermittierende Darbietung des Störschalls wurde die Hörsituation für die Kinder im Alter von 3-7 Jahren zwar erschwert, sie entspricht damit aber allgemein gültigen Forderungen einer modernen Sprachaudiometrie (vgl. KIEBLING 2000; WAGENER, KÜHNEL, KOLLMEIER 1999). Dem Kind wurden damit innerhalb der Untersuchung Hörpausen ermöglicht, die ihm eine innere Spannung und Neugier auf das nächste Ziel-Wort ermöglichten. Durch die Anwendung einer fade-in, bzw. fade-out Funktion bei der digitalen Verarbeitung des Sprachmaterials wurde ein plötzlicher Einsatz, bzw. ein abruptes Abbrechen des Störschalls jeweils zu Beginn und zum Ende des Sprachsignals durchgängig vermieden.

Für eine differenzierte Analyse der Falsch-Antworten innerhalb der OLSZTYNER HÖR REIME sind drei unterschiedliche Antwortmöglichkeiten vorgesehen. Sie wurden bei der Ergebnisanalyse durch die Bezeichnungen Antwort 1, Antwort 2 und Antwort 3 gekennzeichnet. Die Verwechslung mit dem Reimwort entspricht Antwort 1, der auditive Stimulus wurde dabei mit dem Reimwort verwechselt. Wie in Abbildung 57 sichtbar, wurde dann beispielsweise das Ziel-Item 'czapka' (Mütze) mit der ersten Antwortalternative 'żabka' (Fröschen) verwechselt.

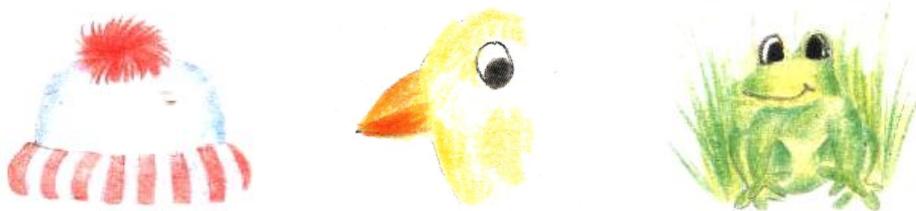


Abb. 57: Bildliche Darstellung eines Reimensembles mit Antwortalternative und Stimulusdiskrepanz aus der Übungsreihe der OLSZTYNER HÖR REIME

Bei der Verwechslung mit der sog. Stimulusdiskrepanz (Antwort 2) zeigte das Kind auf die dritte Antwortalternative, die keinerlei Reimcharakter zum Ziel-Item aufweist. Im oben genannten Beispiel könnte diese Antwortalternative durch 'dzióbek' (Schnäbelchen) realisiert sein. Die Stimulusdiskrepanz unterscheidet sich innerhalb der OLSZTYNER HÖR REIME in der Regel durch eine völlig unterschiedliche Lautstruktur des Vokals in wortmedialer Stellung: 'czapka – żabka – dzióbek'. Sie kann damit auch als sog. Füllwort bezeichnet werden. Durch die grundlegend

veränderte Lautstruktur kann damit Fehldeutungen vorgebeugt werden (vgl. LÖWE, HELLER 1972).

Als eine weitere Antwortmöglichkeit ist Antwort 3 vorgesehen. Das Kind gibt dabei keinerlei Antwort, bzw. das Kind sucht das Bild, kann den akustischen Stimulus allerdings keinem Bild zuordnen. Diese Antwortmöglichkeit wurde nie verzeichnet.

Eine Optimierung der Wortlisten aufgrund der Fehleranalyse von Antwort 1 bis Antwort 3 wurde im Anschluss an eine erste Durchführung zur Standardisierung des OHR-Verfahrens vorgenommen, um die Verständlichkeit der Wortlisten selbst, sowie der Wortlisten untereinander zu erhöhen. Eine tabellarische Übersicht für Antwort 1 bis Antwort 3 getrennt für hörende Kinder im Alter von 3-4 Jahren, bzw. für Kinder von 5-7 Jahren findet sich im Anhang XI und Anhang XII.

- **Übungsreihe zu den OLSZTYNER HÖR REIMEN – Anweisung an das Kind**

Die hörenden Kinder nahmen einzeln an der Untersuchung gemeinsam mit der Untersuchungsperson SB¹³ teil. Larsi, die Handpuppe, saß dabei bereits im Untersuchungsraum auf dem Boden. Einige der Kinder kannten Larsi bereits von den Screening-Untersuchungen zwei Jahre zuvor (vgl. HORSCH, GÓRNIOWICZ, BISCHOFF, FAUTZ 2001A). Der Untersuchungsraum war ein gewöhnliches Zimmer innerhalb des Kindergartens, etwas abseits von den Gruppenräumen und damit ruhiger. Larsi hatte Bonbons im Schoß, die jedes Kind nach der Durchführung erhielt. Vor der Handpuppe lag die Übungsreihe der OLSZTYNER HÖR REIME bereit. Diese besteht aus den bildlichen Darstellungen von je 5 Ziel-Item-Folien mit jeweils den beiden Antwortalternativen. Damit ist das Übungsmaterial mit dem Material der OLSZTYNER HÖR REIME identisch¹⁴, so dass das Kind im weiteren Verlauf keinerlei Umstellung vollziehen musste.

Durch ein Gespräch mit Blickkontakt, gemeinsames Auf-dem-Boden-Sitzen zusammen mit Larsi, konnte für das Kind die ungewohnte Situation mit dem Untersucher möglichst kindgerecht und angenehm gestaltet und Neugier auf das bereitliegende Bildmaterial aufgebaut werden. Der Untersucher fragte bei der ersten

¹³ Untersuchungsperson SB: Sascha Bischoff, durchgängig für die gesamte Untersuchung, sowohl für die Standardisierung als auch für die Klinische Stichprobe des OHR-Verfahrens.

¹⁴ Die 5 bildlichen Darstellungen der Übungsreihe sind den tatsächlichen Wortlisten entnommen und entsprechen damit identisch dem Bildmaterial der OLSZTYNER HÖR REIME und repräsentieren ein gemischtes Frequenzspektrum. Die gewählte Item-Anordnung ist dabei einmalig und entspricht keiner Wortliste, um Testwiederholungsartefakte auszuschließen.

Folie (Ziel-Item, Reimwort, Stimulusdiskrepanz), was auf den jeweiligen Bildern zu sehen war. Bereits bei der nächsten Folie machte er das Kind auf die beiden Lautsprecher aufmerksam, die in 1m Entfernung auf einem Kindertisch in Kopfhöhe des Kindes platziert waren.

"Zobacz, tutaj przez tych głośniki będzie mówiła bardzo miła pani."

"Schau mal,

aus diesen Lautsprechern hörst du gleich eine sehr nette Frau sprechen."

Er erklärt, dass diese Frau folgenden Satz sprechen wird:

"Pokasz, gdzie jest myszka?"¹⁵

"Zeig mal, wo ist das Mäuschen?"

Im Anschluss daran hörte das Kind die Aufsprache. Diese wurde mit 65dB SPL einjustiert und gemeinsam mit dem Störschall (S/N= +6dB SPL) dem Kind dargeboten. Hatte das Kind im Anschluss an den akustischen Stimulus nicht selbstständig auf das entsprechende Ziel-Item gezeigt, fragte der Untersucher in der Übungsreihe nach:

"I co, co słyszałeś? Pokasz mi, proszę."

"Und, was hast du gehört? Zeig es mir bitte."

Das Kind zeigte dabei auf das Bild, was es verstanden hatte. Dabei wurde das Kind bestätigt und gelobt, dass es dies so richtig und gut gemacht habe. Wurde dabei ein Ziel-Wort in der Übungsreihe nicht richtig zugeordnet, machte der Untersucher das Kind mit folgendem Satz darauf aufmerksam:

"Posłuchaj, czy ta pani na prawdę to mówiła? Jeszcze raz posłuchamy."

"Hör mal, hat die Frau wirklich das gesagt? Lass uns noch mal anhören."

¹⁵ Die orthographisch angedeutete Pause innerhalb des Satzes symbolisiert den Austauschcharakter des Ziel-Items.

Dadurch erhöhte das Kind nochmals seine Aufmerksamkeit und versuchte möglichst genau und unter höchster Konzentration hinzuhören. Die Möglichkeit eines wiederholten Hörens war für die anschließende Durchführung nicht vorgesehen.

In dieser Art und Weise wurden dem Kind max. drei Wortlisten präsentiert. Der Untersucher war dabei angehalten selbst zu entscheiden, ob das Kind bereits nach der ersten Wortliste unkonzentriert wurde und die Aufmerksamkeit, bzw. Motivation beim Kind für eine weitere Wortliste nicht ausreichend war. Das Kind konnte dann zu einem späteren Zeitpunkt, bzw. am nächsten Tag erneut eine weitere Wortliste hören. Nachdem es ein Bonbon von Larsi erhalten hatte, wurde das Kind vom Untersucher und von Larsi zurück in die Gruppe begleitet. Das nächste Kind war an der Reihe und ging gleich aus der Gruppe mit Larsi zusammen ins Untersuchungszimmer. Der Vorgang begann von Neuem.

7.4. Die Gesamtstichprobe der OLSZTYNER HÖR REIME

Die Gesamtstichprobe der OLSZTYNER HÖR REIME umfasste $n=274$ polnische Kinder im Alter von 3-7 Jahren. Davon waren $n=221$ Kinder dieser Gesamtstichprobe hörende Kinder. Sie bilden die Normstichprobe des OHR-Verfahrens.

Durch eine sich an die erste Durchführung anschließende Optimierung der Wortlisten des Verfahrens und einer darauf folgenden erneuten Durchführung mit hörenden Kindern, bildet das OHR-Verfahren ein sequenzielles Design. Innerhalb einer ersten Phase wurde das Untersuchungsinstrument (OLSZTYNER HÖR REIME) entwickelt. Innerhalb einer zweiten Phase wurde dieses Instrument standardisiert und im Anschluss daran, in einer dritten Phase mittels hörgeschädigter Kinder erprobt.

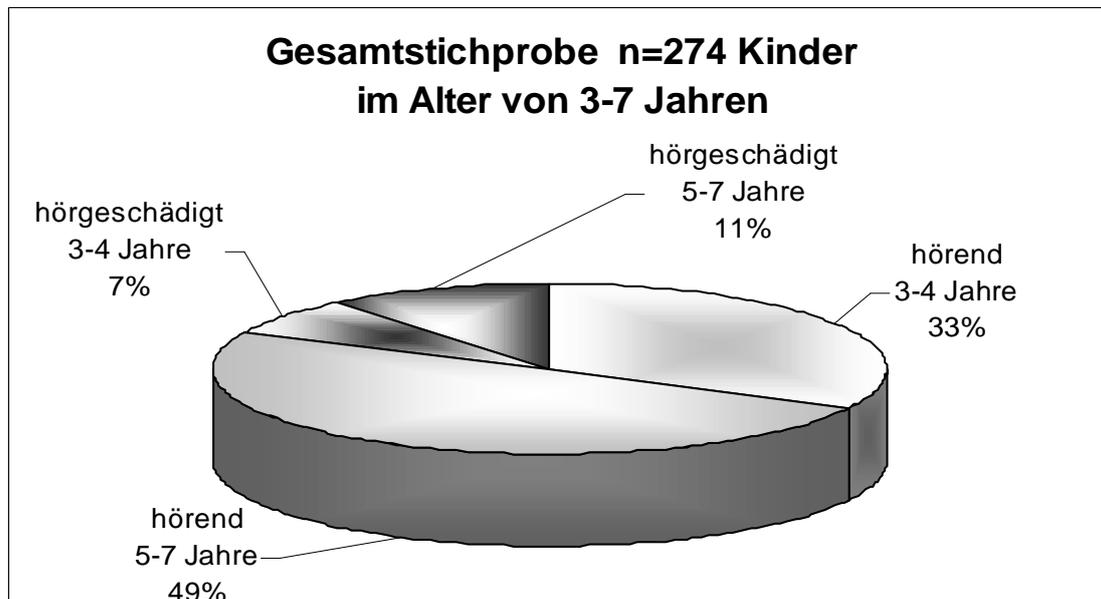


Abb. 58: Gesamtstichprobe der OLSZTYNER HÖR REIME, n=274 polnische Kinder im Alter von 3-7 Jahren

Die anfallende Zufallsstichprobe hörender Kinder zur Standardisierung des Verfahrens bildete die Kontrollstichprobe zur Klinischen Stichprobe und setzte sich wie folgt zusammen:

n=160 Kinder waren an der ersten Durchführung der OLSZTYNER HÖR REIME beteiligt, n=61 Kinder bildeten eine zweite Stichprobe nach Optimierung der Wortlisten (vgl. Kap. 7.5.).

Die Klinische Stichprobe setzte sich aus n=53 hörgeschädigten Kindern im Alter von 3-7 Jahren zusammen. Zwei dieser Kinder waren mit einem Cochlear Implant der Firma Med El versorgt. Beide Kinder, die jeweils einer der beiden Altersgruppen der Klinischen Stichprobe angehörten, wurden medizinisch-therapeutisch von Warschau aus und unter der Leitung von Professor Skarzynski betreut. Eine differenzierte Unterteilung innerhalb der einzelnen Gruppen hörender und hörgeschädigter Kinder wurde innerhalb der Durchführung der OLSZTYNER HÖR REIME geleistet (vgl. Kap. 7.5.; Kap. 7.6.).

7.5. Die Normstichprobe der OLSZTYNER HÖR REIME

Die Normstichprobe der OLSZTYNER HÖR REIME mit hörenden Kindern bildete eine anfallende Zufallsstichprobe aus n=160 hörenden Kindern des städtischen Kindergartens von Elk/Polen (n=63 Kinder im Alter von 3-4 Jahren, n=97 Kinder im Alter von 5-7 Jahren).

Bereits 2001 wurde an diesem Kindergarten ein Hör-Screening durchgeführt. Die Stichprobe umfasste dabei n=245 Kinder im Alter von 1,9 bis 7,5 Jahren (vgl. HORSCH, GÓRNIOWICZ, BISCHOFF, FAUTZ 2001B). Anhand von Namenslisten konnte festgestellt werden, dass diejenigen Kinder, die zum Zeitpunkt des Hör-Screenings in einem Alter von ca. 2-5 Jahren waren und als hörunauffällig eingestuft werden konnten, teilweise noch immer diesen Kindergarten besuchten und somit in die Untersuchung zu den OLSZTYNER HÖR REIMEN mit einbezogen werden konnten. Damit konnte bei diesen Kindern für die Überprüfung der Hörfähigkeit mittels des OHR-Verfahrens von einer optimalen Hörfähigkeit, überprüft durch ein Tonaudiogramm mit dem Screener SD 21 von SIEMENS, ausgegangen werden. Ebenso wurde bei den neu dazugenommenen Kindern, d.h. bei denjenigen, die zum Zeitpunkt des Screenings (2001) zu jung für eine spielaudiometrische Untersuchung waren, eine optimale Hörfähigkeit gesichert. Für den Zeitraum zur Standardisierung der OLSZTYNER HÖR REIME stand dafür der Screener SD 21 von SIEMENS erneut zur Verfügung.

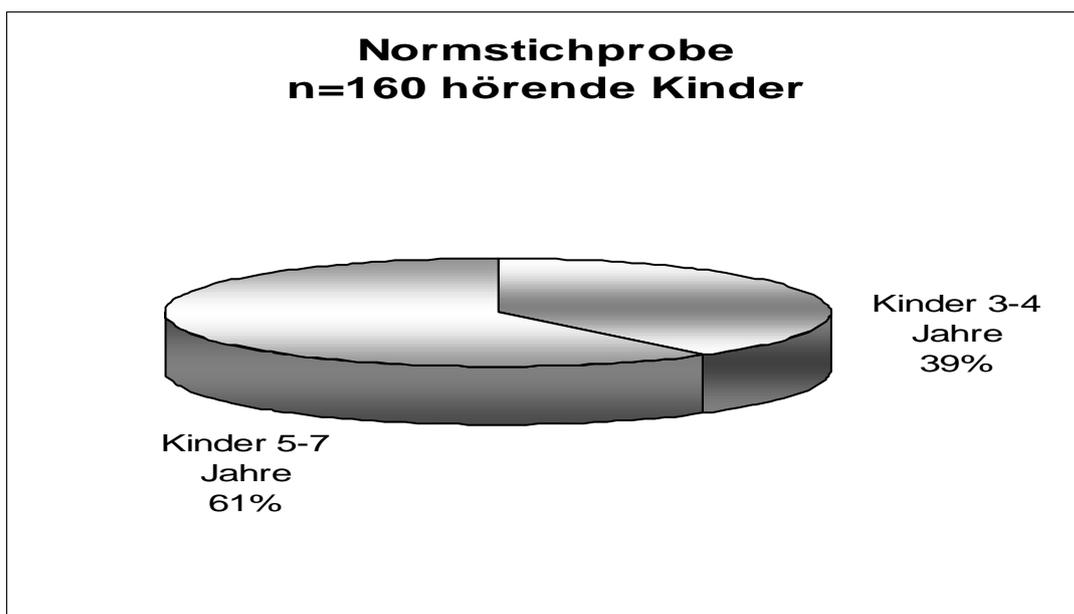


Abb. 59: Normstichprobe der OLSZTYNER HÖR REIME

- **Die Optimierungsstichprobe der OLSZTYNER HÖR REIME**

Aufgrund von Verwechslungen mit dem Reimwort (Antwort 1) wurden minimale Veränderungen innerhalb einzelner Wortlisten vorgenommen, damit für alle Ziel-Items der OLSZTYNER HÖR REIME von einer äquivalenten Verständlichkeit aller Wortlisten weiterhin ausgegangen werden konnte. Diese Veränderungen wurden in Form eines Austauschs eines einzigen Wortpaars und den damit verbundenen neuen bildlichen Darstellungen innerhalb der betroffenen Wortlisten realisiert. Damit sich die Optimierung auf alle Wortlisten des OHR-Verfahrens einheitlich auswirken konnte, wurden die Veränderungen jeweils in beiden Altersgruppen vorgenommen. Die betroffenen Wortlisten wurden im Anschluss daran mittels einer Optimierungsstichprobe aus n=33 hörenden Kindern im Alter von 3-4 Jahren und n=28 hörenden Kindern im Alter von 5-7 Jahren erneut am Kindergarten in Elk/Polen durchgeführt, wobei durchweg keine falsche Zuordnung mehr auftrat (vgl. Kap. 9).

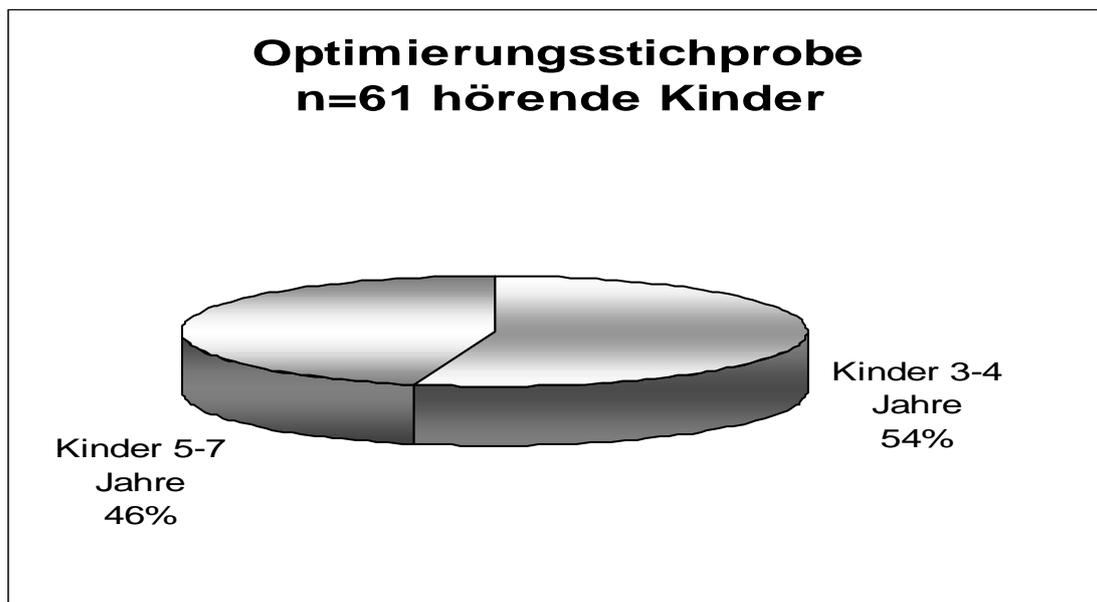


Abb. 60: Optimierungsstichprobe der OLSZTYNER HÖR REIME

7.6. Die Klinische Stichprobe

Die Untersuchung mittels der OLSZTYNER HÖR REIME für hörgeschädigte Kinder im Alter von 3-7 Jahren fand am Phoniatriisch-Audiologischen Zentrum der Wojewodschaftskinderklinik Olsztyn/Polen statt. Dank der Zustimmung durch die Direktion der Wojewodschaftsklinik, Frau Dr. Kolender, wurden für den Zeitraum der

Untersuchung hörgeschädigte Kinder und von Hörschädigung bedrohte Kinder durch die Leiterin des Phoniatriisch-Audiologischen Zentrums, Frau Dr. Bogucka zur Verfügung gestellt und mit dem OHR-Verfahren durch den Untersucher SB überprüft. Für das Untersuchungs-Setting wurden stringent vergleichbare Rahmenbedingungen gesichert, wie diese bei der Normierung gegeben waren. Die Untersuchungen selbst wurden in einem dem Kindergarten in Elk vergleichbaren Raum durchgeführt und identisch der Untersuchung mit hörenden Kindern unter Einfluss von Störschall (S/N= +6dB) präsentiert. Die Verständlichkeitsmessapparatur war ebenfalls identisch, d.h. die Untersuchung fand in einem ruhigen Raum statt, die Lautsprecher waren dabei auf Kopfhöhe des Kindes in 1m Entfernung platziert und Larsi, die Handpuppe, saß bereits mit Bonbons auf dem Boden und hatte die Übungsreihe des OHR-Verfahrens vor sich bereitliegen als das Kind hereinkam. Das Übungsmaterial war mit dem eigentlichen Präsentations-Material der OLSZTYNER HÖR REIME völlig identisch, so dass das Kind im weiteren Verlauf keinerlei Umstellung vollziehen musste (vgl. Kap. 7.3.).

Die Kinder nahmen gemeinsam mit einem Elternteil an der Untersuchung mit der Untersuchungsperson SB teil. Durch Blickkontakt, gemeinsames Auf-dem-Boden-Sitzen zusammen mit Larsi, konnte für das Kind die ungewohnte Situation mit dem Untersucher möglichst entspannt und angenehm gestaltet und Neugier auf das bereitliegende Bildmaterial aufgebaut werden. Die Beziehungsebene zwischen Kind und Untersucher musste daher optimal und dialoggeleitet ausgerichtet sein. Die Eltern waren dabei sehr wichtig und unterstützten diese beziehungstiftenden Momente.

Der Untersucher ging nun identisch der Untersuchungssituation mit hörenden Kindern vor (vgl. Kap. 7.3.). Dabei achtete er besonders auf den Einsatz von teacherese in der sprachlichen Interaktion, um so das hörgeschädigte Kind akustisch motiviert an der gemeinsamen Aktion teilnehmen lassen zu können (vgl. Kap. 7.2.). Das hörgeschädigte Kind sollte dabei vergleichbar dem hörenden Kind max. drei Wortlisten seiner Altersgruppe bearbeiten. Der Untersucher war angehalten, aufgrund seiner Beobachtungen selbst zu entscheiden, ob das Kind bereits nach der 1. Wortliste unkonzentriert und die Aufmerksamkeit, bzw. Motivation für eine weitere Wortliste nicht mehr vorhanden war. Es wurde, nachdem es ein Bonbon von Larsi erhalten hatte und nachdem ein neuer Untersuchungstermin U2 vereinbart wurde, gemeinsam mit seinen Eltern verabschiedet.

Für die klinische Stichprobe war im Anschluss an den ersten Untersuchungstermin U1, mindestens ein weiterer Untersuchungstermin U2 nach sieben Tagen geplant. Bei Auffälligkeiten, d.h. auftretenden Verwechslungen mit dem Reimwort, wurde der betreffende Akustiker durch den Untersucher informiert. Die Eltern wurden dabei vom Untersucher angehalten, die apparative Versorgung ihres Kindes optimieren zu lassen und zu einer erneuten Überprüfung (U2) mittels der OLSZTYNER HÖR REIME an die Klinik zu kommen.

Bei Kindern mit einem Cochlear Implant wurden die Eltern angehalten, die betreffende Klinik (Cochlear Implant Zentrum Warschau) zu informieren, damit dort die Einstellungen des Sprachprozessors des Kindes in den entsprechenden Frequenzbereichen verändert werden konnten. Auch diese Eltern wurden nach sieben Tagen erneut mit der veränderten apparativen Versorgung zu einer zweiten Überprüfung (U2) mittels der OLSZTYNER HÖR REIME an das Phoniatriisch-Audiologische Zentrum der Wojewodschaftskinderklinik Olsztyn gebeten.

Nach dem zweiten Untersuchungstermin U2 wurden die Eltern nochmals zusammen mit ihren Kindern sechs Wochen später zu einer dritten Überprüfung U3 an die Kinderklinik gebeten. Innerhalb dieser sechs Wochen fand keinerlei Veränderung der apparativen Versorgung der Kinder statt.

Eltern mit einem sog. Verdachts-Kind wurden nach einmaligen Unauffälligkeiten der Hörfähigkeit zu keinem weiteren Untersuchungstermin gebeten. Die Eltern mit sog. HNO-Infekt Kindern wurden grundsätzlich zu einem zweiten (U2), ggf. sogar zu einem dritten Untersuchungstermin U3 geladen, im Falle, dass die Mittelohrentzündung noch nicht abgeklungen war. Eine differenzierte Übersicht der Kinder beider Altersgruppen zu den jeweiligen Untersuchungsterminen (U1-U3) zeigt nachfolgend Tabelle 11.

Es erschienen durchweg alle Eltern, deren Kinder apparativ mit Hörgeräten, bzw. einem Cochlear Implant versorgt sind, nach der Optimierung zum Folgetermin U2, bzw. U3.

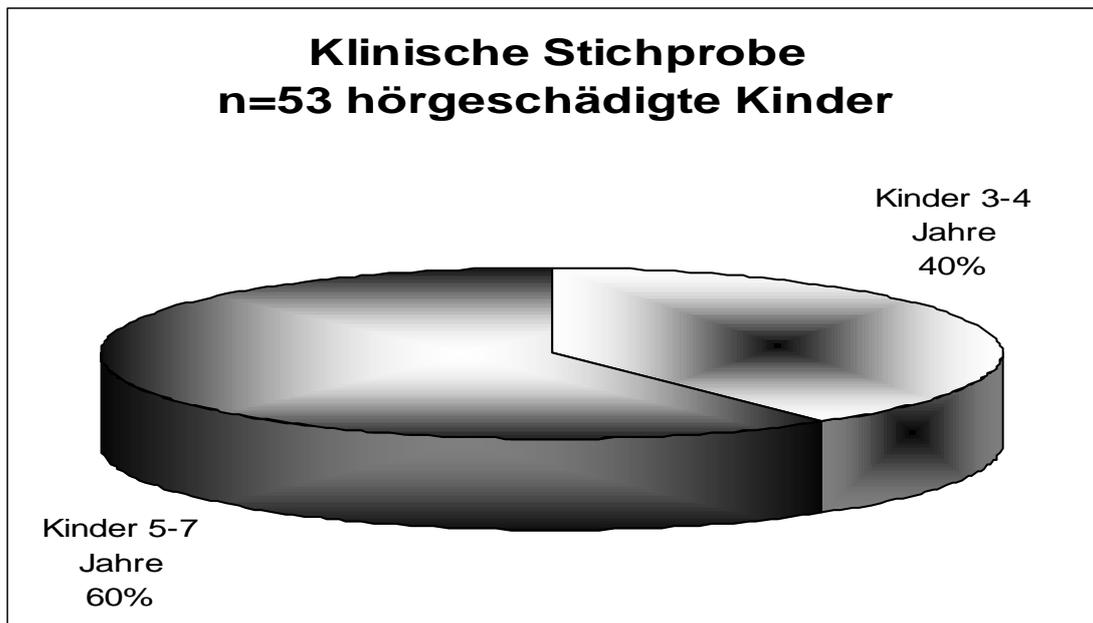


Abb. 61: Klinische Stichprobe hörgeschädigter Kinder im Alter von 3-4 Jahren, bzw. von 5-7 Jahren

Die Klinische Stichprobe aus n=53 Kindern war stark heterogen zusammengesetzt. Sie bestand aus hörgeschädigten Kindern im Alter von 3-7 Jahren. Dabei bestand die Altersgruppe der 3-4 Jährigen aus n=21 Kindern. Davon waren n=9 Kinder mittels Hörgeräten binaural und n=1 Kind ist mittels eines Med El Combi 40+ monaural apparativ versorgt. Außerdem wurde bei n=3 Kindern dieser Altersgruppe zum Zeitpunkt der Untersuchung ein HNO-Infekt diagnostiziert und n=8 Kinder gehörten der Gruppe der Verdachtskinder an.

Die Altersgruppe der 5-7 Jährigen bestand aus n=32 hörgeschädigten Kindern. Davon waren n=10 Kinder binaural mit Hörgeräten, n=1 Kind monaural mit einem Med El Combi 40+ apparativ versorgt. Aufgrund einer audiologischen Untersuchung zeigten n=5 Kinder einen HNO-Infekt, n=16 Kinder bildeten die Gruppe der Verdachtskinder.

Kinder, die aufgrund eines Verdachts einer Hörschädigung zur ärztlichen Untersuchung an das Phoniatriisch-Audiologische Zentrum der Wojewodschaftskinderklinik Olsztyn kamen, wurden ebenso in die Stichprobe hörgeschädigter Kinder einbezogen wie Kinder, die bereits apparativ mit Hörgeräten, bzw. einem Cochlear Implant versorgt waren. Der Verdacht einer Hörschädigung

konnte nach einer audiologischen Folgeuntersuchung, sowie einer Überprüfung mittels der OLSZTYNER HÖR REIME nicht bestätigt werden. Bei Kindern mit einem HNO-Infekt aus beiden Altersgruppen wurde nach ärztlicher Untersuchung eine Tubenbelüftungsstörung aufgrund einer Erkältung, bzw. eine abklingende Otitis media und bei einem der Kinder eine chronische Otitis media diagnostiziert. Diese Kinder wurden in die Klinische Stichprobe aufgenommen, um zu überprüfen, ob auch bei ihnen eine Reduzierung der Hörfähigkeit mittels der OLSZTYNER HÖR REIME festgestellt werden konnte.

Die nachfolgende Abbildung 62 zeigt die prozentuale Verteilung der Kinder innerhalb der Klinischen Stichprobe. Dabei wird der Anteil der hörgeschädigten Kinder (hg), der Kinder mit Verdacht auf eine Hörschädigung (Verdacht) und der Kinder mit HNO-Infekt (HNO-Infekt) sichtbar.

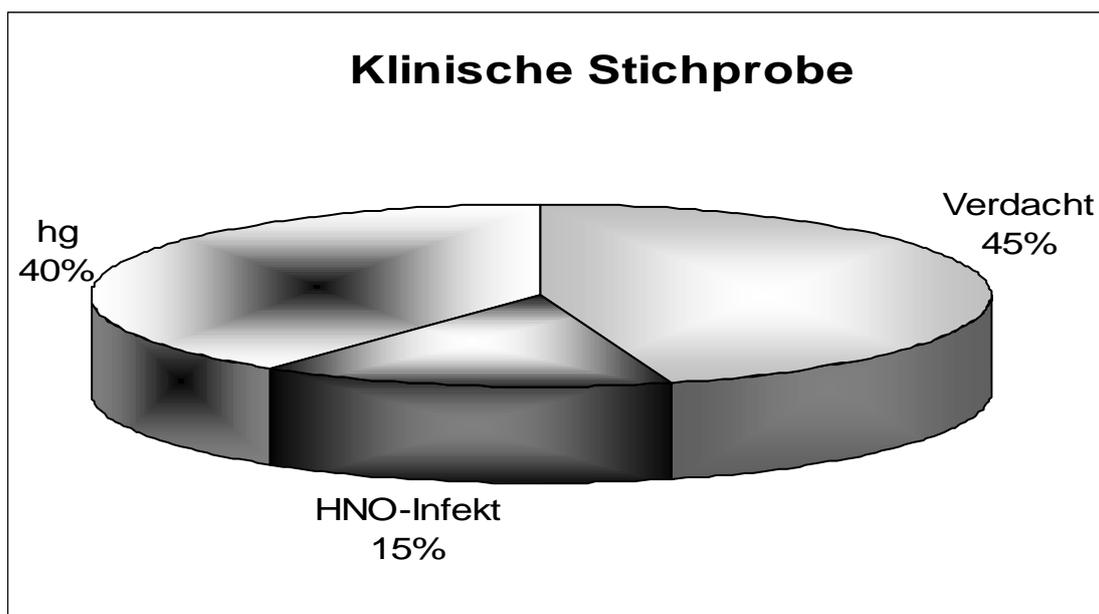


Abb. 62: Die Klinischen Stichprobe der OLSZTYNER HÖR REIME

Aufgrund der großen Heterogenität der Hörfähigkeit innerhalb der Klinische Stichprobe wurden zunächst Hypothesen für die Auswahl der entsprechenden Wortliste aus den OLSZTYNER HÖR REIMEN aufgestellt, die für den ersten Untersuchungstermin U1 ausgewählt werden konnten. Diese Hypothesen, die sich mit Abschluss der Stichprobe (n=53) zu sog. Qualitativen Auswahlkriterien manifestierten, wurden aufgrund des Tonaudiogramms, Beobachtungen von

Bezugspersonen oder auch des behandelnden Arztes, bzw. Hinweisen aus der Akte des Kindes gewonnen. Nur durch gezielten Einsatz der entsprechenden Wortliste können mittels der OLSZTYNER HÖR REIME präzise Aussagen zur Optimierung der apparativen Versorgung gemacht werden (vgl. Kap. 9, Kriterium A bis G).

Tab. 11: Einteilung der Klinischen Stichprobe für die Untersuchungstermine U1 bis U3

Alter	Ursache	n	n bei U1	n bei U2	n bei U3
3-4 Jahre	hg	10	10	10	10
	HNO-Infekt	3	3	2	0
	Verdacht	8	8	0	0
Zwischensumme		21	21	12	10
5-7 Jahre	hg	11	11	11	8
	HNO-Infekt	5	5	5	3
	Verdacht	16	16	0	0
Zwischensumme		32	32	16	11
Gesamtsumme		53	53	28	21

Die beiden nachfolgenden Abbildungen 63 und 64 veranschaulichen die prozentuale Verteilung innerhalb der Klinischen Stichprobe beider Altersgruppen zum Untersuchungstermin U1. Dabei wird der Anteil der hörgeschädigten Kinder, der Verdachtskinder, sowie der Kinder mit HNO-Infekt sichtbar.

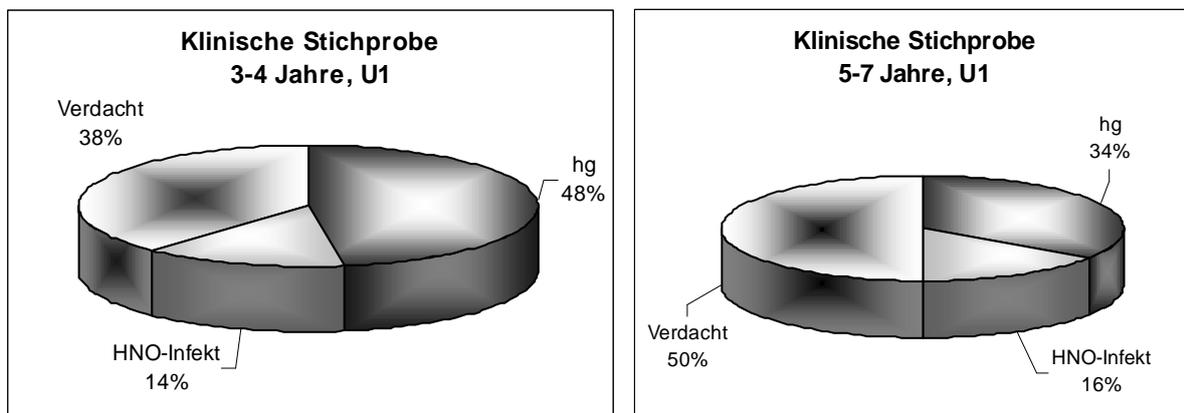


Abb. 63 und 64: Prozentuale Verteilung der Klinischen Stichprobe zum Untersuchungstermin U1

- **Die Optimierung der apparativen Versorgung**

Bei der Durchführung der OLSZTYNER HÖR REIME mit hörgeschädigten Kindern im Alter von 3-7 Jahren wurde eine Optimierung der apparativen Versorgung mittels Hörgeräten, bzw. Cochlear Implant vorgenommen. Aufgrund einer differenzierten Ergebnisanalyse der Frequenzparameter getrennt für jedes Kind nach der Durchführung des OHR-Verfahrens, konnten unterschiedliche Frequenzbereiche beschrieben werden, in denen das Kind seine Hörfähigkeit mit der aktuellen Einstellung seiner apparativen Versorgung nicht optimal nutzen konnte. Daher wurde bei diesen Kindern beispielsweise eine Anhebung, bzw. Absenkung der Verstärkung in verschiedenen Frequenzbereichen der aktuellen Einstellungen der Hörgeräte durch den Pädakustiker, bzw. Audiologen vorgenommen¹⁶. Bei der Untersuchung U2 nach sieben Tagen wurden Wortlisten ausgewählt, die sich von der ersten Untersuchung unterschieden, die aber den vergleichbaren Frequenzbereich überprüften. Weitere sechs Wochen später erfolgte eine weitere Untersuchung (U3) mittels der OLSZTYNER HÖR REIME, wieder mit unterschiedlichen Wortlisten. Beide Wiederholungsuntersuchungen sollten im optimalen Falle eine Verbesserung der Hörfähigkeit, bzw. der Verständlichkeit der Ziel-Items mit Phonemunterscheidung im Anlaut hervorrufen.

Für die Auswahl der nachfolgenden Untersuchungstermine U2 und U3 war der Fokus gezielt auf die Frequenzbereiche zu richten, innerhalb derer im ersten Untersuchungstermin U1 vermehrt Verwechslungshäufigkeiten mit dem Reimwort aufgetreten waren (vgl. Kap. 9, Kriterium F bis I). Da beim zweiten Untersuchungstermin U2 die Veränderungen der Einstellungen der apparativen Versorgung bereits durchgeführt wurden, konnte nun erneut durch die richtige Auswahl der Wortliste verstärkt auf den Frequenzbereich geachtet werden, der beim ersten Untersuchungstermin U1 eine reduzierte Hörfähigkeit aufzeigte und damit zu Verwechslungen mit dem Reimwort geführt hatte.

Bei erneuten Auffälligkeiten innerhalb eines definierten Frequenzbereichs beim zweiten Untersuchungstermin U2, wurde die Wortliste für den dritten Untersuchungstermin U3, um den 6 Wochen später gebeten wurde, ebenso gezielt ausgewählt. Damit konnten wieder Verbesserungen der Hörfähigkeit mittels der OLSZTYNER HÖR REIME unmittelbar festgestellt werden (vgl. Kap. 9, Kriterium J bis K).

¹⁶ In der Regel verfügt die apparative Versorgung über einen sog. Reservebereich innerhalb des max. Ausgangsschalldruckpegels, d.h. es können ca. 5-10dB hinzugegeben, bzw. weggenommen werden (weitere Optionen sind möglich).

Die nachfolgenden Abbildungen 65 bis 68 zeigen die prozentuale Verteilung der Kinder innerhalb der Klinischen Stichprobe beider Altersgruppen zu den Untersuchungsterminen U2 und U3. Dabei wird der Anteil der hörgeschädigten Kinder, der Verdachtskinder und der Kinder mit HNO-Infekt zu den unterschiedlichen Untersuchungsterminen sichtbar.

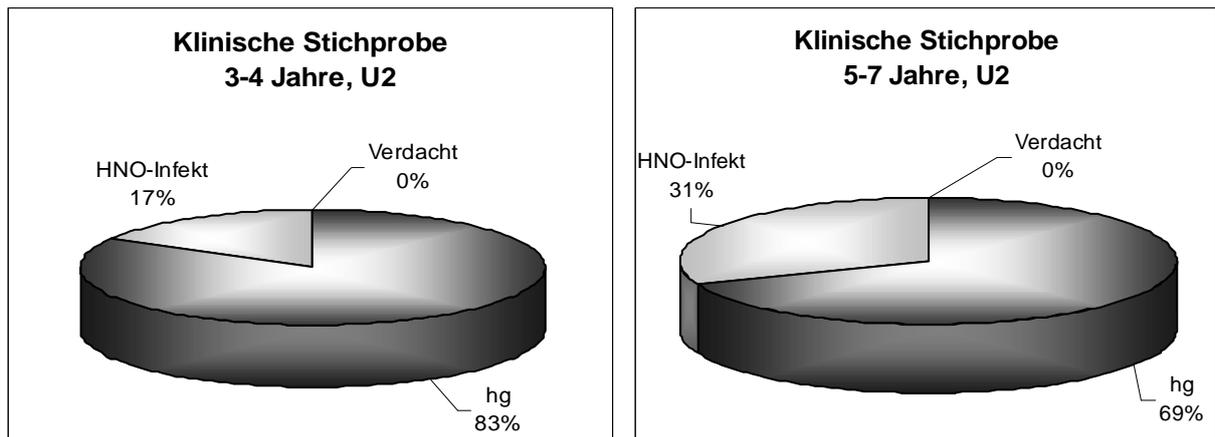


Abb. 65 und 66: Prozentuale Verteilung der Klinischen Stichprobe zum Untersuchungstermin U2

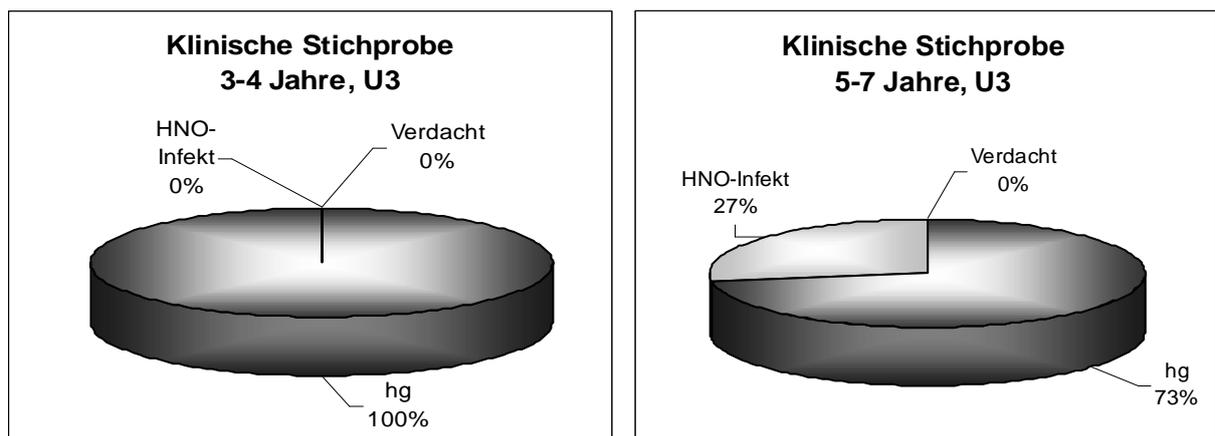


Abb. 67 und 68: Prozentuale Verteilung der Klinischen Stichprobe zum Untersuchungstermin U3

8. ERGEBNISSE DER OLSZTYNER HÖR REIME

Für die Standardisierung der OLSZTYNER HÖR REIME und damit für die Normierung sämtlicher Wortlisten wurden n=221 hörende Kinder im Alter von 3-7 Jahren herangezogen. Diese entsprachen damit der sog. Normstichprobe der OLSZTYNER HÖR REIME, die sich aus n=96 hörenden Kindern im Alter von 3-4 Jahren und n=125 hörenden Kindern der Altersgruppe 5-7 Jahre zusammensetzte. Für die Standardisierung des OHR-Verfahrens wurden außerdem jeweils 10 Substichproben innerhalb jeder Altersgruppe gebildet.

8.1. Listen-Normwerte und Gesamtverständlichkeit der Wortlisten

Die Substichproben zur Ermittlung von jeweils 10 Listen-Normwerten innerhalb beider Altersgruppen setzten sich aus einer unterschiedlichen Anzahl hörender Kinder zusammen. Aufgrund einer Optimierung von jeweils drei Wortlisten innerhalb jeder Altersgruppe (vgl. Tab.53 und 54 im Anhang XIII und Anhang XIV) bildeten sich daher zwei Stichprobengrößen für die Kinder im Alter von 3-4 Jahren (n=63 und n=33 Kinder), und ebenfalls zwei Stichprobengrößen der Kinder im Alter von 5-7 Jahren (n=97 und n=28 Kinder). Damit wurden für die Standardisierung der OLSZTYNER HÖR REIME Substichproben herangezogen, die optimiert wurden (Optimierungsstichprobe n=33 für Kinder im Alter von 3-4 Jahren; n=28 für Kinder im Alter von 5-7 Jahren), bzw. die Substichproben, die nicht von der Optimierung betroffen waren (n=63 Kinder im Alter von 3-4 Jahren; n=97 Kinder im Alter von 5-7 Jahren). Nachfolgende Tabelle 12 zeigt die Normierungsstichprobe (grau unterlegt), die sich aus Substichproben vor und nach der Optimierung zusammensetzt.

Tab. 12: Substichproben mit sämtlichen Listen-Normwerten der OLSZTYNER HÖR REIME

<u>Liste</u>	<u>Stichprobe vor Optimierung</u>				<u>Stichprobe nach Optimierung</u>			
	<u>MW SVI %</u>	<u>SD %</u>	<u>n</u>	<u>Altersgruppe</u>	<u>MW SVI %</u>	<u>SD %</u>	<u>n</u>	<u>Altersgruppe</u>
L1	97,02	8,32	63	3-4, hör				
L2	98,81	4,57	63	3-4, hör	99,21	3,10	33	3-4, hör
L3	98,81	4,57	63	3-4, hör				
L4	99,70	2,34	63	3-4, hör	100,00	0,00	33	3-4, hör
L5	98,21	5,50	63	3-4, hör				
L6	99,11	3,99	63	3-4, hör				
L7	99,70	2,34	63	3-4, hör				
L8	98,21	6,44	63	3-4, hör				
L9	99,40	3,29	63	3-4, hör	99,21	3,10	33	3-4, hör
L10	99,70	2,34	63	3-4, hör				

<u>Liste</u>	<u>MW SVI %</u>	<u>SD %</u>	<u>n</u>	<u>Altersgruppe</u>	<u>MW SVI %</u>	<u>SD %</u>	<u>n</u>	<u>Altersgruppe</u>
L1	98,76	4,65	97	5-7, hör	99,25	2,70	28	5-7, hör
L2	97,99	6,33	97	5-7, hör				
L3	99,85	1,52	97	5-7, hör	99,63	1,95	28	5-7, hör
L4	99,54	3,37	97	5-7, hör				
L5	98,92	3,88	97	5-7, hör				
L6	99,85	1,52	97	5-7, hör	99,63	1,95	28	5-7, hör
L7	100,00	0,00	97	5-7, hör				
L8	99,54	2,60	97	5-7, hör				
L9	99,23	3,32	97	5-7, hör				
L10	98,76	4,13	97	5-7, hör				

Damit entstanden sog. Listen-Normwerte, d.h. ein durchschnittlicher Verständlichkeitswert, bzw. eine durchschnittliche Standardabweichung für jede der 20 Wortlisten der OLSZTYNER HÖR REIME.

Die Listen-Normwerte der OLSZTYNER HÖR REIME für hörende Kinder im Alter von 3-7 Jahren zeigen in der graphischen Darstellung einen sog. Ceiling-Effekt (vgl. Abb.69 und 70). Dieser erwünschte Deckeneffekt, der sich im Bereich einer 100% (SVI) Verständlichkeit bewegt, schloss im Zuge der Standardisierung weitere

inferenzstatistische Verfahren, wie beispielsweise die Berechnung eines Signifikanzniveaus, zur Verständlichkeit der Wortlisten, aus.

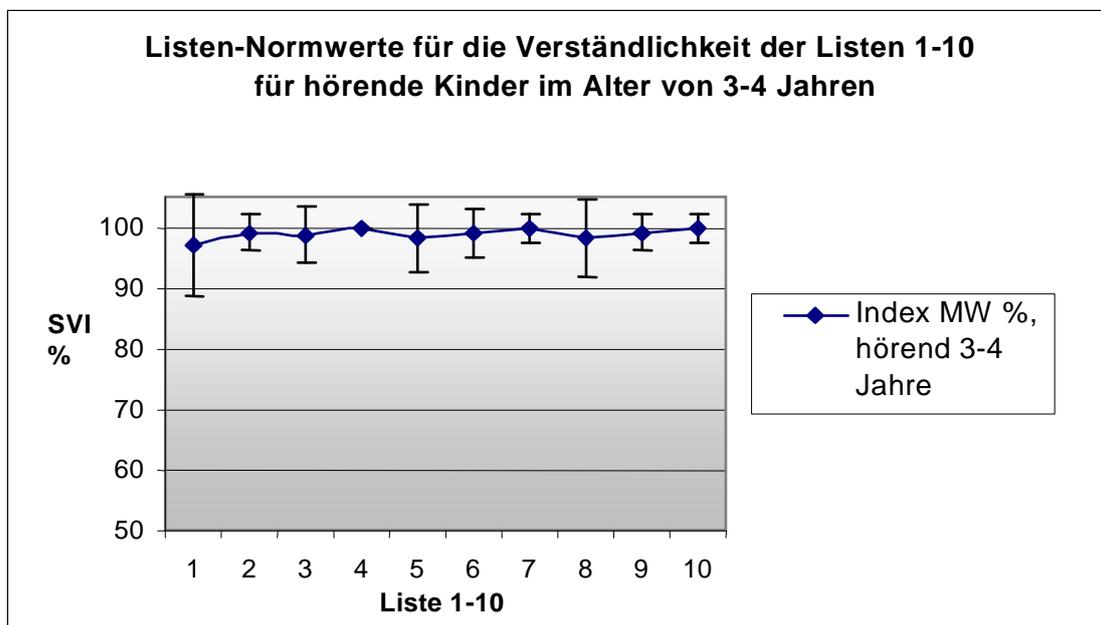


Abb. 69: Listen-Normwerte für hörende Kinder im Alter von 3-4 Jahren

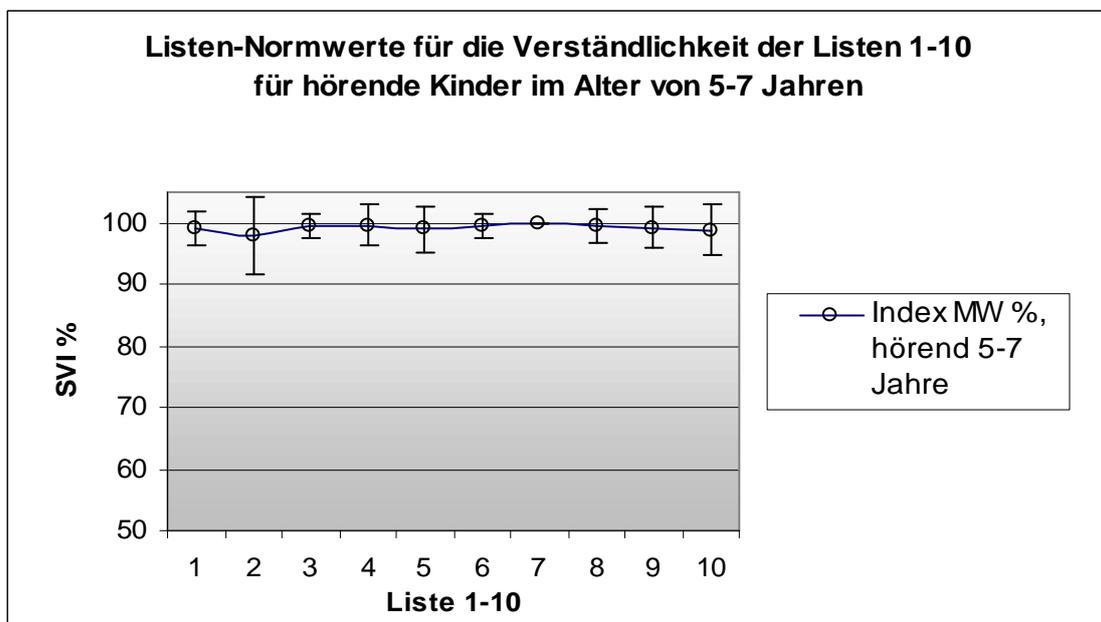


Abb. 70: Listen-Normwerte für hörende Kinder im Alter von 5-7 Jahren

Die minimalen Standardabweichungen der Wortlisten innerhalb beider Altersgruppen bestärken dies in hohem Maße. Durch diese sehr guten Listen-Normwerte konnte eine Gesamtverständlichkeit aller 10 Wortlisten für Kinder im Alter von 3-4 Jahren von 98,92% (SD 3,97) und für Kinder im Alter von 5-7 Jahren von 99,25% (SD 3,02) gesichert werden (vgl. Abb.71).

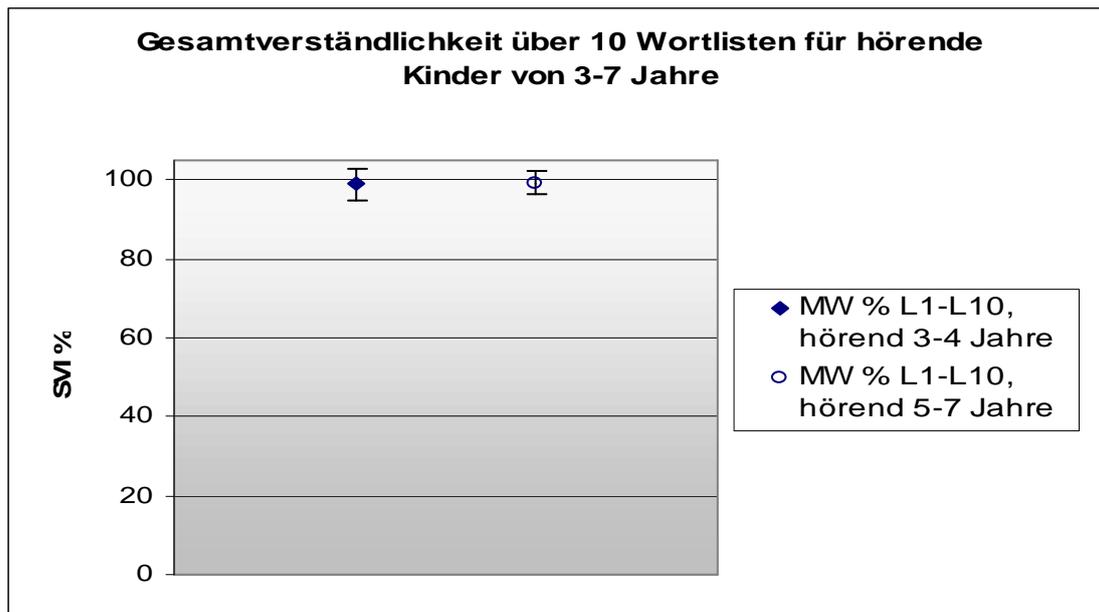


Abb. 71: Gesamtverständlichkeit über sämtliche Wortlisten für hörende Kinder im Alter von 3-7 Jahren

- **Frequenzspezifische Ergebnisse der Normstichprobe mit Kindern im Alter von 3-4 Jahren**

Für die Untersuchung mit hörenden Kindern im Alter von 3-4 Jahren standen zunächst n=63 Kinder (Substichprobe vor Optimierung der Wortlisten) des städtischen Kindergartens in Etik/Polen zur Verfügung. Zur frequenzspezifischen Analyse wurden sämtliche Verwechslungen der Kinder dieser Altersgruppe (Antwort 1) auf ein Frequenzspektrum aufgetragen. Damit werden in Abbildung 72 die Frequenzschwerpunkte aller Zielphoneme (im Anlaut) sichtbar, die durch Verwechslung mit dem Reimwort betroffen sind. Deutlich sichtbar ist der Bereich <1.500 Hz, der stärker repräsentiert wird als der Bereich darüber. Im Gesamt sind bis annähernd 10.000Hz Verwechslungen zu verzeichnen (vgl. Anhang XI).

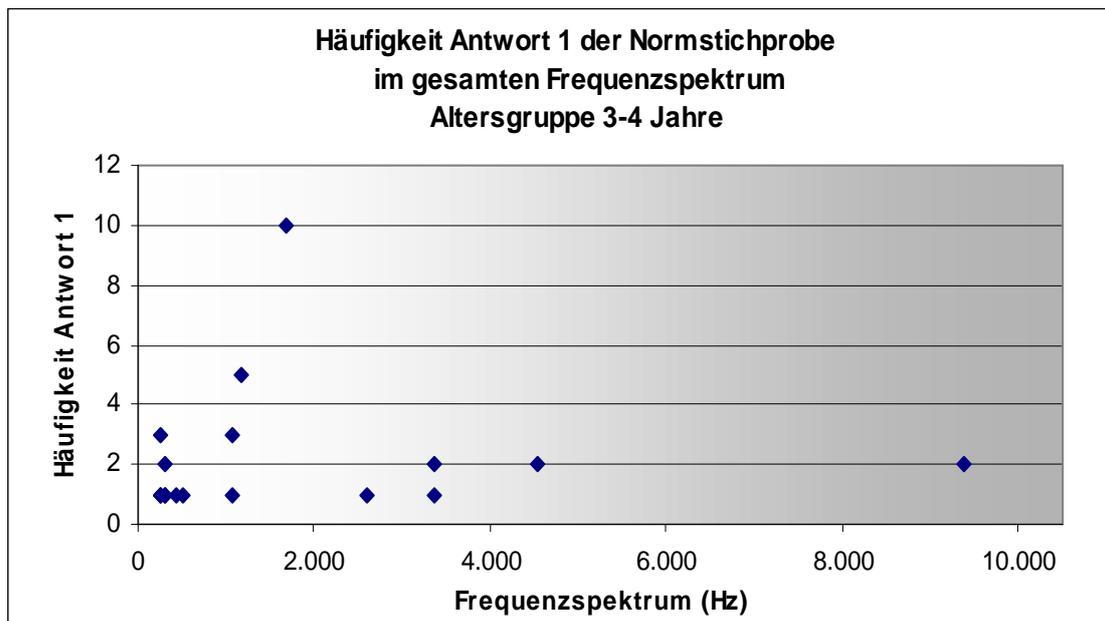


Abb. 72: Frequenzspektrum für Antwort 1 der 3-4jährigen hörenden Kinder für insgesamt 5.040 Ziel-Items

Mit einer Häufigkeit von 10 Verwechslungen war das Ziel-Item 'czubek' (Spitze, Bergspitze) betroffen. Eine Häufigkeit von 10 deutete dabei darauf hin, dass das Ziel-Item 'czubek' zehn Mal insgesamt innerhalb 10 Wortlisten à 8 Ziel-Items mit dem dazugehörigen Reimwort 'dzióbek' (Schnäbelchen) verwechselt wurde. Eine Stichprobengröße von $n=63$ Kinder im Alter von 3-4 Jahren wurden mittels aller 10 Listen untersucht, das entsprach 80 Ziel-Items pro Kind und damit 5.040 gehörten Ziel-Items der OLSZTYNER HÖR REIME. Damit konnte die Häufigkeit der Verwechslung dieses Ziel-Items als sehr gering eingeschätzt werden. Dennoch wurde ein Austausch dieses Wortpaares gegen ein anderes mit vergleichbarem Frequenzschwerpunkt im Zielphonem (Anlaut) des Ziel-Items für eine Optimierung der Wortlisten durchgeführt. Eine erhöhte Verständlichkeit der Wortlisten war dadurch anzunehmen und wurde mittels der Optimierungsstichprobe überprüft.

Für die Altersgruppe 3-4 Jahre waren keinerlei Fehlleistungen im Sinne der Antwort 3 zu verzeichnen, d.h. eine durchgängige Zuordnung zu einer bildlichen Darstellung nach auditivem Stimulus durch das Kind ist gewährleistet.

- **Frequenzspezifische Ergebnisse der Normstichprobe mit Kindern im Alter von 5-7 Jahren**

Die OLSZTYNER HÖR REIME wurden ebenso mit hörenden Kindern im Alter von 5-7 Jahren durchgeführt. Bei der Häufigkeit der Verwechslungen mit dem Reimwort (Antwort 1) für n=97 Kinder zeigte sich noch vor der Optimierung auch in dieser Stichprobe eine ähnliche Verteilung verglichen mit den frequenzspezifischen Ergebnissen der hörenden Kinder im Alter von 3-4 Jahren (vgl. Anhang XII).

Nachfolgende Abbildung 73 zeigt die Häufigkeit von Antwort 1 auf ein Frequenzspektrum bis 10.000Hz aufgetragen.

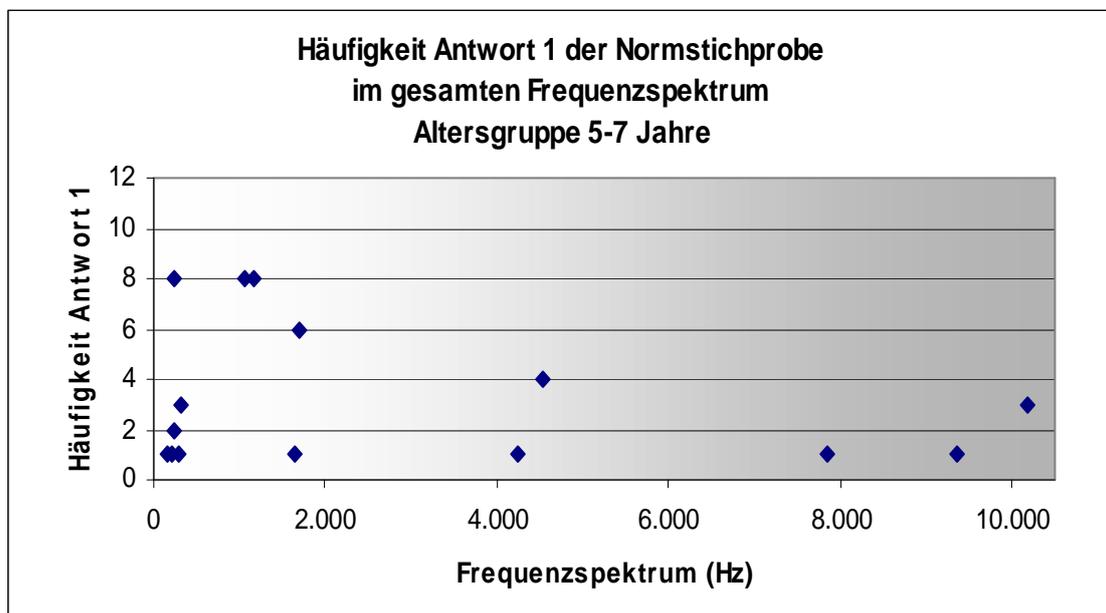


Abb. 73: Frequenzspektrum für Antwort 1 der 5-7jährigen hörenden Kinder für insgesamt 9.700 Ziel-Items

Deutlich wird dabei, dass vergleichbar mit den hörenden Kindern im Alter von 3-4 Jahren, Verwechslungen innerhalb eines Frequenzspektrums <1.500Hz häufiger zu verzeichnen sind, als im sich anschließenden Frequenzbereich. Verwechslungen mit dem Reimwort (Antwort 1) im Bereich >1.500Hz bis über 10.000Hz werden sichtbar, bleiben aber in ihrer Auftretenshäufigkeit eher gering.

Die Verwechslung mit der Stimulusdiskrepanz (Antwort 2) ist für die Kinder dieser Altersgruppe mit einer Häufigkeit von 1 zu verzeichnen, d.h. ein einziges Kind der n=97 hörenden Kinder verwechselte innerhalb einer Wortliste das Ziel-Item 'ciasto' (Teig) mit dem Distraktor 'paczka' (Päckchen). Dasselbe Kind hörte im Gesamt zehn

Wortlisten an unterschiedlichen Untersuchungstagen, d.h. dieses Kind ordnete 99 Ziel-Items von 100 den richtigen bildlichen Darstellungen zu. Aufgrund der im Gesamt 9.700 gehörten Ziel-Items kann dieses Ergebnis von Verwechslungen mit der Stimulusdiskrepanz (Antwort 2) für die weitere Ergebnisanalyse unberücksichtigt bleiben.

Für die Altersgruppe 5-7 Jahre waren keinerlei Fehlleistungen im Sinne der Antwort 3 zu verzeichnen, d.h. eine durchgängige Zuordnung zu einer bildlichen Darstellung nach auditivem Stimulus durch das Kind ist gewährleistet.

8.2. Die Verständlichkeit aller Wortlisten der Klinischen Stichprobe

Die Verständlichkeit der Klinischen Stichprobe wurde zunächst identisch der Normstichprobe im Format des Sprachverständlichkeitsindex (SVI) für den ersten Untersuchungstermin U1 ausgedrückt (vgl. Kap 8.1.). Damit besteht ein direkter Vergleich zur Verständlichkeit (% SVI) für alle 20 Wortlisten der OLSZTYNER HÖR REIME. Diese Ergebnisse drücken damit die Verständlichkeit der Wortlisten vor einer Veränderung der apparativen Versorgung aus, d.h. Kinder, die apparativ mittels Hörgeräten oder einem Cochlear Implant versorgt waren, wurden mit Hilfe der OLSZTYNER HÖR REIME beim ersten Untersuchungstermin U1 mit ihrer aktuellen Einstellung der apparativen Versorgung untersucht (vgl. Tab.13). Diese Extremisierung der Ergebnisse der Klinischen Stichprobe im Vergleich zur Normstichprobe machte die Notwendigkeit einer Optimierung der apparativen Versorgung in hohem Maße deutlich.

Tab. 13: Verständlichkeit der Wortlisten für den ersten Untersuchungstermin U1 beider Altersgruppen

U1, Alter 3-4 Jahre

<u>Liste</u>	<u>MW SVI %</u>	<u>SD %</u>	<u>n</u>	<u>Altersgruppe</u>
L1	65,63	35,77	12	3-4, hg
L2	88,28	20,83	8	3-4, hg
L3	90,63	18,75	8	3-4, hg
L4	100,00	0,00	1	3-4, hg
L5			0	3-4, hg
L6			0	3-4, hg
L7			0	3-4, hg
L8	46,88	47,70	6	3-4, hg
L9	53,13	38,65	6	3-4, hg
L10	56,25	45,50	5	3-4, hg

U1, Alter 5-7 Jahre

<u>Liste</u>	<u>MW SVI %</u>	<u>SD %</u>	<u>n</u>	<u>Altersgruppe</u>
L1	77,50	25,43	16	5-7, hg
L2	78,44	28,05	16	5-7, hg
L3	82,86	24,62	14	5-7, hg
L4	100,00	0,00	2	5-7, hg
L5			0	5-7, hg
L6	100,00	0,00	1	5-7, hg
L7	47,50	7,50	2	5-7, hg
L8	76,25	38,47	12	5-7, hg
L9	76,92	45,04	13	5-7, hg
L10	97,00	6,00	10	5-7, hg

Die sog. Verdachtskinder, bzw. die Kinder mit HNO-Infekt werden dabei ebenfalls in die Darstellung der Ergebnisse miteinbezogen. Auch bei ihnen, insbesondere bei den HNO-Infekt Kindern, war von einer leicht reduzierten Hörfähigkeit auszugehen.

Die Abbildungen 74 und 75, sowie die Tabelle 13 machen deutlich, dass die Wortlisten 5 bis 7 der Altersgruppe 3-4 Jahre, bzw. Wortliste 5 für die Altersgruppe 5-7 Jahre für den ersten Untersuchungstermin U1 nicht angewendet wurden. Die Auswahl der Listen innerhalb der Klinischen Stichprobe wurde aufgrund eines Qualitativen Auswahlkriteriums getroffen (vgl. Kap. 9).

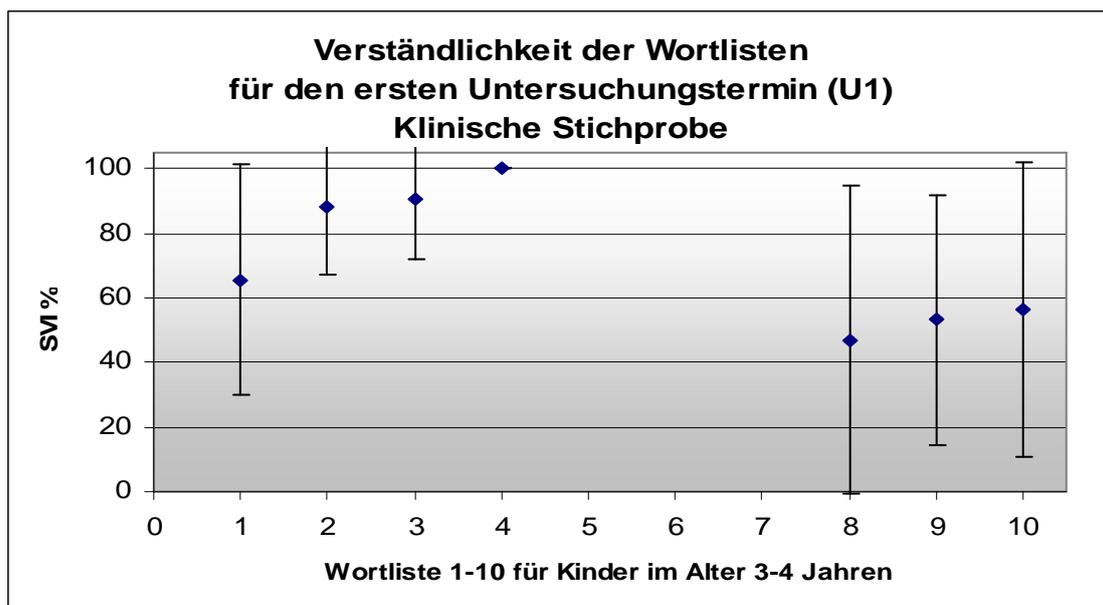


Abb. 74: Verständlichkeit der Wortlisten nach dem ersten Untersuchungstermin der Klinischen Stichprobe. Altersgruppe: 3-4 Jahre

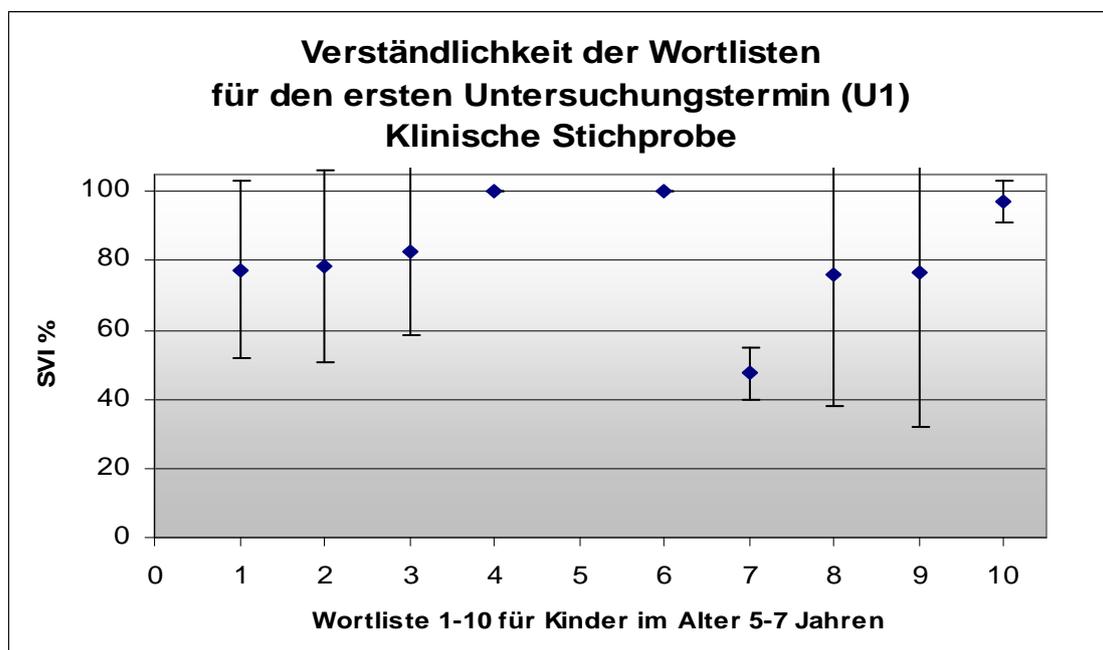


Abb. 75: Verständlichkeit der Wortlisten nach dem ersten Untersuchungstermin der Klinischen Stichprobe. Altersgruppe: 5-7 Jahre

Die Standardabweichungen machen die große Streuung und damit die starke Heterogenität der Klinischen Stichprobe deutlich. Die Verständlichkeitswerte (% SVI) sind im Vergleich zur Normstichprobe deutlich reduziert. Lediglich Wortliste 4 für Kinder im Alter von 3-4 Jahren, bzw. Wortliste 4 und 6 für Kinder im Alter von 5-7 Jahren erreichen eine 100% Verständlichkeit.

- **Die Gesamtverständlichkeit der Klinischen Stichprobe**

Um einen weiteren differenzierten Vergleich der Verständlichkeit der Wortlisten der OLSZTYNER HÖR REIME zwischen der Normstichprobe (n=221) und der Klinischen Stichprobe (n=53) zu erhalten, wurden die Ergebnisse der hörgeschädigten Kinder im Format des Sprachverständlichkeitsindex (SVI %) über alle drei Untersuchungstermine berechnet. Da die hörgeschädigten Kinder beider Altersgruppen an jedem der drei Untersuchungstermine unterschiedliche Wortlisten gemäß dem Qualitativen Auswahlkriterium (vgl. Kap. 9) hörten, wird der Verständlichkeitsindex jeder Wortliste durch eine unterschiedliche Substichprobengröße ausgedrückt (vgl. Tab.14).

Tab. 14: Verständlichkeit (SVI) der Wortlisten innerhalb der Klinischen Stichprobe über den Zeitraum von drei Untersuchungsterminen (U1-U3)

Stichprobe aus n=21

<u>Liste</u>	<u>MW SVI %</u>	<u>SD %</u>	<u>n</u>	<u>Altersgruppe</u>
L1	68,75	32,60	15	3-4, hg
L2	79,81	23,79	13	3-4, hg
L3	88,07	18,36	11	3-4, hg
L4	81,25	18,75	2	3-4, hg
L5	62,50	0,00	1	3-4, hg
L6	0,00	0,00	0	3-4, hg
L7	53,13	9,38	2	3-4, hg
L8	56,25	44,19	12	3-4, hg
L9	54,69	42,93	12	3-4, hg
L10	46,63	42,79	13	3-4, hg

Stichprobe aus n=32

<u>Liste</u>	<u>MW SVI %</u>	<u>SD %</u>	<u>n</u>	<u>Altersgruppe</u>
L1	81,88	22,49	24	5-7, hg
L2	80,50	26,02	20	5-7, hg
L3	82,50	23,58	18	5-7, hg
L4	96,25	6,50	4	5-7, hg
L5	100,00	0,00	3	5-7, hg
L6	100,00	0,00	3	5-7, hg
L7	47,50	7,50	3	5-7, hg
L8	73,16	33,21	18	5-7, hg
L9	70,75	39,54	20	5-7, hg
L10	90,71	11,78	21	5-7, hg

Aus Tabelle 14 ist zu entnehmen, dass die Wortliste L6 für hörgeschädigte Kinder im Alter von 3-4 Jahren bisher nicht eingesetzt wurde und eine weitere Wortliste (L5) derselben Altersgruppe ausschließlich von einem hörgeschädigten Kind verwendet wurde. Die in hohem Maße unterschiedlichen Index-Werte für die Verständlichkeit jeder Wortliste beider Altersgruppen macht die hohe Varianz von Hörschädigung bei Kindern im Alter von 3-7 Jahren verteilt über die Untersuchungstermine U1 bis U3 deutlich sichtbar. Die Standardabweichungen zeigen dabei die durchschnittliche Streuung jeder Wortliste und machen die Bereiche der unterschiedlichen Verständlichkeit deutlich (vgl. Abb.76 und 77).

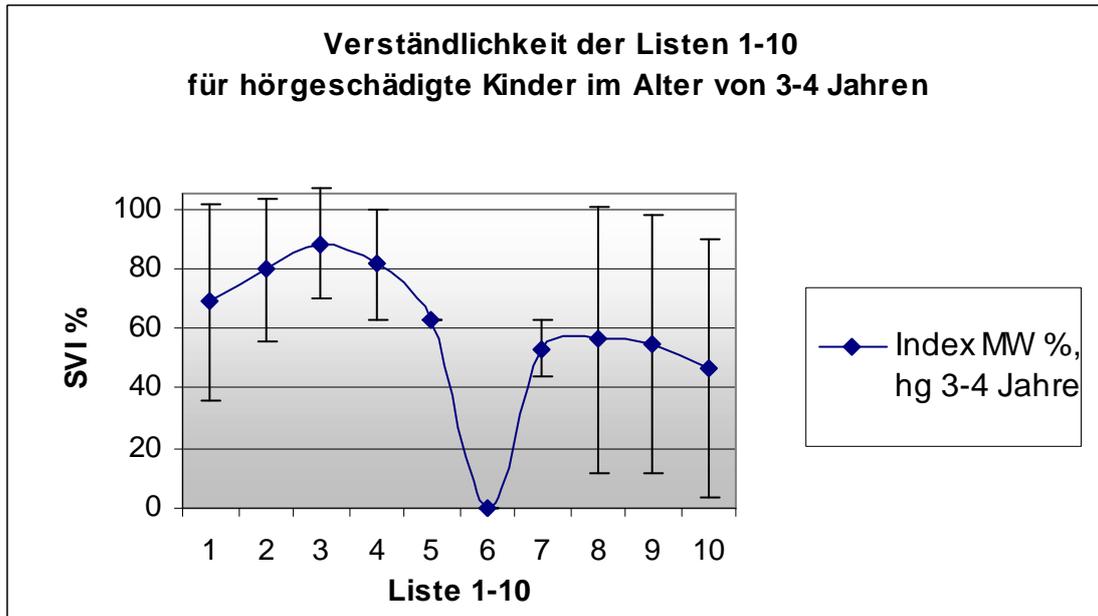


Abb. 76: Verständlichkeit der Wortlisten 1 bis 10 für hörgeschädigte Kinder im Alter von 3-4 Jahren über drei Untersuchungstermine (U1-U3)

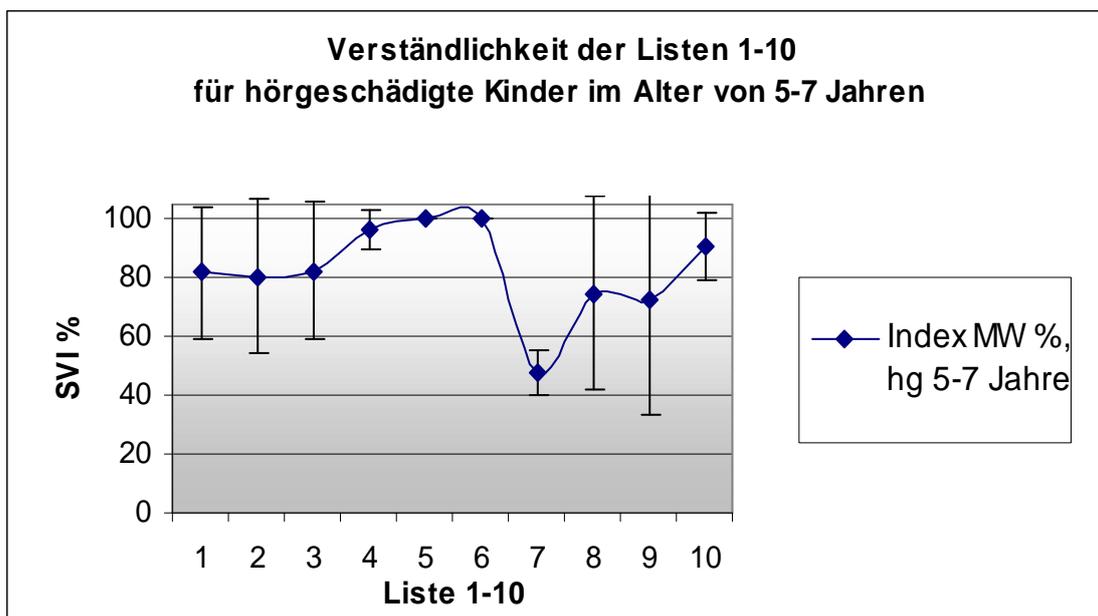


Abb. 77: Verständlichkeit der Wortlisten 1 bis 10 für hörgeschädigte Kinder im Alter von 5-7 Jahren über drei Untersuchungstermine (U1-U3)

Die Gesamtverständlichkeit aller 10 Wortlisten für hörgeschädigte Kinder im Alter von 3-7 Jahren (n=53) über alle drei Untersuchungstermine (U1-U3) zeigt in Abbildung 78 eine sehr große Heterogenität der Klinischen Stichprobe bezüglich der Wortlisten. In

die Gesamtverständlichkeit der hörgeschädigten Kinder ging damit bereits die Veränderung der apparativen Versorgung mit ein. Mit 59,11% (SD 23,28) für Kinder im Alter von 3-4 Jahren und mit 82,60% (SD 16,99) für Kinder im Alter von 5-7 Jahren wird der Unterschied für die Verständlichkeit der Wortlisten zur Normstichprobe sehr deutlich.

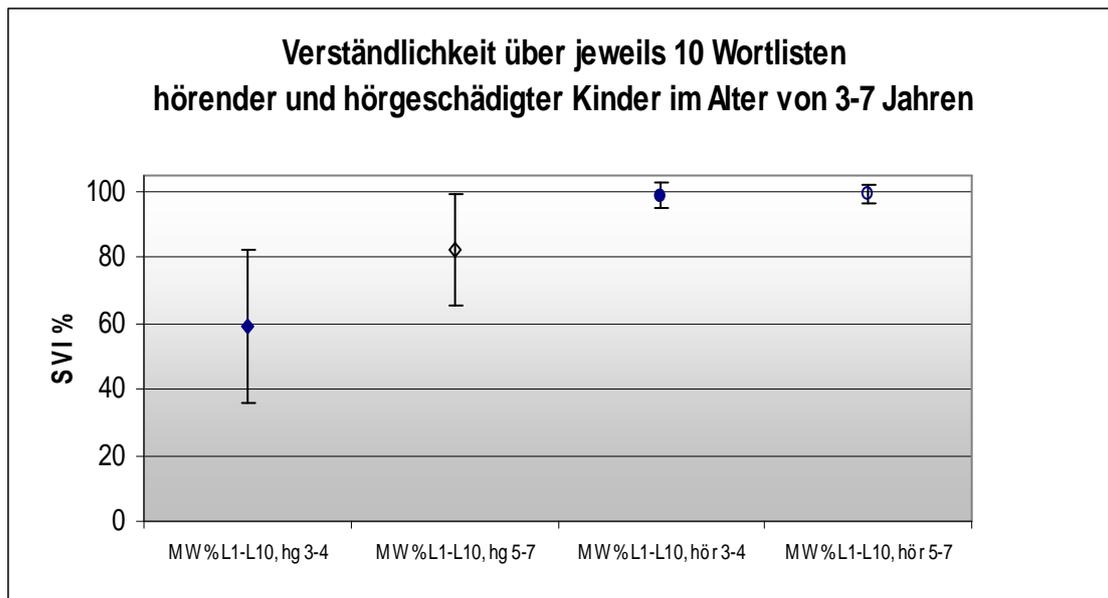


Abb. 78: Verständlichkeit über jeweils 10 Wortlisten der Klinischen Stichprobe im Vergleich zur Normstichprobe

Die Verständlichkeit der Klinischen Stichprobe wurde identisch der Normstichprobe unter dem Einfluss von Störschall mit einem konstanten Signal-Rauschverhältnis von $S/N = +6\text{dB SPL}$ ausgemessen und durch den Sprachverständlichkeitsindex (SVI %) ausgedrückt.

Die nachfolgende Abbildung 79 zeigt zusätzlich die Verständlichkeit über jeweils 10 Wortlisten der beiden Altersgruppen der Klinischen Stichprobe vor der Veränderung der apparativen Versorgung, d.h. zum Zeitpunkt des ersten Untersuchungstermins U1. Sie beträgt für 3-4-jährige hörgeschädigte Kinder 71,54% (SD 29,60) und für hörgeschädigte Kinder im Alter von 5-7 Jahren 81,83% (SD 19,46). Außerdem werden die Ergebnisse gemittelt über alle Untersuchungstermine U1 bis U3, sowie die Verständlichkeitswerte der Normstichprobe vergleichend sichtbar.

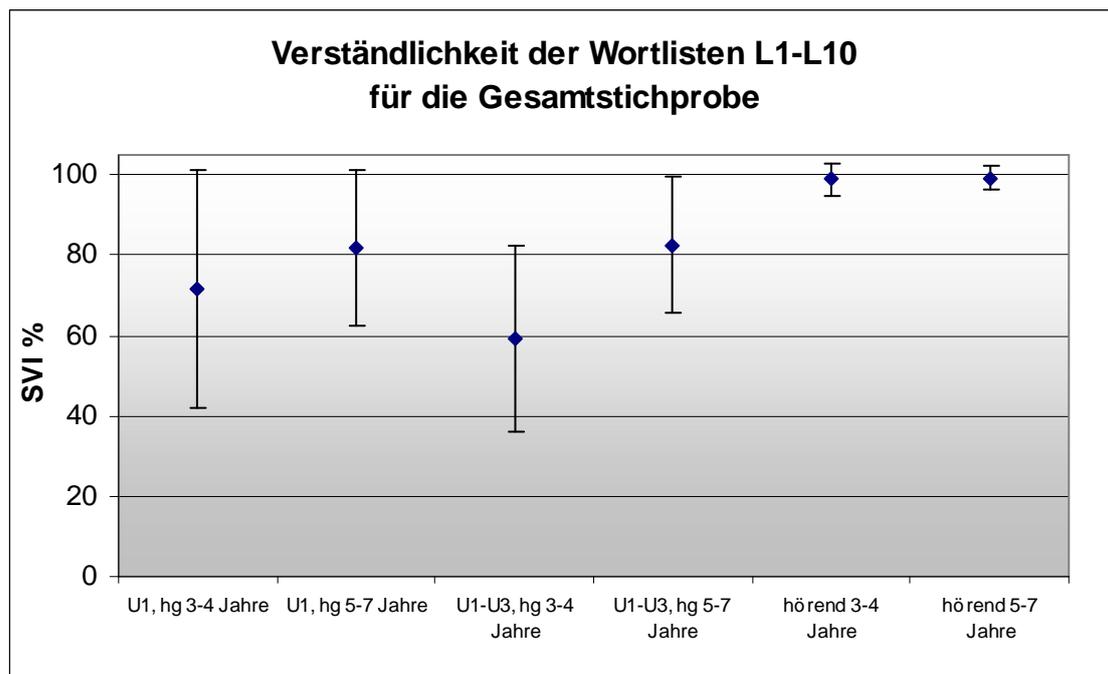


Abb. 79: Gesamtverständlichkeitswerte der Klinischen Stichprobe für unterschiedliche Untersuchungstermine im Vergleich zur Normstichprobe

- **Verwechslung mit dem Reimwort innerhalb definierter Frequenzbereiche**

Damit die Ergebnisse der Klinischen Stichprobe innerhalb unterschiedlicher Frequenzbereiche für die Optimierung der apparativen Versorgung analysiert werden konnten, mussten die rein numerisch erfassten Verwechslungen mit dem Reimwort beider Altersgruppen in ein neues Ergebnisformat transformiert werden. Dafür wurden sechs Frequenzbereiche (FB1 bis FB6) gebildet, in die sich alle Ziel-Items der OLSZTYNER HÖR REIME mit merkmalsunterscheidendem Zielphonem in initialer Stellung im Wort einteilen lassen.

Die Einteilung umfasst dabei folgende Frequenzbereiche:

- FB 1 bis 250 Hz
- FB 2 251 – 500 Hz
- FB 3 501 – 1000 Hz
- FB 4 1001 – 3000 Hz
- FB 5 3001 – 6500 Hz
- FB 6 6501 – 10000 Hz

Innerhalb dieser Frequenzbereiche wurde der Fokus nicht mehr auf die Verständlichkeit (% SVI), sondern auf die Häufigkeit der Verwechslungen mit dem Reimwort gerichtet. Der Schwerpunkt lag dabei ausschließlich auf Verwechslungen mit dem Reimwort (Antwort 1).

Innerhalb der Klinischen Stichprobe (n=53) waren keine Verwechslungen mit der Stimulusdiskrepanz (Antwort 2), bzw. keine fehlende Zuordnung nach auditivem Stimulus (Antwort 3) zu verzeichnen.

Nachfolgende Tabellen 15 bis 17 zeigen die Auftretenshäufigkeit der Zielphoneme innerhalb der entsprechenden Wortliste im jeweiligen Frequenzbereich. Die grau unterlegten Zellen zeigen die Bereiche, die innerhalb einer Wortliste verstärkt überprüft wurden.

Tab. 15: Auftretenshäufigkeit der Ziel-Items im Frequenzbereich FB1-FB6 der Wortlisten 1 bis 3 beider Altersgruppen

Freq.-Bereich	L1 3-4J.	L1 5-7J.	L2 3-4J.	L2 5-7J.	L3 3-4J.	L3 5-7J.
FB1	1	1	1	1	1	1
FB2	1	1	1	1	1	1
FB3	1	1	1	2	1	1
FB4	2	3	3	2	2	3
FB5	1	1	1	2	1	1
FB6	2	3	1	2	2	3

Tab. 16: Auftretenshäufigkeit der Ziel-Items im Frequenzbereich FB1-FB6 der Wortlisten 4 bis 7 beider Altersgruppen

Freq.-Bereich	L4 3-4J.	L4 5-7J.	L5 3-4J.	L5 5-7J.	L6 3-4J.	L6 5-7J.	L7 3-4J.	L7 5-7J.
FB1	4	4	4	4	0	1	0	1
FB2	0	1	0	1	4	4	4	4
FB3	1	1	1	1	2	1	1	1
FB4	1	1	1	2	1	1	2	1
FB5	1	2	1	1	1	2	0	2
FB6	1	1	1	1	0	1	1	1

Tab. 17: Auftretenshäufigkeit der Ziel-Items im Frequenzbereich FB1-FB6 der Wortlisten 8 bis 10 beider Altersgruppen

Freq.-Bereich	L8 3-4J.	L8 5-7J.	L9 3-4J.	L9 5-7J.	L10 3-4J	L10 5-7J
FB1	0	0	0	0	0	0
FB2	0	0	0	0	1	0
FB3	0	1	0	0	0	2
FB4	4	3	2	1	1	2
FB5	2	3	3	5	2	2
FB6	2	3	3	4	4	4

Mit Hilfe der oben aufgeführten Tabellen lässt sich anhand der Häufigkeit der Verwechslungen mit dem Reimwort, der prozentuale Anteil dieser Verwechslungen für jedes Kind einzeln bestimmen. Dafür wurde nachfolgende Formel verwendet:

$$100\% / A_{\text{FBx}} * F = x \%V_{\text{FBx}}$$

(nach Bischoff)

A steht dabei für die Anzahl der Ziel-Items im entsprechenden Frequenzbereich, der durch den tiefgestellten Index FBx angegeben wird. F repräsentiert die Anzahl der Fehler. Das Ergebnis entspricht damit der Verwechslungshäufigkeit (%) im durch den tiefgestellten Index angegebenen Frequenzbereich.

Beispiel: Ein Kind der Altersgruppe 3-4 Jahre machte in der Wortliste 8 im Frequenzbereich FB4 zwei Verwechslungen, d.h. das Kind hatte im Frequenzbereich FB4, der vier Ziel-Items mit dem Frequenzschwerpunkt zwischen 1001 bis 3000Hz abprüft, zwei Fehler gemacht. Mit diesem rein numerischen Ergebnis lautet die Berechnung der prozentualen Verwechslungshäufigkeit:

$$100\% / 4_{\text{FB4}} * 2 = \underline{50\%V_{\text{FB4}}}$$

Damit konnten für jedes Kind beider Altersgruppen sechs Prozentwerte ermittelt werden, die die prozentuale Verwechslung mit dem Reimwort innerhalb eines definierten Frequenzbereichs angeben. Diese Werte dienten vor allen Dingen der Optimierung der apparativen Versorgung, d.h. diese Werte wurden dem Akustiker,

bzw. der entsprechenden klinischen Einrichtung genannt, um gezielt die Hörgeräte, bzw. das Cochlear Implant System zu optimieren.

Tab. 18: Prozentuale Verwechslungshäufigkeit innerhalb der Frequenzbereiche für die Altersgruppe 3-4 Jahre

Altersgr. 3-4 Jahre	FB1	FB2	FB3	FB4	FB5	FB6
<i>MW % FB, U1</i>	0,00	4,76	0,00	25,24	39,38	45,81
<i>SD % FB, U1</i>	0,00	21,30	0,00	29,65	38,89	42,26
<i>MW % FB, U2</i>	0,00	4,76	0,00	7,52	24,57	36,48
<i>SD % FB, U2</i>	0,00	21,30	0,00	18,13	36,24	45,90
<i>MW % FB, U3</i>	0,00	0,00	0,00	0,95	11,29	17,33
<i>SD % FB, U3</i>	0,00	0,00	0,00	4,26	21,51	25,09

Tab. 19: Prozentuale Verwechslungshäufigkeit innerhalb der Frequenzbereiche für die Altersgruppe 5-7 Jahre

Altersgr. 5-7 Jahre	FB1	FB2	FB3	FB4	FB5	FB6
<i>MW % FB, U1</i>	0,00	1,34	6,97	20,00	18,97	25,75
<i>SD % FB, U1</i>	0,00	7,48	19,67	29,51	33,36	37,87
<i>MW % FB, U2</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	17,13
<i>SD % FB, U2</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	10,09	29,54
<i>MW % FB, U3</i>	0,00	0,00	1,14	3,00	3,14	6,55
<i>SD % FB, U3</i>	0,00	0,00	6,02	12,63	9,32	16,37

Die Tabellen 18 und 19 zeigen sämtliche Verwechslungen mit dem Reimwort im jeweiligen Frequenzbereich gemittelt über alle Kinder der Klinischen Stichprobe beider Altersgruppen.

Bei der Analyse der Ergebnisse innerhalb der Frequenzbereiche wurden die sog. Verdachtskinder und HNO-Infekt Kinder ebenso berücksichtigt. Die Verdachtskinder waren dabei am zweiten, bzw. dritten Untersuchungstermin (U2 und U3) nicht mehr anwesend. Da ihre Ergebnisse jedoch beim ersten Untersuchungstermin (U1) bereits sehr gut waren, bzw. durchweg keine Verwechslungen aufzeigten, konnten zur weiteren statistischen Analyse auch für den zweiten und den dritten Untersuchungstermin identische Ergebnisse angenommen werden, so dass der Wert 0 (%_{FB1-6}) eingesetzt wurde.

Die nachfolgenden Abbildungen 80 und 81 zeigen dabei die stete Verbesserung der prozentualen Verwechslungshäufigkeit beider Altersgruppen von U1 zu U2 und von U2 zu U3 sehr deutlich, wobei nochmals darauf hingewiesen werden soll, dass zwischen U1 und U2 sieben Tage lagen. Innerhalb dieser Zeit erfolgte die Veränderung der Einstellungen der apparativen Versorgung der Kinder. Zwischen U2 und U3 lagen sechs Wochen. Innerhalb dieser Zeit wurde keinerlei Veränderung an

den Hörgeräten, bzw. dem Cochlear Implant System vorgenommen, es handelte sich dabei ausschließlich um einen Zeitfaktor, der genutzt wurde, um anschließend das Kind erneut mittels der OLSZTYNER HÖR REIME ZU überprüfen.

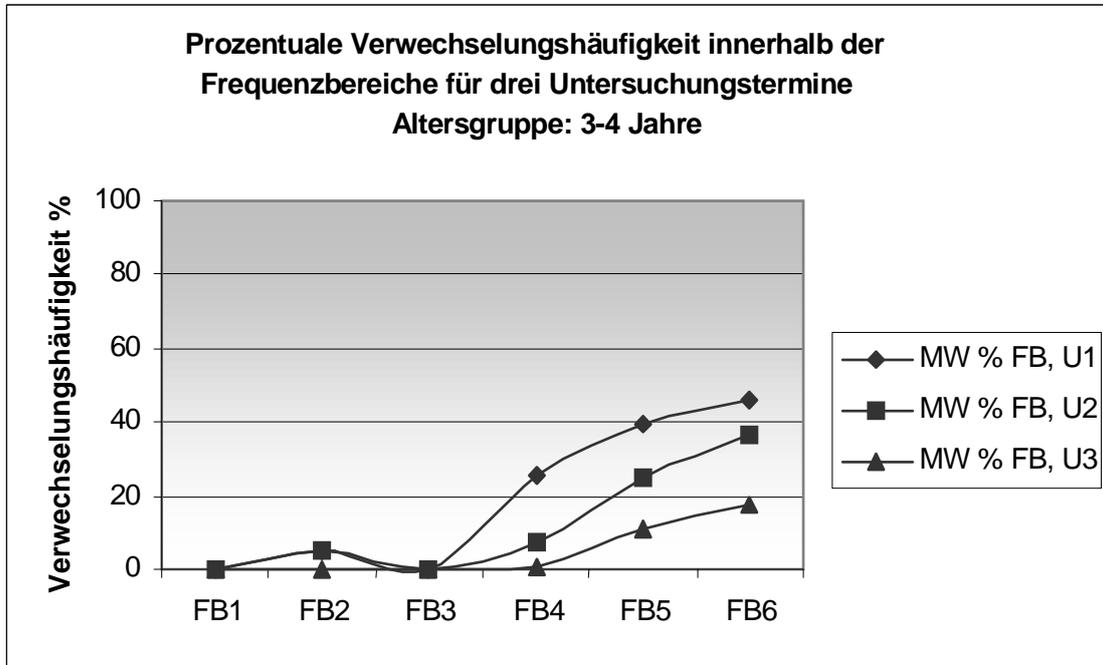


Abb. 80: Prozentuale Verwechslungshäufigkeit für U1 bis U3 der Altersgruppe 3-4 Jahre

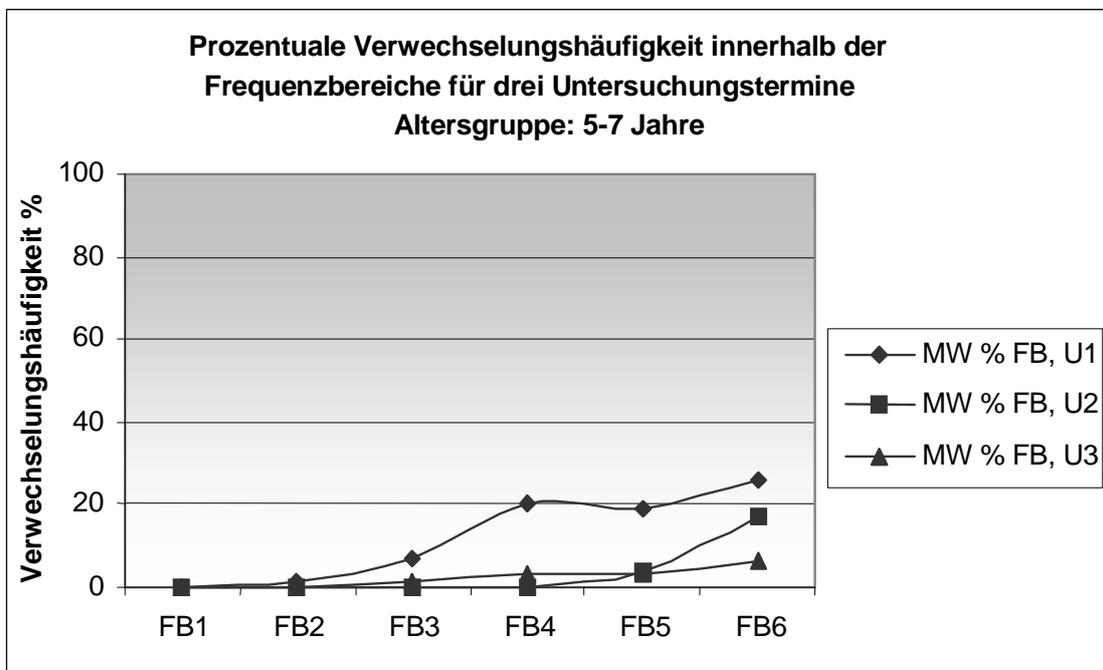


Abb. 81: Prozentuale Verwechslungshäufigkeit für U1 bis U3 der Altersgruppe 5-7 Jahre

Die stete Reduzierung der Verwechslungshäufigkeit zunächst von U1 zu U2, im Anschluss von U2 zu U3 wird deutlich sichtbar. Dabei ist deutlich zu erkennen, dass in den Frequenzbereichen FB4 bis FB6 Verwechslungen auftreten.

- **Varianzanalyse der Klinischen Stichprobe**

Mittels einer Varianzanalyse (vgl. BORTZ 1999; LIENERT, RAATZ 1998; SCHELTEN 1997) können differenzierte Aussagen zur Verbesserung der prozentualen Verwechslungshäufigkeit mit dem Reimwort für beide Altersgruppen innerhalb der sechs Frequenzbereiche geleistet werden. Dafür wurden die Altersgruppen getrennt voneinander von Untersuchungstermin U1 zu U2, bzw. von U2 zu U3 auf Varianzen untersucht.

Die nachfolgenden Abbildungen 82 bis 87 zeigen die prozentuale Verwechslungshäufigkeit mit Streuung, getrennt für jeden Untersuchungstermin für beide Altersgruppen.

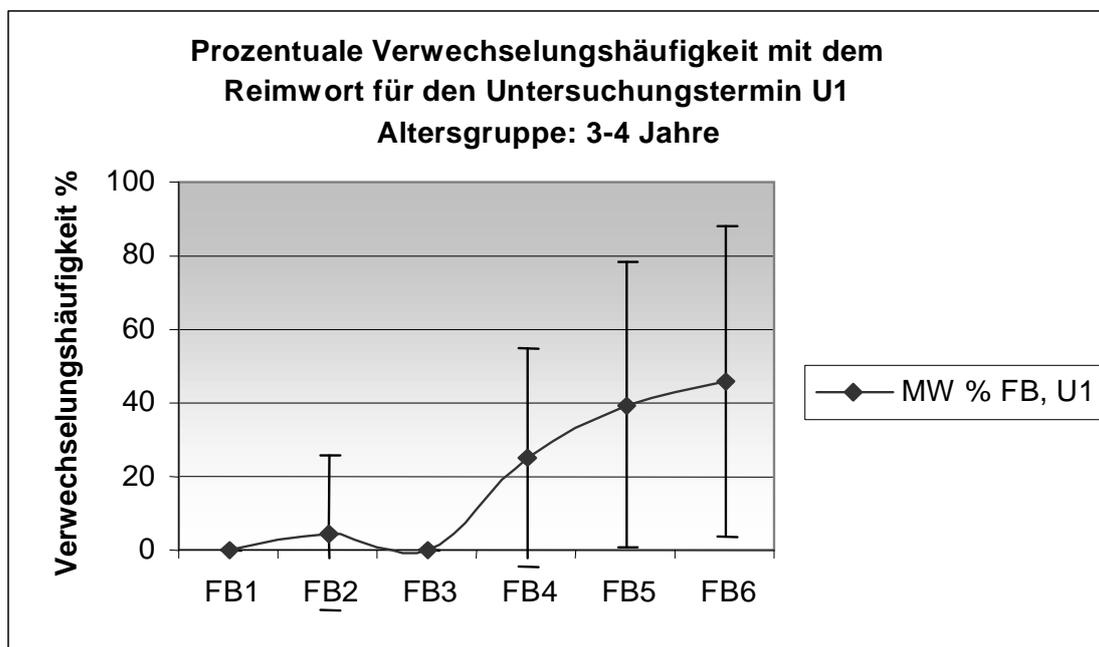


Abb. 82: Prozentuale Verwechslungshäufigkeit für U1 der Altersgruppe 3-4 Jahre

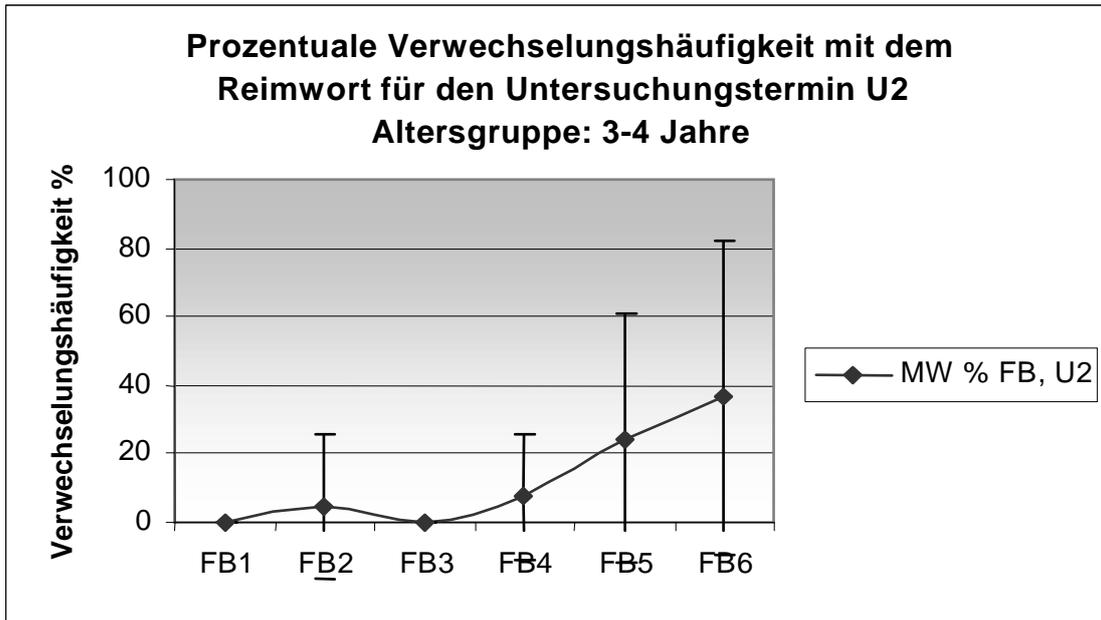


Abb. 83: Prozentuale Verwechslungshäufigkeit für U2 der Altersgruppe 3-4 Jahre

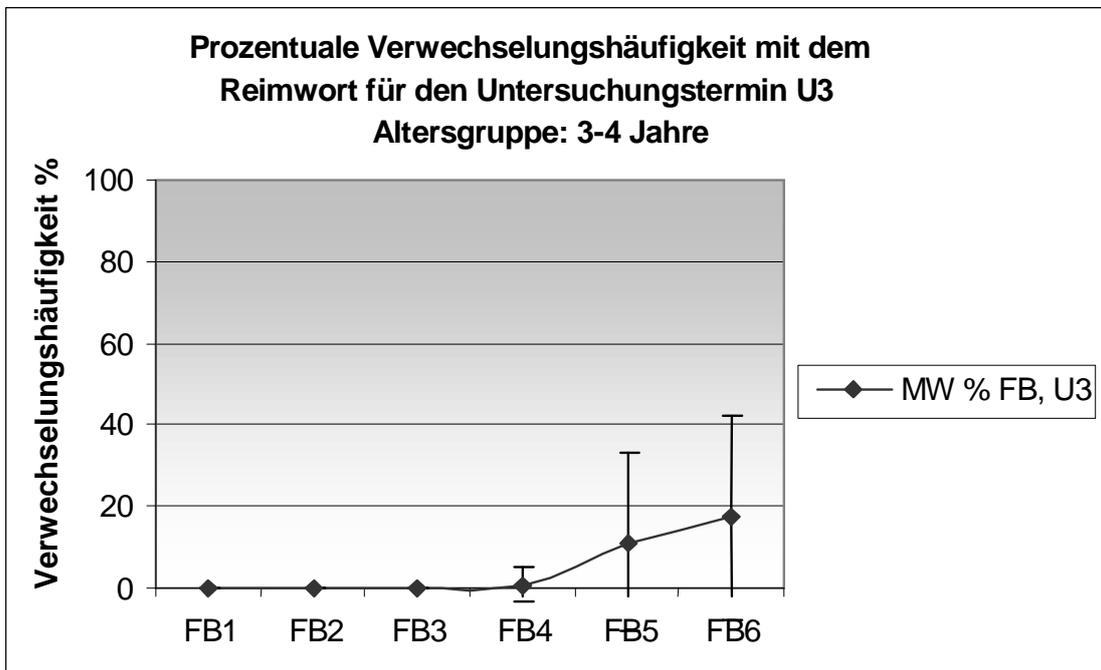


Abb. 84: Prozentuale Verwechslungshäufigkeit für U3 der Altersgruppe 3-4 Jahre

Vergleichbar zeigt die Altersgruppe der 5-7jährigen Kinder folgende Ergebnisse:

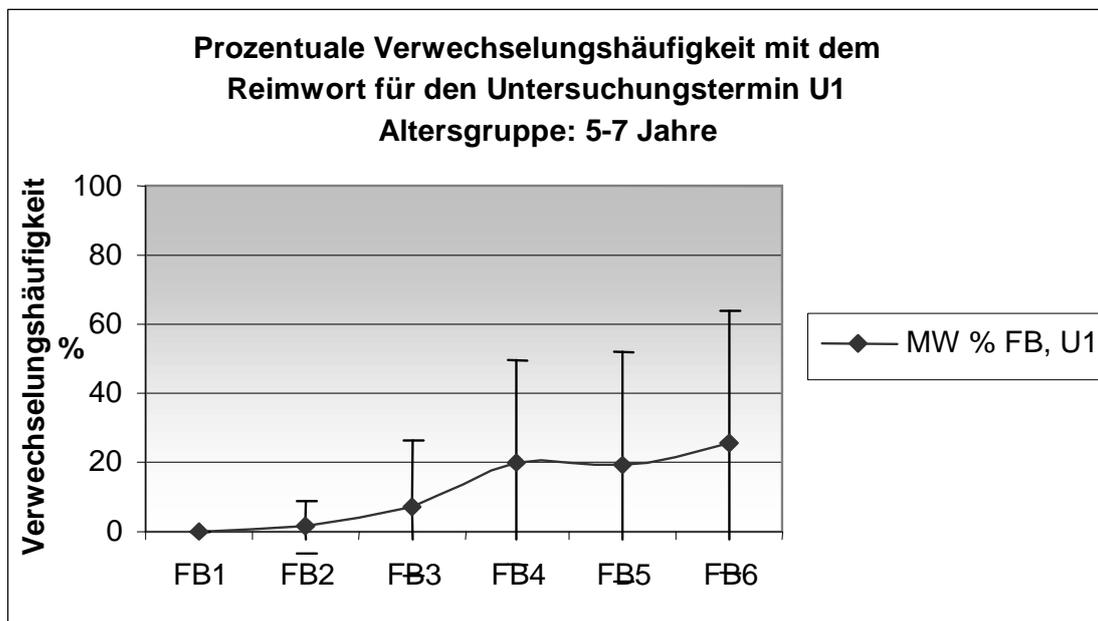


Abb. 85: Prozentuale Verwechslungshäufigkeit für U1 der Altersgruppe 5-7 Jahre

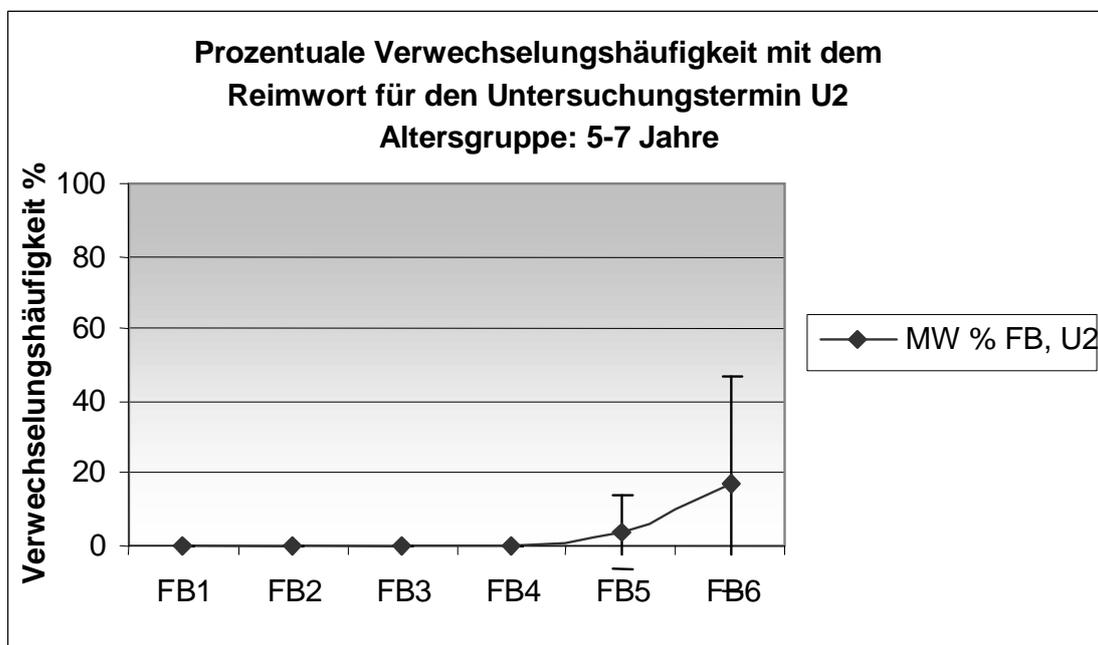


Abb. 86: Prozentuale Verwechslungshäufigkeit für U2 der Altersgruppe 5-7 Jahre

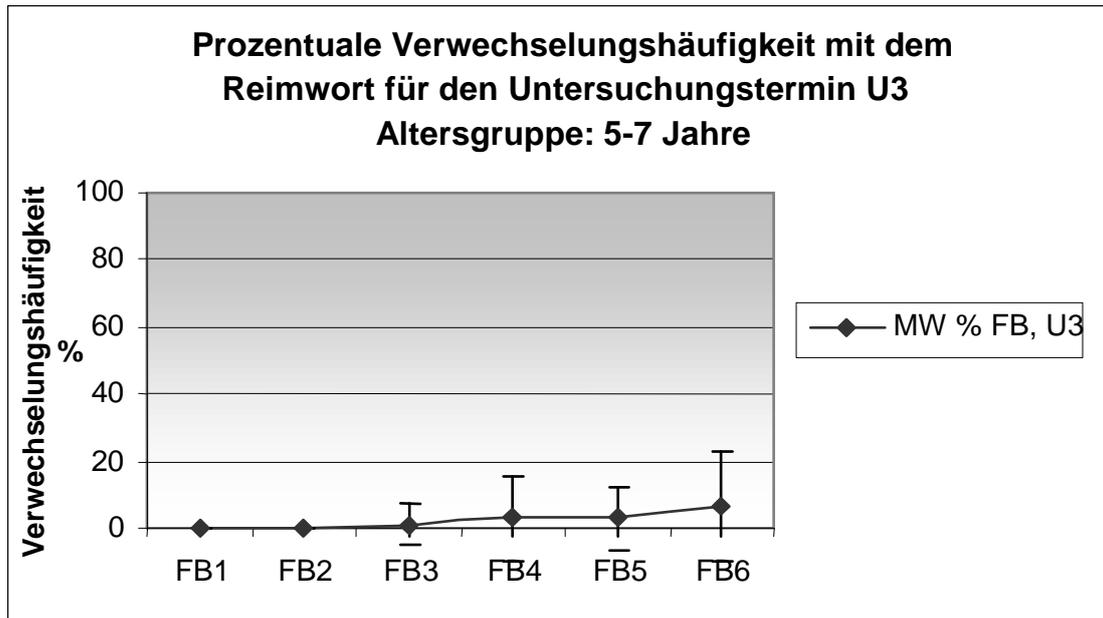


Abb. 87: Prozentuale Verwechslungshäufigkeit für U3 der Altersgruppe 5-7 Jahre

Für beide Altersgruppen der Klinischen Stichprobe wird dabei vom ersten bis zum dritten Untersuchungstermin eine stete Verbesserung der prozentualen Verwechslungshäufigkeit deutlich sichtbar. Dabei wird nicht nur die Quantität der Verwechslung geringer, sondern auch die jeweilige Streuung innerhalb der Frequenzbereiche (FB1-FB6) reduziert sich in hohem Maße.

Innerhalb der Altersgruppe der 3-4jährigen Kinder verlagern sich von Untersuchungstermin U2 zu U3 die Frequenzbereiche FB1-FB3 auf 0%.

Der Frequenzbereich FB4 liegt beim dritten Untersuchungstermin U3 bei 0,95% (SD 4,26). Frequenzbereich FB5 mit 11,29% (SD 21,51) und FB6 mit 17,33% (SD 25,09) bleiben weiterhin auffällig. Dabei muss berücksichtigt werden, dass für die Klinische Stichprobe zwar eine Optimierung der Hörfähigkeit angestrebt wird, eine 0% Verwechslung, d.h. keinerlei Verwechslung mit dem Reimwort aber kaum erreicht werden kann, da alle hörgeschädigten Kinder weiterhin von einer reduzierten Hörfähigkeit betroffen bleiben.

Die Altersgruppe der 5-7jährigen Kinder zeigt bessere Ergebnisse (vgl. Abb.85 bis 87). Bereits beim zweiten Untersuchungstermin U2 sind die Frequenzbereiche FB1 bis FB4 mit keinen Verwechslungen mehr betroffen. Dieses sehr gute Ergebnis

ändert sich minimal zum Untersuchungstermin U3. Hier ist nochmals der Frequenzbereich FB3 mit 1,14% (SD 6,02) und der Frequenzbereich FB4 mit 3,00% (SD 12,63) Verwechslungen repräsentiert. Ebenso bleiben Frequenzbereich FB5 mit 3,14% (SD 9,32) und Frequenzbereich FB6 mit 6,55% (SD 16,37) leicht auffällig. Auch für diese Altersgruppe wird eine Optimierung der Einstellungen der apparativen Versorgung mittels Hörgeräten, bzw. Cochlear Implant erreicht. Eine reduzierte Hörfähigkeit dieser Kinder im Alter von 5-7 Jahren bleibt dennoch bestehen.

Die Varianzanalyse zeigt diese Optimierung der Hörfähigkeit für beide Altersgruppen von Untersuchungstermin U1 zu U2 in Tabelle 20 und 21 sehr eindrücklich.

Tab. 20: Varianzanalyse der Altersgruppe 3-4 Jahre

Altersgr. 3-4 Jahre

Frequenzbereich	U1-U2			U2-U3		
	F	df	prob	F	df	prob
FB1		keine Varianz			keine Varianz	
FB2		keine Veränd.		0,36	1/18	0,5570 n.s.
FB3		keine Varianz			keine Varianz	
FB4	8,10	1/18	0,0107 s.	1,71	1/18	0,2073 n.s.
FB5	6,69	1/18	0,0186 s.	2,23	1/18	0,1528 n.s.
FB6	18,31	1/18	0,0005 s.s.s.	11,28	1/18	0,0035 s.s.

Die Varianzanalyse für die prozentuale Verwechslungshäufigkeit mit dem Reimwort innerhalb sechs unterschiedlicher Frequenzbereiche für Kinder von 3-4 Jahren der Klinischen Stichprobe zeigt speziell im Frequenzbereich FB6 eine höchst signifikante Veränderung von U1 auf U2 (vgl. Tab.20). Damit wurden nach Veränderung der Einstellungen der apparativen Versorgung der Kinder eine höchst signifikante und damit eine sehr bedeutsame Verbesserung der Verwechslungshäufigkeit in diesem Frequenzbereich erreicht.

Die Frequenzbereiche FB4 und FB5 zeigen eine signifikante Verbesserung, d.h. hier hat ebenfalls eine wesentliche Veränderung in Form einer Verbesserung stattgefunden. Die Verwechslungshäufigkeit hat sich reduziert, während sich die Hörfähigkeit der Kinder signifikant verbessert hat.

Die beiden Frequenzbereiche FB1 und FB3 weisen keinerlei Varianz auf. Innerhalb dieser Frequenzbereiche wurden damit keinerlei Verwechslungen festgestellt. Frequenzbereich FB2 zeigt keine Veränderung, d.h. ein Kind zeigte in diesem

Frequenzbereich zum ersten Untersuchungstermin U1 eine Auffälligkeit, die dasselbe Kind zum zweiten Untersuchungstermin U2 beibehält (vgl. Anhang XV, Mateusz K).

Sechs Wochen später, d.h. von Untersuchungstermin U2 auf U3 zeigten sich für drei Frequenzbereiche (FB2, FB4, FB5) keine signifikanten Veränderungen mehr (vgl. Tab.20).

Die Frequenzbereiche FB1 und FB3 zeigen keinerlei Varianz, d.h. die Verwechslungshäufigkeit beträgt innerhalb beider Untersuchungstermine (U2 und U3) 0%, was damit zusammenhängt, dass beide Frequenzbereiche innerhalb der Untersuchung der Klinischen Stichprobe nicht verstärkt überprüft werden mussten.

Ein überraschendes Ergebnis zeigt sich im Frequenzbereich FB6 mit einer hoch signifikanten Verbesserung innerhalb der Verwechslungshäufigkeit (vgl. Tab.20). Die vorausgehende Veränderung der Einstellung der apparativen Versorgung der Kinder (von U1 auf U2) zeigte somit auch nach sechs Wochen noch positive Veränderungen bezüglich der Verwechslungshäufigkeit.

Tab. 21: Varianzanalyse der Altersgruppe 5-7 Jahre

Altersgr. 5-7 Jahre

Frequenzbereich	U1-U2			U2-U3		
	F	df	prob	F	df	prob
FB1		keine Varianz			keine Varianz	
FB2	3,86	1/28	0,0594 n.s.		keine Varianz	
FB3	4,99	1/28	0,0336 s.	1,19	1/26	0,2837 n.s.
FB4	19,77	1/28	0,0001 s.s.s.	2,01	1/26	0,1679 n.s.
FB5	14,43	1/28	0,0007 s.s.s.	0,35	1/26	0,5605 n.s.
FB6	17,45	1/28	0,0003 s.s.s.	21,00	1/26	0,0001 s.s.s.

Die varianzanalytischen Ergebnisse der 5-7jährigen Kinder der Klinischen Stichprobe zeigen in Tabelle 21 höchst signifikante Veränderungen in der Verwechslungshäufigkeit für drei Frequenzbereiche (FB4, FB5, FB6) innerhalb einer Zeitspanne von nur sieben Tagen (U1 auf U2). Damit wurde eine wesentliche Verbesserung der Zielworddiskrimination mit zu unterscheidendem Zielphonem im Anlaut, aufgrund der Optimierung der apparativen Versorgung der Kinder erreicht.

Ein signifikantes Ergebnis zeigt Frequenzbereich FB3, d.h. auch hier fand eine bedeutsame positive Veränderung in Form einer Verbesserung bezüglich der

Verwechslungshäufigkeit statt. Keine Signifikanz dagegen zeigt der Frequenzbereich FB2. Im Gesamt keine Varianz lässt sich für den Frequenzbereich FB1 berechnen, alle Kinder dieser Altersgruppe lagen an beiden Untersuchungsterminen U1 und U2 bei 0% Verwechslungen, was damit zusammenhängt, dass dieser Frequenzbereich nicht verstärkt überprüft wurde (vgl. Anhang XVI). Die Angaben aus Tonaudiogramm, bzw. aus der Akte des Kindes, machten es notwendig, mittels des Qualitativen Auswahlkriteriums andere Frequenzbereiche verstärkt zu fokussieren.

Innerhalb der Zeitspanne von sechs Wochen von Untersuchungstermin U2 zu U3 ist für die Frequenzbereiche FB1 und FB2 keine Varianz nachzuweisen. Beide Frequenzbereiche veränderten sich vom einen in den nächsten Untersuchungstermin nicht, sie blieben identisch auf 0% Verwechslungshäufigkeit. Auch diese Frequenzbereiche wurden nicht verstärkt innerhalb der Klinischen Stichprobe untersucht, die ausgewählten Wortlisten überprüften vorrangig die höheren Frequenzbereiche, um adäquat die Hörfähigkeit der Kinder dieser Altersgruppe zu optimieren.

Sowohl der Frequenzbereich FB3 als auch Frequenzbereich FB4 und FB5 zeigten keine signifikanten Verbesserungen mehr nach sechs Wochen, d.h. in Bezug auf die Hörfähigkeit der Kinder fand keine bedeutsame Veränderung mehr in diesen Frequenzbereichen statt.

Frequenzbereich FB6 zeigte vergleichbar den Ergebnissen der jüngeren Altersgruppe nach sechs Wochen eine höchst signifikante Verbesserung. Das betraf vor allen Dingen die Kinder, die apparativ binaural mit Hörgeräten versorgt waren, und das, obwohl viele der Hörgeräte speziell im Frequenzbereich FB6 an ihre technischen Grenzen stießen.

Die Frequenzbereiche, die keine Varianz, bzw. keine Veränderung aufzeigten, waren den tiefen Frequenzen bis max. 1.000Hz zuzuordnen. Das waren die Bereiche, in denen hörgeschädigte Kinder meist nicht in dem Ausmaß betroffen waren, wie in den Frequenzbereichen FB4, FB5 und FB6. Diese Frequenzbereiche (FB4, FB5 und FB6) sind in hohem Maße für den Hör- und Spracherwerb der polnischen Sprache relevant. Eine derartige Tendenz deutete sich bereits innerhalb der durchschnittlichen prozentualen Verwechslungshäufigkeit aller Kinder der Klinischen Stichprobe für die Untersuchungstermine U1 bis U3 an und bestätigte sich mittels der durchgeführten Varianzanalyse (vgl. Tab.20 und 21).

9. DISKUSSION

Die OLSZTYNER HÖR REIME wurden als sprachaudiometrisches Verfahren für hörgeschädigte Kinder im Alter von 3-7 Jahren zum Einsatz in der Pädagogischen Audiologie konzipiert. Die gesamten Ergebnisse belegen, dass das Verfahren hinsichtlich der Durchführung mit hörenden und mit hörgeschädigten Kindern als besonders kindgerecht einzustufen ist.

Eine Varianzanalyse mit den Ergebnissen der Klinischen Stichprobe belegt außerdem, dass durchweg Verbesserungen der prozentualen Verwechslungshäufigkeit innerhalb der sechs Frequenzbereiche (FB1-FB6) stattfanden. Eine Optimierung der Einstellungen der apparativen Versorgung konnte daher durchgängig für alle hörgeschädigten Kinder im Alter von 3-7 Jahren geleistet werden. Der zeitliche Rahmen, in dem eine optimierte Hörfähigkeit nachgewiesen werden konnte, betrug sieben Tage. Damit realisieren die OLSZTYNER HÖR REIME innerhalb einer nur sehr kurzen Zeitphase eine Verbesserung der Hörfähigkeit aller hörgeschädigten Kinder. Testwiederholungs-Effekte konnten dabei grundsätzlich ausgeschlossen werden, da bei der Durchführung des OHR-Verfahrens keine der 20 Wortlisten bei einem Kind doppelt angewandt wurde. Eine ausreichende Anzahl der Wortlisten ist damit vorhanden.

Durch eine Differenzierung in zwei Altersgruppen, konnte bereits bei hörgeschädigten Kindern im Alter ab 3 Jahren die Hörfähigkeit überprüft und die apparative Versorgung ausnahmslos optimiert werden. Durch spezielle Frequenzspezifika, die innerhalb der Wortlisten realisiert wurden, konnten dabei gezielte Hinweise einer reduzierten Hörfähigkeit in präzise definierten Frequenzbereichen im Kontext von Sprache gewonnen werden. Die gesamte Präsentation der OLSZTYNER HÖR REIME fand unter dem Einfluss von Störschall statt. Für eine anwendungs- und zielorientierte Pädagogische Audiologie leistet damit das OHR-Verfahren einen großen Beitrag einer in hohem Maße individuellen Optimierung der apparativen Versorgung hörgeschädigter Kinder. Zahlreiche Differenzierungen im Vorgehen für die Standardisierung des Verfahrens waren dafür bereits im Vorfeld notwendig, um ebenso positive Ergebnisse innerhalb der Klinischen Stichprobe zu erhalten. Wie sahen diese Differenzierungen aus und wie

wirkten sich diese auf die Ergebnisse der hörenden, sowie auf die Ergebnisse der hörgeschädigten Kinder aus?

Bei der Standardisierung des OHR-Verfahrens wurde eine Gesamtverständlichkeit von 98,92% (SD 3,97) der gesamten Wortlisten für die Normierung der Altersgruppe 3-4 Jahre erreicht. Für die Standardisierung aller Wortlisten für das 5. bis 7. Lebensjahr konnte eine Gesamtverständlichkeit von 99,25% (SD 3,02) gesichert werden. Die gesamte Durchführung fand unter Einfluss von Störschall statt. Dieser wurde aus allen Ziel-Items des Verfahrens generiert und mit einem Nutzschall-Störschallverhältnis von $S/N = +6\text{dB SPL}$ dargeboten. Damit haben $n=221$ hörende Kinder eine nahezu 100% Verständlichkeit über alle Wortlisten der OLSZTYNER HÖR REIME erreicht. Mit diesem Ergebnis sind die Wortlisten hinsichtlich ihrer Verständlichkeit als äquivalent verständlich einzustufen. Was bedeutet nun aber dieses Ergebnis speziell für den Einsatz des OHR-Verfahrens mit hörenden Kindern, um mit den gewonnenen Listen-Normwerten auch für den Einsatz mit der Klinischen Stichprobe gute Ergebnisse zu erhalten?

Der durchweg erzielte Ceiling-Effekt aller Listen-Normwerte belegt zum einen, dass die Anwendung des Verfahrens für Kinder ab 3 Jahren geeignet ist. Er zeigt außerdem, dass das gesamte Anforderungsprofil Kindern im Alter von 3-7 Jahren entspricht und deshalb auch in hohem Maße erfolgreich umgesetzt werden konnte. Die durchweg minimale Verwechslungshäufigkeit mit dem Ziel-Item belegt zudem, dass das eigens für das Verfahren erstellte Bildmaterial beider Altersgruppen optimal realisiert wurde. Auch hier soll ein differenzierter Blick die unterschiedlichen Ergebnisse verdeutlichen.

Die Durchführung mit der Normstichprobe ergab, dass innerhalb der jüngeren Altersgruppe die Verwechslung mit dem Reimwort für das Reimpaar ‚czubek-dzióbek‘ (Spitze-Schnäbelchen) zehn Mal aufgetreten ist. Ein Grund für diese Verwechslung mit dem Reimwort (Antwort 1) kann beispielsweise in der bildlichen Darstellung liegen, d.h. die Kinder erkannten die (Berg-)Spitze aufgrund der Darstellungsform nicht durchgängig, bzw. sie entsprach möglicherweise nicht ihrer prototypischen Vorstellung einer (Berg-)Spitze. Ebenso ist es möglich, dass die Kinder die (Berg-)Spitze gut erkannten, sie aber für ihre Vorstellung das Ziel-Item 'Spitze' eher mit der Schnabelspitze eines Vögelchens in Verbindung brachten, wie diese innerhalb dieses Reimpaars als Antwortalternative tatsächlich präsentiert wurde. Eine scharfe Abgrenzung allein auf die bildliche Darstellung bezogen, war damit für die Kinder

nicht eindeutig zu erreichen. Aufgrund einer zusätzlichen individuellen Beurteilung erwachsener Nativespeaker hinsichtlich der Unterscheidung speziell dieses Reimpaars im Anschluss an diese Durchführung, wurde ausschließlich das Reimensembel 'czubek-dzióbek' gegen das Reimpaar 'czapka-żabka' (Mütze-Frosch) mit vergleichbarem Frequenzschwerpunkt des Ziel-Items innerhalb dreier Wortlisten ausgetauscht (vgl. Anhang XIII). Die optimierten drei Wortlisten wurde dann erneut durch eine Optimierungsstichprobe mit n=33 hörender Kinder im Alter von 3-4 Jahren überprüft. Diese Kinder gehören damit ebenfalls der Normstichprobe an, sie bilden eine weitere Substichprobe für die Standardisierung des OHR-Verfahrens (vgl. Kap. 7.5.).

Weitere Verwechslungen mit dem Reimwort haben sich aufgrund der minimalen Auftretenshäufigkeit nicht auf die Optimierung der Wortlisten ausgewirkt, d.h. die betroffenen Reimpaare sind unverändert in den Wortlisten dieser Altersgruppe erhalten geblieben (vgl. Anhang XI und XII). Für diese Altersgruppe wurden keinerlei Fehlleistungen im Sinne der Antwort 3 verzeichnet, d.h. eine durchgängige Zuordnung einer bildlichen Darstellung nach auditivem Stimulus ist gewährleistet.

Aufgrund dieser sehr geringen Auftretenshäufigkeit an Verwechslungen mit dem Reimwort kann man davon ausgehen, dass die Ziel-Items, sowie die bildlichen Darstellungen in Form kolorierter Zeichnungen für alle 10 Wortlisten der OLSZTYNER HÖR REIME für Kinder im Alter von 3-4 Jahren besonders kindgerecht gelungen sind. Außerdem können die Ziel-Items, sowie die Wortlisten untereinander von ihrer Verständlichkeit als äquivalent verständlich angesehen werden. Statistische Untersuchungen dazu haben dies im erwünschten Ceiling-Effekt aller 10 Wortlisten dieser Altersgruppe gezeigt. Mit einer Gesamtverständlichkeit über alle 10 Wortlisten für Kinder im Alter von 3-4 Jahren von 98,92% (SD 3,97) konnte ein sehr gutes Ergebnis gesichert werden.

In der Altersgruppe der 5-7jährigen Kinder der Normstichprobe wurde das Ziel-Item 'piórko' (Feder) im Gesamt acht Mal mit dem Reimwort 'biurko' (Schreibtisch) verwechselt. Jedes Kind der n=97 hörenden Kinder im Alter von 5-7 Jahren hörte an unterschiedlichen Untersuchungstagen im Gesamt 10 Wortlisten, d.h. 100 Ziel-Items wurden an unterschiedlichen Untersuchungstagen 100 bildliche Darstellungen durch ein einzelnes Kind zugeordnet, bzw. im Gesamt dieser Altersgruppe wurden 9.700 Ziel-Items bildlichen Darstellungen zugeordnet. Das Ziel-Item 'piórko' wurde dabei von 8 Kindern einmal mit dem Reimwort verwechselt. Eine Verwechslungshäufigkeit

von 8 trat außerdem bei den Ziel-Items ‚dłonie‘ (Hände; Distraktor: słonie) und ‚chata‘ (Hütte; Distraktor: tata) auf. Eine Verwechslungshäufigkeit mit dem Reimwort von 8 bei n=97 hörenden Kindern dieser Altersgruppe konnte damit vergleichbar der jüngeren Altersgruppe als sehr gering eingeschätzt werden, weshalb auch auf Wortersetzungen innerhalb der Wortlisten verzichtet wurde. Die Tabelle 52 im Anhang XII zeigt sämtliche Verwechslungen dieser Altersgruppe im Überblick.

Einen Erklärungsansatz für die Verwechslung stimmlos/stimmhaft im Anlaut, wie dies für das Reimpaar ‚piórko-biurko‘ gegeben ist, bietet eine von Sendlmeier (1989) durchgeführte Studie. Die Stimmhaftigkeit im Anlaut des Reimworts ‚biurko‘ (Schreibtisch) im Vergleich zur Stimmlosigkeit des Ziel-Items ‚piórko‘ selbst könnte hier eine Erklärung leisten. Die teilweise Verdeckung beim Anlaut des Ziel-Items ‚piórko‘ durch den zusätzlichen Störschall, könnte ein Grund für die Verwechslung sein. Der Anlaut des Ziel-Items ‚piórko‘ weist eine vorherrschende Frequenz von 1.169Hz auf und eine Differenzfrequenz zum Distraktor ‚biurko‘ von 954Hz (vgl. Anhang XIV). Nach Sendlmeier treten Verwechslungen initialer Stimmhaft/Stimmlos-Operationen für Plosive häufig auf (vgl. SENDLMEIER 1989). In seinen Untersuchungen, die sich ausschließlich mit alveolar gebildeten Plosiven beschäftigten, waren dafür die Cues: Burst, Aspiration, VOT (Voice-Onset-Time), sowie der Vokaleinsatz verantwortlich. Die Stimmhaftigkeit, bzw. Stimmlosigkeit eines Sprachlauts in initialer Position im Wort wurde beispielsweise von Hörgeschädigten zuverlässig erkannt (ebd.). Dies mag im parallelen Auftreten spektraler, wie temporaler Cues begründet sein. Beispielsweise spielte der Cue VOT (Voice-Onset-Time) initialer Plosive, d.h. das Intervall zwischen dem Beginn der Verschlusslösung und dem Einsatz der periodischen Schwingungen des Folgevokals eine eher untergeordnete Rolle. Ein wichtiger Aspekt für Hörgeschädigte war dagegen der vokalische Onset, also der Vokaleinsatz. Hier scheinen entscheidende Merkmale für das Vorliegen der Stimmhaftigkeit, bzw. der Stimmlosigkeit zu liegen. Akustische Signale, die im Bereich der Wahrnehmungsschwelle liegen, werden sehr häufig im Alltag durch Umweltgeräusche maskiert (vgl. SENDLMEIER 1989; STOCK, KNOBLACH, HELLER 1994).

Bezugnehmend auf die Studie von Sendlmeier und begründet durch die im Verhältnis zur gesamten Stichprobe n=97 hörender Kinder im Alter von 5-7 Jahren geringe Anzahl von Verwechslungen mit dem Reimwort, wurde auf einen Austausch des Wortpaares ‚piórko-biurko‘ (Feder-Schreibtisch), sowie der anderen beiden

Wortpaare verzichtet. Um jedoch eine einheitliche Optimierung der gesamten Wortlisten der OLSZTYNER HÖR REIME für beide Altersgruppen zu sichern, wurde das Reimpaar 'czubek – dzióbek' (Spitze-Schnäbelchen) auch in der Altersgruppe der 5-7jährigen Kinder ausgetauscht, auch wenn die Verwechslungshäufigkeit bei diesem Ziel-Item lediglich bei 6 Verwechslungen in dieser Altersgruppe lag (vgl. Anhang XII). Mittels einer Optimierungsstichprobe von n=28 hörenden Kindern im Alter von 5-7 Jahren wurden die optimierten drei Wortlisten erneut überprüft und damit normiert. Das Reimpaar 'czapka – żabka' (Mütze-Fröschchen) mit vergleichbarem Frequenzschwerpunkt wurde dafür, vergleichbar der jüngeren Altersgruppe in drei der Wortlisten eingesetzt. Weitere Verwechslungen mit dem Reimwort (Verwechslungshäufigkeit <8) sind in einer Übersicht in Anhang XII dargestellt. Damit konnte nach der Optimierung dieser drei Wortlisten davon ausgegangen werden, dass für alle zehn Wortlisten der Kinder im Alter von 5-7 Jahren die Ziel-Items, sowie ihre bildlichen Darstellungen in Form einer kolorierten Zeichnung besonders kindgerecht gelungen sind. Die Wortlisten zeigten nach der Optimierung eine Gesamtverständlichkeit von 99,25% (SD 3,02), was vergleichbar zur Altersgruppe der 3-4jährigen Kinder, auf ein sehr gutes Ergebnis schließen lässt (vgl. Kap. 8.1.).

Eine derartig differenzierte Analyse der Ergebnisse der gesamten Normstichprobe war notwendig, um für die Durchführung mit der Klinischen Stichprobe von optimalen Bedingungen ausgehen zu können. Aufgrund der mit hörenden Kindern durchgeführten Standardisierung der OLSZTYNER HÖR REIME, können damit die Ziel-Items, sowie die Wortlisten untereinander von ihrer Verständlichkeit als äquivalent verständlich angesehen werden, da sie den erwünschten Deckeneffekt über alle 10 Wortlisten erreichten.

Für die Durchführung der OLSZTYNER HÖR REIME mit hörgeschädigten Kindern im Alter von 3-7 Jahren konnte die apparative Versorgung mittels Hörgeräten, bzw. Cochlear Implant durchweg innerhalb von nur sieben Tagen optimiert werden, was eine Verbesserung der Hörfähigkeit der Kinder bedeutete. Wie kam es zu derartig guten Ergebnissen und welche Differenzierungen waren dafür bei der Ergebnisanalyse notwendig, damit eine Optimierung der Hörfähigkeit aller hörgeschädigten Kinder stattfinden konnte?

Aufgrund einer Ergebnisanalyse der gesamten Frequenzparameter getrennt für jedes Kind nach der Durchführung des OHR-Verfahrens, konnten sechs unterschiedliche, präzise definierte Frequenzbereiche beschrieben werden. Innerhalb dieser Frequenzbereiche konnten die Kinder ihre Hörfähigkeit mit den aktuellen Einstellungen der apparativen Versorgung nicht optimal nutzen. Daher wurde bei diesen Kindern beispielsweise eine Anhebung, bzw. Absenkung der Verstärkung in verschiedenen Frequenzbereichen der aktuellen Einstellungen der Hörgeräte durch den Pädakustiker, bzw. Audiologen vorgenommen¹⁷. Ebenso wurde die Einstellung des Sprachprozessors der beiden Implant-Kinder in Warschau im Zentrum von Prof. Skarżyński verändert. Sieben Tage nach der ersten Untersuchung (U1) wurde erneut eine Untersuchung (U2) mittels der OLSZTYNER HÖR REIME durchgeführt. Dabei wurden Wortlisten ausgewählt, die sich von der ersten Untersuchung unterschieden, die aber den vergleichbaren Frequenzbereich überprüften. Weitere sechs Wochen später erfolgte die dritte Untersuchung (U3) mit dem OHR-Verfahren, wieder mit einer unterschiedlichen Wortliste. Beide Wiederholungsuntersuchungen zeigten eine Verbesserung der Hörfähigkeit, bzw. der Verständlichkeit der Ziel-Items mit Phonemunterscheidung im Anlaut, was die Varianzanalyse beider Altersgruppen nachweisen konnte. Was ist aber nun das Neue an diesem Vorgehen, bzw. wie sind frequenzspezifische Aussagen innerhalb der Ergebnisse der Kinder möglich, um damit eine Optimierung der apparativen Versorgung realisieren zu können?

Mit einer Einteilung der Ergebnisse beider Altersgruppen der Klinischen Stichprobe in sechs unterschiedliche präzise definierte Frequenzbereiche unterscheiden sich die OLSZTYNER HÖR REIME in hohem Maße von weiteren Verfahren der Sprachaudiometrie für Kinder. Jede der zehn Wortlisten einer Altersgruppe überprüft vorwiegend einen definierten Frequenzbereich. Die vorherrschende Frequenz bei Reimensembles mit Phonemunterscheidung im Anlaut wurde dabei unter Berücksichtigung koartikulatorischer Effekte zur Fehleranalyse herangezogen. Der Fokus ist dabei nicht auf die Verständlichkeit (%), den Hörverlust (dB), bzw. auf den Diskriminationsverlust (%) der Kinder gerichtet, sondern die Hörfähigkeit wird innerhalb präzise definierter Frequenzbereiche überprüft und wo nötig optimiert.

Der Blick auf die gesamte Klinische Stichprobe verdeutlicht dies nochmals: Vergleicht man die Gesamtverständlichkeit innerhalb der Klinischen Stichprobe in der

¹⁷In der Regel verfügt die apparative Versorgung über einen sog. Reservebereich innerhalb des max. Ausgangsschalldruckpegels, d.h. es können ca. 5-10dB hinzugegeben, bzw. weggenommen werden (weitere Optionen sind möglich).

Altersgruppe der 3-4jährigen Kinder zu den Untersuchungsterminen U1-U3 werden deutliche Unterschiede sichtbar. Der erreichte Wert bei der ersten Untersuchung von 71,54% (SD 29,60) reduziert sich über alle drei Untersuchungstermine auf 59,11% (SD 23,28). Wie ist das möglich?

Eine Erklärung kann darin liegen, dass die Stichprobengröße über alle drei Untersuchungstermine höher lag, als unmittelbar zu Untersuchungstermin U1, da Kinder mit HNO-Infekt und Verdachtskinder bereits am zweiten Untersuchungstermin, bzw. am zweiten und dritten Untersuchungstermin nicht mehr überprüft wurden (vgl. Tab.11). Die reduzierte Standardabweichung über alle Untersuchungstermine (U1-U3) deutet dabei bereits auf verbesserte Hörleistungen innerhalb der Altersgruppe, aufgrund der veränderten Einstellungen der apparativen Versorgung hin.

Außerdem ist bei diesen Ergebnissen eine stete Reduzierung der Verwechslungshäufigkeit auffallend. Diese wurde zunächst von U1 zu U2, im Anschluss aber auch von U2 zu U3 deutlich sichtbar. Dabei war zu erkennen, dass vor allen Dingen in den Frequenzbereichen FB4 bis FB6 Verwechslungen auftraten, was damit zusammenhängen könnte, dass die Hörfähigkeit von Kleinkindern und Kindern im Alter von 3-7 Jahren in den meisten Fällen hin zu den hohen Frequenzen reduziert ist (vgl. Abb.17). Das Cochlear Implant System versucht bis in den Frequenzbereich FB6 hinein die Hörfähigkeit der Kinder durch die tonotope Anordnung der Elektroden in der Cochlea zu optimieren, die gängigen Hörgeräte-Typen stoßen hier bereits an ihre Grenzen¹⁸. Damit entsteht die Frage, inwieweit es überhaupt möglich ist, durch das OHR-Verfahren in diesem hohen Frequenzbereich eine tatsächliche Verbesserung der Hörfähigkeit speziell der Kinder mit Hörgeräten zu realisieren. Oder stößt das OHR-Verfahren hier bereits an seine eigenen Grenzen?

Die Ergebnisse der gesamten Klinischen Stichprobe belegen, dass durch die Optimierung der apparativen Versorgung eine Verbesserung der Hörfähigkeit aller hörgeschädigten Kinder erreicht werden konnte. Damit profitieren auch die Kinder davon, bei denen die Hörgeräteeinstellungen in diesem Frequenzbereich technisch nicht mehr zu verändern waren. Es ist davon auszugehen, dass andere Faktoren für diese durchgängig positiven Ergebnisse verantwortlich sind. Außerdem ist in diesem

¹⁸ Viele der Kinder waren mit Hörgeräten der Firma PHONAK, wie beispielsweise dem Novo Forte E4, bzw. mit Hörgeräten der Firma WIDEX, wie beispielsweise dem digital programmierbaren Senso P38 apparativ versorgt.

Kontext zu klären, inwieweit die mit teilweise höchst signifikanten Verbesserungen beteiligten Frequenzbereiche im Zusammenhang mit den für die polnische Sprache relevanten Frequenzbereichen stehen.

Innerhalb drei definierter Frequenzbereiche (FB4, FB5, FB6) konnten für beide Altersgruppen der Klinischen Stichprobe innerhalb von nur einer Woche signifikante bis höchst signifikante Verbesserungen hinsichtlich der Verwechslungshäufigkeit mit dem Reimwort erzielt werden. Damit wurde eine Verbesserung der Hörfähigkeit genau in den Frequenzbereichen realisiert, innerhalb der beispielsweise die polnischen Zischlaute anzusiedeln sind. Die Altersgruppe der 3-4jährigen hörgeschädigten Kinder zeigte dabei außerdem auch noch nach sechs Wochen ein überraschendes Ergebnis im Frequenzbereich FB6 mit einer hoch signifikanten Verbesserung innerhalb der Verwechslungshäufigkeit. Die vorausgehenden Veränderungen in der Einstellung der apparativen Versorgung der Kinder (von U1 auf U2) zeigten somit auch nach sechs Wochen noch positive Veränderungen bezüglich der Verwechslungshäufigkeit. Was bedeutet dieser Zeitaspekt grundsätzlich für die Durchführung des OHR-Verfahrens mit hörgeschädigten Kindern?

Die Optimierung der apparativen Versorgung wirkt sich anhaltend positiv auf die Hörfähigkeit der Kinder im Alter von 3-4 Jahren aus. Des weiteren kann vermutet werden, dass durch die Veränderung der Einstellungen der apparativen Versorgung in den niedrigeren Frequenzbereichen, ein um so besseres Verstehen und damit weniger Verwechslungen mit dem Reimwort besonders im Frequenzbereich FB6 (hoch signifikant) erreicht werden konnte. Da dieser Frequenzbereich (FB6) bei den apparativ mit Hörgeräten versorgten Kindern ein Bereich ist, bei dem die Hörgerätetechnik dieser Kinder an ihre Grenzen stößt, kann der Grund für diese Veränderung, bzw. Verbesserung der Hörfähigkeit in diesem Frequenzbereich nicht in der Optimierung der apparativen Versorgung alleine liegen. Die Optimierung der Einstellungen der Hörgeräte in den anderen Frequenzbereichen muss jedoch mitverantwortlich sein, wenn hörgeschädigte Kinder im Alter von 3-4 Jahren auch noch sechs Wochen später ein verbessertes Verstehen und damit geringere Verwechslungshäufigkeiten im höchsten Frequenzbereich aufzeigen konnten. Damit zeigt sich ein Ergebnis, das weiter erforscht werden könnte, bzw. ein Ergebnis, das so nicht vorherzusehen war, aber für die hörgeschädigten Kinder als ein sehr positives Resultat anzusehen ist. Gerade für Kinder im Hör- und

Spracherwerbsprozess ist dieses Ergebnis für das Erlernen der polnischen Sprache äußerst relevant.

Wie sieht das bei den älteren Kindern aus? Die varianzanalytischen Ergebnisse der 5-7jährigen Kinder der Klinischen Stichprobe zeigten ebenfalls höchst signifikante Veränderungen in der Verwechslungshäufigkeit für drei Frequenzbereiche (FB4, FB5, FB6) innerhalb einer Zeitspanne von nur sieben Tagen (U1 auf U2). Damit erreichte auch diese Altersgruppe nach nur sieben Tagen eine Verbesserung der Hörfähigkeit in den für die polnische Sprache in hohem Maße relevanten Frequenzbereichen.

Die Zeitspanne von Untersuchungstermin U2 zu U3 ist für nahezu alle Frequenzbereiche für die Verbesserung der Verwechslungshäufigkeit unbedeutend. Es zeigten sich in der Hörfähigkeit der Kinder, aufgrund einer vorausgehenden Optimierung der apparativen Versorgung, keine signifikanten Veränderungen mehr, was allerdings auch ebenso eine Verschlechterung der Hörfähigkeit ausschließt. Es reichte also auch für diese Altersgruppe eine Woche völlig aus, um durch eine Optimierung der apparativen Versorgung durchweg zu einer verbesserten Hörfähigkeit zu kommen.

Im Frequenzbereich FB6 zeigte sich aber auch in dieser Altersgruppe ein überraschendes Ergebnis. Es konnten auch nach sechs Wochen noch höchst signifikante Verbesserungen nachgewiesen werden. Sie deuten darauf hin, dass die durchgeführte Optimierung der apparativen Versorgung nachwirkte, bzw. auch sechs Wochen später noch eine Verbesserung der Hörfähigkeit innerhalb eines Frequenzbereichs festzustellen war. Außerdem ist anzunehmen, dass aufgrund der Veränderung der apparativen Versorgung innerhalb anderer Frequenzbereiche die Kinder nun in der Lage sind, die Anteile der Wörter, die besonders hochfrequenten Bereichen zuzuordnen sind (FB6), besser wahrzunehmen. Damit profitierte auch diese Altersgruppe durchweg von den durchgeführten Veränderungen an den Einstellungen der apparativen Versorgung.

Die Frequenzbereiche die keine Varianz, bzw. keine Veränderung aufzeigen, sind den tiefen Frequenzen bis max. 1.000Hz zuzuordnen. Das ist ein Bereich, in dem das Hörvermögen des hörgeschädigten Kindes meist nicht in dem Ausmaß betroffen ist, wie in den Frequenzbereichen FB4, FB5 und FB6, die in hohem Maße für den Hör- und Spracherwerb der polnischen Sprache relevant sind. Eine solche Tendenz deutete sich bereits innerhalb der durchschnittlichen prozentualen

Verwechslungshäufigkeit aller Kinder der Klinischen Stichprobe für die Untersuchungstermine U1 bis U3 an und bestätigte sich mittels der durchgeführten Varianzanalyse (vgl. Kap. 8.2.).

In der Kindergruppe der Klinischen Stichprobe befanden sich ebenso Kinder mit HNO-Infekt, bzw. die sog. Verdachtskinder. Wie können die Ergebnisse dieser Kinder nun mit der Verbesserung der Hörfähigkeit hörgeschädigter Kinder in Zusammenhang gebracht werden, bzw. was bedeutet dieser Sachverhalt für den Einsatz des OHR-Verfahrens innerhalb der Pädagogischen Audiologie?

Die Untersuchungen der OLSZTYNER HÖR REIME machten es durchgängig möglich hörgeschädigte Kinder, sowie Kinder mit HNO-Infekt beider Altersgruppen zum Zeitpunkt unmittelbar nach der Diagnose des Infekts zu überprüfen und Verwechslungen mit dem Reimwort festzustellen. Nach einer wiederholten ärztlich-audiologischen Untersuchung, bei der kein Befund mehr vorlag, zeigten diese Kinder keine Verwechslungen mehr mit dem Reimwort. Auch die innerhalb der Klinischen Stichprobe aufgeführten Verdachtskinder, die aufgrund einer Beobachtung der Eltern auf eine mögliche Hörschädigung ärztlich untersucht wurden und wobei sich dieser Verdacht nicht bestätigte, zeigten keinerlei Auffälligkeiten bei der Überprüfung mit dem OHR-Verfahren (vgl. Anhang XV und Anhang XVI).

Das bedeutet, die OLSZTYNER HÖR REIME überprüfen einen vorübergehenden HNO-Infekt, bzw. einen Verdacht auf Hörschädigung ebenso zuverlässig, wie eine Innenohrschädigung mit einem Kurvenabfall hin zu den hohen Frequenzen.

Damit aber die Ergebnisse jeder Kindergruppe der Klinischen Stichprobe so differenziert wie möglich ausgewertet werden konnten, mussten diese auch so differenziert wie möglich aus dem Verfahren gewonnen werden. Eine Altersunterscheidung ist für das Verfahren deshalb zwingend notwendig. Wie wurde diese für das OHR-Verfahren realisiert?

Eine Unterscheidung innerhalb der Wortlisten spiegelt sich sowohl in der Länge, als auch in der Komplexität der Wortlisten wider. Eine qualitative, sowie eine quantitative Unterscheidung wird damit vorgenommen. Für Kinder im Alter von 3-4 Jahren sind die jeweils acht ein-, bzw. zweisilbige Ziel-Items einer Wortliste im Singular gehalten und werden jeweils mit einem Reimwort und einer zusätzlichen Stimulusdiskrepanz präsentiert. Die Wortlisten der 5-7jährigen Kinder beinhalten jeweils zehn ein-, bzw. zweisilbige Ziel-Items gemischt im Singular und Plural und werden ebenfalls mit dem

Reimwort und einer Stimulusdiskrepanz präsentiert. Der Ankerschall wird für die Ziel-Items der Wortlisten für Kinder im Alter von 5-7 Jahren jeweils dem Singular, bzw. Plural angepasst. Die Wortlisten erfüllen damit den jeweiligen Anspruch innerhalb ihrer Altersgruppe. Die Kinder fühlten sich durchweg motiviert und gefordert, nicht aber überfordert, was die durchgängigen Ceiling-Effekte der Normstichprobe belegen (vgl. 8.1.).

Dem OHR-Verfahren stehen für beide Altersgruppen insgesamt 20 Wortlisten zur Verfügung. Welche Wortliste ist aber nun für das jeweilige hörgeschädigte Kind individuell auszuwählen? Aufgrund der großen Heterogenität der Hörfähigkeit innerhalb der Stichprobe der hörgeschädigten Kinder, mussten zunächst Hypothesen für die Auswahl der entsprechenden Wortlisten aus den OLSZTYNER HÖR REIMEN aufgestellt werden, die für den ersten Untersuchungstermin U1 ausgewählt werden konnten. Diese Hypothesen, die sich mit Abschluss der Klinischen Stichprobe (n=53) zu den sog. Qualitativen Auswahlkriterien manifestierten, wurden aufgrund des Tonaudiogramms, Beobachtungen von Bezugspersonen oder auch des behandelnden Arztes, bzw. Hinweisen aus der Akte des Kindes gewonnen. Damit realisiert das OHR-Verfahren erneut einen Aspekt einer zielgerichteten Diagnostik, der als originär für die Pädagogische Audiologie betrachtet werden kann. Nur durch gezielten Einsatz der entsprechenden Wortliste können die OLSZTYNER HÖR REIME präzise Aussagen zur Optimierung der apparativen Versorgung machen. Eine Reduzierung der Hörfähigkeit ließ sich so präzise einem, bzw. mehreren Frequenzbereichen zuordnen, die im Anschluss an die Überprüfung mittels des OHR-Verfahrens dem jeweiligen Pädakustiker, bzw. Techniker des Cochlear Implant Zentrums mitgeteilt werden konnten.

Nachfolgend sind die eigens für die OLSZTYNER HÖR REIME entwickelten Qualitativen Auswahlkriterien (Kriterium A bis E) für die Auswahl der Wortlisten 1 bis 10 aufgeführt, die bei der Klinischen Stichprobe der hörgeschädigten Kinder im Alter von 3-7 Jahren für den ersten Untersuchungstermin U1 eingesetzt wurden. Jeweils im Anschluss an das entsprechende Kriterium wird die Empfehlung für die Auswahl der Wortlisten formuliert, die diesem Kriterium entspricht.

Kriterium A: Aufgrund eines Verdachts der Eltern bestehen nach einer ärztlichen Untersuchung keinerlei pathologische Auffälligkeiten hinsichtlich der Hörfähigkeit des Kindes.

Im Audiogramm (falls vorhanden), bzw. innerhalb einer BERA (falls vorhanden) gibt es keinerlei Hinweise, die auf eine reduzierte Hörfähigkeit schließen lassen.

Auswahl der Liste zu U1:

Die gewählte Wortliste soll allgemein alle Frequenzbereiche überprüfen (Wortliste 1 bis 3).

Für hoch motivierte Kinder kann außerdem eine Wortliste aus dem mittel- bis hochfrequenten Bereich ausgewählt werden, die einen Frequenzbereich verstärkt überprüft (beispielsweise Wortliste 8).

Im Anschluss daran kann eine zweite Wortliste eingesetzt werden (beispielsweise Wortliste 9 oder 10), um eine differenzierte Frequenzspezifität zu sichern.

Kriterium B: Die Hörfähigkeit ist laut ärztlicher Untersuchung zeitweilig reduziert, verursacht durch einen Hals-Nasen-Ohren Infekt, bzw. einer Mittelohrentzündung, weshalb in den meisten Fällen kein Audiogramm angefertigt wird.

Auswahl der Liste zu U1:

Die gewählte Wortliste soll allgemein alle Frequenzbereiche überprüfen (Wortliste 1 bis 3).

Ergänzend kann außerdem eine Wortliste aus dem mittel- bis hochfrequenten Bereich ausgewählt werden, die einen Frequenzbereich verstärkt überprüft (beispielsweise Wortliste 8).

Im Anschluss daran eine zweite Wortliste eines vorausgehenden, bzw. nachfolgenden Frequenzbereichs eingesetzt werden (beispielsweise Wortliste 9 oder 10), um eine differenzierte Frequenzspezifität zu sichern.

Kriterium C: Das Audiogramm ist teilweise unvollständig, bzw. ab einem bestimmten Frequenzbereich fehlen die Daten vollständig (beispielsweise ab 2 kHz).

Auswahl der Liste zu U1:

Die ausgewählte Wortliste muss in jedem Fall den Frequenzbereich verstärkt überprüfen, für den die Audiogrammdaten teilweise unvollständig, bzw. ganz fehlen.

Ergänzend kann eine weitere Liste eingesetzt werden, die verstärkt den nachfolgenden Frequenzbereich fokussiert (beispielsweise auf Liste 8 folgt Liste 9 oder 10; auf Liste 4 bzw. 5 folgt Liste 6 bzw. 7).

Alternativ kann als Ergänzung auch das gesamte Frequenzspektrum mittels Liste 1 bis 3 untersucht werden. Liste 1 bis 3 enthalten Ziel-Items aus allen definierten Frequenzbereichen. Sie können damit auch bei mehrfachem Einsatz (beispielsweise Liste 1 bis 3), verstärkt Verwechslungen aufzeigen, die ausschließlich innerhalb eines definierten Frequenzbereichs liegen.

Kriterium D: Es ist ein Audiogramm vorhanden, dessen Kurvenverlauf sich hin zu den hohen Frequenzen zunehmend verschlechtert (Hochtonabfall), bzw. dessen Kurvenverlauf grundsätzlich auf eine stark reduzierte Hörfähigkeit schließen lässt.

Auswahl der Liste zu U1:

Die ausgewählte Wortliste muss in jedem Fall den Frequenzbereich verstärkt überprüfen, innerhalb dessen die Audiogrammdaten sich zunehmend verschlechtern.

Ergänzend kann eine weitere Liste eingesetzt werden, die verstärkt den vorausgehenden, bzw. nachfolgenden Frequenzbereich fokussiert (beispielsweise auf Liste 8 folgt Liste 9 oder 10; auf Liste 4 bzw. 5 folgt Liste 6 bzw. 7).

Alternativ kann als Ergänzung auch das gesamte Frequenzspektrum mittels der Listen 1 bis 3 untersucht werden. Liste 1 bis 3 enthalten Ziel-Items aus allen definierten Frequenzbereichen. Sie können damit auch verstärkt

Verwechslungen aufzeigen, die ausschließlich innerhalb eines definierten Frequenzbereichs liegen.

Kriterium E: Es kann aufgrund fehlender Motivation beim Kind kein Audiogramm erstellt werden. Mit Hilfe von Beobachtungen des behandelnden Arztes, des Pädagogen, bzw. der Eltern bestehen allerdings Auffälligkeiten der Hörfähigkeit, die sich verstärkt einem, bzw. mehreren Frequenzbereichen zuordnen lassen.

Auswahl der Liste zu U1:

Aufgrund des Fehlens eines Audiogramms erscheint es sinnvoll eine Wortliste zu wählen, die das gesamte Frequenzspektrum überprüft (Liste 1 bis 3).

Alternativ können mit Hilfe von Beobachtungen oder aufgrund differenzierter Hinweise des Arztes, des Pädagogen, bzw. der Eltern, gezielt eine oder mehrere Listen ausgewählt werden, die einen Frequenzbereich verstärkt fokussieren (für den mittel- bis hochfrequenten Bereich Liste 8 bis 10, für den Bereich unterhalb 1000 Hz Liste 4 bis 7).

Für die Auswahl der nachfolgenden Untersuchungstermine U2 und U3 wurde der Fokus gezielt auf die Frequenzbereiche gerichtet, innerhalb derer im ersten Untersuchungstermin U1 vermehrt Verwechslungshäufigkeiten mit dem Reimwort aufgetreten sind (vgl. Kriterium F bis I). Da beim zweiten Untersuchungstermin U2 die Veränderungen der Einstellung der apparativen Versorgung durchgeführt wurden, konnte damit erneut durch die richtige Auswahl der Wortliste verstärkt auf den Frequenzbereich geachtet werden, der beim ersten Untersuchungstermin U1 eine Woche zuvor auf eine reduzierte Hörfähigkeit und damit auf Verwechslungen mit dem Reimwort hingewiesen hatte.

Bei erneuten Auffälligkeiten innerhalb eines definierten Frequenzbereichs beim zweiten Untersuchungstermin U2, was zunächst eine Verbesserung der Hörfähigkeit vom ersten zum zweiten Untersuchungstermin nicht ausschließt, wurde die Wortliste für den dritten Untersuchungstermin U3, der 6 Wochen später angesetzt wurde, ebenso gezielt ausgewählt. Damit konnten erneute Verbesserungen der Hörfähigkeit

mittels der OLSZTYNER HÖR REIME unmittelbar festgestellt werden (vgl. Kriterium J bis K).

Kriterium F: Das Kind zeigt beim ersten Untersuchungstermin U1 geringe, bzw. keine Auffälligkeiten innerhalb der definierten Frequenzbereiche und ist auch bei der ärztlichen Untersuchung unauffällig. Die Audiogrammdaten, bzw. BERA (falls vorhanden) sind ebenfalls unauffällig. Die apparative Versorgung (falls vorhanden) wird daher auch nicht verändert.

Weitere Untersuchungen mittels der OLSZTYNER HÖR REIME sind daher nicht notwendig.

Kriterium G: Das Kind zeigt beim ersten Untersuchungstermin U1 deutliche Auffälligkeiten innerhalb eines, bzw. mehrerer definierter Frequenzbereiche. Ein ärztlicher Befund (beispielsweise ein HNO-Infekt oder eine Mittelohrentzündung) liegt vor. Die apparative Versorgung (falls vorhanden) wird nicht verändert und um einen weiteren Untersuchungstermin (U2) sieben Tage später wird gebeten.

Auswahl der Liste zu U2:

Die auffälligen Frequenzbereiche müssen erneut überprüft werden, d.h. die Auswahl der Wortliste ist dahingehend zu treffen, dass der betroffene Frequenzbereich aus U1 verstärkt fokussiert wird, um eine Verbesserung, bzw. einer Reduzierung der Hörfähigkeit nach einem neuen ärztlichen Befund feststellen zu können.

Alternativ kann ein Kind, das beispielsweise mit Liste 1 überprüft wurde (U1) und Verwechslungen im hochfrequenten Bereich zeigte, weiterhin mit einer allgemeinen Liste (beispielsweise Liste 2 oder 3) überprüft werden. Liste 1 bis 3 enthalten Ziel-Items aus allen definierten Frequenzbereichen. Sie können damit auch bei mehrfachem Einsatz (beispielsweise Liste 1 bis 3), verstärkt Verwechslungen aufzeigen, die ausschließlich innerhalb eines definierten Frequenzbereichs liegen.

Kriterium H: Das Kind zeigt beim ersten Untersuchungstermin U1 geringe Auffälligkeiten innerhalb der definierten Frequenzbereiche. Die apparative Versorgung (falls vorhanden) wird nach Möglichkeit nur gering verändert.

Auswahl der Liste zu U2:

Die auffälligen Frequenzbereiche müssen erneut überprüft werden, d.h. die Auswahl der Wortliste muss dahingehend getroffen werden, dass der betroffene Frequenzbereich verstärkt fokussiert wird, um eine Verbesserung der leicht veränderten apparativen Einstellungen feststellen zu können.

Alternativ ist das Kind, dass beispielsweise mit Liste 1 überprüft wurde (U1) und Verwechslungen im hochfrequenten Bereich zeigte, weiterhin mit einer allgemeinen Liste (beispielsweise Liste 2 oder 3) zu überprüfen. Liste 1 bis 3 enthalten Ziel-Items aus allen definierten Frequenzbereichen. Sie können damit auch verstärkt Verwechslungen aufzeigen, die ausschließlich innerhalb eines definierten Frequenzbereichs liegen.

Kriterium I: Das Kind zeigt beim ersten Untersuchungstermin U1 deutliche Auffälligkeiten innerhalb eines, bzw. mehrerer definierter Frequenzbereiche, worauf die apparative Versorgung verändert wird.

Auswahl der Liste zu U2:

Die auffälligen Frequenzbereiche müssen erneut überprüft werden, d.h. die Auswahl der Wortliste muss dahingehend getroffen werden, dass der betroffene Frequenzbereich verstärkt fokussiert wird, um eine Verbesserung der veränderten apparativen Einstellungen feststellen zu können.

Alternativ kann ein Kind, dass beispielsweise mit Liste 1 überprüft wurde (U1) und Verwechslungen im hochfrequenten Bereich zeigte, weiterhin mit einer allgemeinen Liste (beispielsweise Liste 2 oder 3) überprüft werden. Liste 1 bis 3 enthalten Ziel-Items aus allen definierten Frequenzbereichen. Sie können damit auch verstärkt Verwechslungen aufzeigen, die ausschließlich innerhalb eines definierten Frequenzbereichs liegen.

Ergänzend kann eine Wortliste, die den entsprechenden Frequenzbereich verstärkt fokussiert, eingesetzt werden (für den mittel- bis hochfrequenten Bereich Liste 8 bis 10, für den Bereich unterhalb 1000 Hz Liste 4 bis 7).

Kriterium J: Das Kind zeigt beim zweiten Untersuchungstermin U2, nach veränderten apparativen Einstellungen, bzw. nach einer ärztlichen Folgeuntersuchung aufgrund eines HNO-Infekts, bzw. einer Mittelohrentzündung, deutliche Verbesserungen innerhalb der definierten Frequenzbereiche, die zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung U1 noch auffällig sind. Um einen weiteren Untersuchungstermin U3 wird 6 Wochen später gebeten, da noch immer Auffälligkeiten innerhalb eines, bzw. mehrerer Frequenzbereiche bestehen (falls der HNO-Infekt, bzw. die Mittelohrentzündung abgeheilt ist, bzw. keinerlei Auffälligkeiten in einem bzw. mehreren Frequenzbereichen bestehen, wird kein neuer Termin U3 erbeten).

Auswahl der Liste zu U3:

Zur Überprüfung der geringeren Anzahl der Verwechslungen mit dem Reimwort erscheint es sinnvoll eine Wortliste zu wählen, die das gesamte Frequenzspektrum überprüft (Liste 1 bis 3).

Alternativ kann aufgrund Beobachtungen, bzw. gezielten Hinweisen beispielsweise des Audiologen, der kurz zuvor das Kind untersucht hat, eine Liste eingesetzt werden, die einen Frequenzbereich verstärkt fokussiert (für den mittel- bis hochfrequenten Bereich Liste 8 bis 10 und für den Bereich unterhalb 1000Hz Liste 4 bis 7).

Kriterium K: Das Kind zeigt beim zweiten Untersuchungstermin U2, nach veränderten apparativen Einstellungen wenig, bzw. keine Verbesserung innerhalb der definierten Frequenzbereiche, die zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung U1 bereits auffällig sind.

Aufgrund einer qualitativen Einschätzung der Eltern, bzw. des betreuenden Pädagogen ist kaum eine, bzw. keine Verbesserung der Hörfähigkeit zu

verzeichnen. Um einen weiteren Untersuchungstermin U3 wird 6 Wochen später gebeten.

Auswahl der Liste zu U3:

Zur Überprüfung der erneut auftretenden Verwechslungen mit dem Reimwort erscheint es sinnvoll eine Wortliste zu wählen, die das gesamte Frequenzspektrum überprüft (Liste 1 bis 3).

Alternativ kann gezielt eine Wortliste eingesetzt werden, die das betroffene Frequenzspektrum verstärkt überprüft.

Nach Abschluss des dritten Untersuchungstermins U3 konnten weitere Auffälligkeiten, bzw. Verwechslungen mit dem Reimwort bei den an U3 beteiligten Kindern (n=21) nachgewiesen werden. Diese Auffälligkeiten lagen mit drei Ausnahmen in den oberen Frequenzbereichen (FB5/6) und damit meist auch an den technischen Grenzen der jeweiligen apparativen Versorgung. Drei hörgeschädigte Kinder zeigten weiterhin Auffälligkeiten im Frequenzbereich FB4, was ebenfalls damit zusammenhängen könnte, dass die Hörfähigkeit von Kleinkindern und Kindern im Alter von 3-7 Jahren in den meisten Fällen hin zu den hohen Frequenzen reduziert ist. Das Cochlear Implant versucht bis in den Frequenzbereich FB6 hinein die Hörfähigkeit der Kinder, durch die tonotope Anordnung der Elektroden in der Cochlea zu optimieren, die gängigen Hörgeräte-Typen stoßen hier bereits an ihre Grenzen. Mit Hilfe dieses eigens für die OLSZTYNER HÖR REIME entwickelten Qualitativen Auswahlkriterium wurden jedoch die Einstellungen aller Hörgeräte, bzw. die Einstellungen der Sprachprozessoren der Cochlear Implantate für jedes Kind ausnahmslos optimiert. Eine Verbesserung der Hörfähigkeit aller hörgeschädigten Kinder im Alter von 3-7 Jahren mittels der OLSZTYNER HÖR REIME konnte durchweg erzielt werden, was die Ergebnisse der gesamten Untersuchung belegen. Dabei muss berücksichtigt werden, dass für die Klinische Stichprobe zwar eine Optimierung angestrebt wurde, eine 0% Verwechslung, d.h. keinerlei Verwechslung mit dem Reimwort aber kaum erreicht werden konnte, da alle hörgeschädigten Kinder weiterhin von einer reduzierten Hörfähigkeit betroffen bleiben.

Zusammenfassend kann festgehalten werden: die Ergebnisanalyse der inferenzstatistischen Methode zeigt, dass durch eine Veränderung der apparativen Versorgung von Kindern der Klinischen Stichprobe innerhalb definierter Frequenzbereiche, höchst signifikante Verbesserungen für die Verwechslungshäufigkeit mit dem Reimwort erreicht werden konnten. Die durchweg realisierte Optimierung der Hörfähigkeit nach sieben Tagen zeigte zeitlich anhaltende Verbesserungen der Hörfähigkeit bei hörgeschädigten Kindern im Alter von 3-7 Jahren auch noch sechs Wochen später. Da allerdings sechs Wochen später bei fünf von sechs Frequenzbereichen keine signifikanten Veränderungen mehr festgestellt werden konnten, kann davon ausgegangen werden, dass eine erste Überprüfung mit einer Optimierung der apparativen Versorgung in Folge und einer sich anschließenden zweiten Kontrolluntersuchung eine Woche nach Erstuntersuchung völlig ausreicht, um die Hörfähigkeit der Kinder anhaltend zu verbessern.

Wie konnten diese sehr guten Ergebnisse bei der Durchführung des OHR-Verfahrens mit hörgeschädigten Kindern gewonnen werden? Und was kann dabei für die zukünftige Anwendung innerhalb der Pädagogischen Audiologie als neu angesehen werden, was diese durchweg erzielte Verbesserung der Hörfähigkeit aller hörgeschädigten Kinder begründet?

Aktuelle Studien einer Dialogischen Pädagogik leisten bei der Beantwortung dieser Frage einen bedeutenden Beitrag und bilden gleichzeitig den in hohem Maße pädagogisch ausgerichteten Hintergrund für die Konzeption und die gesamte Durchführung der OLSZTYNER HÖR REIME. Wesentliche Prozesse des Spracherwerbs und der Hörentwicklung, bzw. der Hörbahnreifung laufen bereits innerhalb der ersten Lebensmonate des Kindes ab. Diese sind verantwortlich für die Bildung neuronaler Netze und deren anschließende funktionelle Reifung. Die entsprechenden akustischen Stimuli aus der Umwelt sind dafür unbedingt nötig (vgl. KLINKE 1998; KLINKE, KRAL, HARTMANN 2001; KLINKE 2002).

Im Kleinkindalter verfügen Kinder meist über einen größeren passiven als aktiven Wortschatz, d.h. ein Kind von beispielsweise 3 Jahren ist in der Lage, wesentlich mehr Wörter zu verstehen, als es selbst expressiv produzieren kann. Ferner befindet sich das Kind in den ersten Lebensjahren im Prozess des Hören- und Sprechenlernens. Dass das Kind über ein genetisches Programm verfügt, sowie über äußerst starke Lernstrategien, die ihm den Spracherwerbsprozess möglich machen, ist aus der Forschung bekannt und unbestritten (vgl. CHOMSKY 1969, BRUNER 1997,

HORSCH 1997; HORSCH 2001). Von einem Zusammenhang zwischen sensiblen Phasen, bzw. Lernfenstern und dem Sprach- und Hörerwerb, wie dies neurophysiologische Untersuchungen belegen, kann ausgegangen werden (vgl. KLINKE 1997, KLINKE 2000, HORSCH 1997, HORSCH 1998, HORSCH 2001). Ferner betont Horsch die phonematische Prototypenbildung als wichtigen Meilenstein in der Hörentwicklung und damit auch für den Spracherwerb. Demnach werden zunächst nicht ganze Wörter erlernt, sondern die für das Kind wichtigen Prototypen, denen sich weitere Lautverbindungen anschließen. Erste Wörter entstehen so aus Lallsequenzen, die aber bereits früh kulturgebundene Eigenheiten aufweisen. Intonationsstrukturen, Betonungen und typische Lautverbindungen der Muttersprache spielen dabei eine wichtige Rolle (vgl. HORSCH 2001). Die Lautverbindungen bzw. erste Wörter hörgeschädigter Kinder folgen ebenfalls diesen Kategorien. Untersuchungen unter Berücksichtigung neurophysiologischer Aspekte zeigen, dass sprachlicher Fortschritt etwa die gleiche Dauer bei hörenden, als auch bei hörgeschädigten Kindern in Anspruch nimmt (vgl. GOPNIK, MELTZOFF, KUHL 1999, HORSCH 2001).

Diese Hör- und Sprachentwicklung von Kleinkindern und Säuglingen vollzieht sich ausschließlich im gemeinsamen Dialog zwischen Kind und Mutter, bzw. zwischen dem Kind und seiner Bezugsperson, was eigene Forschungen in diesem Bereich belegen (vgl. HORSCH, BISCHOFF 2003). Für die gesamte Durchführung der OLSZTYNER HÖR REIME wurde der Fokus damit durchweg auf eine durch Beziehung zum Kind getragene Grundhaltung gerichtet. Neue Forschungsergebnisse weisen nachdrücklich darauf hin, dass nur im unmittelbaren Dialog mit dem hörgeschädigten Kind Möglichkeiten enthalten sind, dem Kind Angebote in einer natürlichen Interaktion zu sichern (vgl. HORSCH, BISCHOFF 2003).

Die unmittelbare Beziehung vom Untersucher zum Kind ist damit für die Durchführung des OHR-Verfahrens die Basis allen Handelns. Der Blickkontakt stellt dabei aus pädagogischer und entwicklungspsychologischer Sicht zunächst die Basis der Beziehung im Dialog zum Kind dar (vgl. HORSCH 2004). Er ist bereits in der frühen Entwicklung des Säuglings und Kleinkindes das tragende Element und dient dem Kind, seine kommunikativen Bedürfnisse seinen Eltern mitzuteilen (vgl. HORSCH, LASZIG ET AL. 2002). Die Entwicklung der Vokalisation, die bereits vor der apparativen Versorgung begonnen hat, wird ab dem Zeitpunkt der Erstanpassung der Hörgeräte, bzw. des Sprachprozessors des Cochlear Implants stark vorangetrieben, ausgelöst

durch erste Höreindrücke, die das auditorische System jetzt verarbeiten kann. Die Vokalisation des Kindes wird anschließend verstärkt melodios und erhält mehr und mehr eine erhöht emotionale Komponente. Innerhalb der weiteren Vokalisationsentwicklung geht das melodiose Lallen in eine strukturierte Vokalisation über, die Kinder vokalisieren mit Punkt, Komma und Strich. Dabei zeigt die Intonationsstruktur eine breitere Dynamik und ist mehr moduliert. Das bedeutet, durch eine erfolgreiche Erstanpassung der apparativen Versorgung mittels Hörgeräten, bzw. Cochlear Implant und deren kontinuierlichen Optimierung, kann der Hör- und Spracherwerb des hörgeschädigten Kindes sowohl in Quantität, wie auch Qualität stetig verbessert werden.

Zur selben Zeit werden sicher erkennbare Hörreaktionen beim Kind immer regelmäßiger. Hochfrequente Elemente der Sprache, sowie Umweltgeräusche im mittel- bis hochfrequenten Bereich werden vom Kind immer sicherer der Geräuschquelle zugeordnet. Das motherese der Mutter, bzw. das teacherese des Pädagogen folgt dabei dem unmittelbaren Handlungsbezug und damit konsequent der dialogischen Interaktion des Kindes (vgl. HORSCH, BISCHOFF, FAUTZ 2002B). Die turn-öffnende und damit steigende Intonation motiviert das Kind in den Dialog zu treten. Dabei entwickelt sich die kindliche Dialogfähigkeit im direkten sich Aufeinander-Beziehen (vgl. HORSCH, BISCHOFF 2003).

Wie hat das OHR-Verfahren diese notwendige Differenzierung im Untersuchungs-Setting realisiert? Durch die Aufsprachen einer ungeschulten Sprecherin im teacherese, sind die OLSZTYNER HÖR REIME damit als ein besonders kindgerechtes Reim-Verfahren für Kinder im Alter von 3-7 Jahren mit offenem Antwortformat einzustufen. Die stark moduliert, akzentuiert und melodios Sprechweise der Sprecherin zeigte in beiden Altersgruppen eine hohe Anziehungskraft, Motivation und ein großes Durchhaltevermögen der Kinder sowohl während der Standardisierung des Verfahrens, als auch bei der Klinischen Stichprobe zur Optimierung der Hörfähigkeit. Aufsprachen der Ziel-Items im teacherese sind für sprachaudiometrische Verfahren sowohl im polnischen wie auch im deutschsprachigen Raum bislang nicht erforscht und wurden mit den OLSZTYNER HÖR REIMEN erstmals in der Sprachaudiometrie für Kinder mit einer weiblichen Sprecherin umgesetzt.

Der hohe Aufforderungscharakter des teacherese und das damit verbundene kontingente Antworten auf die Äußerungen des Kindes, beispielsweise in Form des

Dialogischen Echos innerhalb sehr früher Dialoge tragen dazu bei, dass das Kind aktiv am Dialog beteiligt bleibt (vgl. HORSCH, BISCHOFF, FAUTZ 2002B). Das Kind setzt vermehrt Kommunikation ein, um seinen Gefühlszustand mitzuteilen und gleichzeitig sein Gegenüber zum Handeln aufzufordern. Dies geschieht meist in formatgeleiteten Spielhandlungen zwischen Mutter und Kind, bzw. zwischen Pädagogen und Kind (vgl. HORSCH, BLUM, BREUNINGER 2002; HORSCH 2004).

Der Frühpädagoge verfolgt dabei als Ziel die Beziehung zum Kind zu suchen um ihm dialogisch zu begegnen. Durch ein dialoggeleitetes Grundverständnis wird dem Kind Raum geschaffen, in dieser Interaktion aktiv seinen eigenen Platz zu finden, damit Beziehungserfahrung im Kontext von Hören und Sprechen gesichert wird. Beziehungserfahrungen, bzw. Hörerfahrungen müssen dabei stets den Interessen des Kindes folgen. Die Art und Weise, wie der Frühpädagoge diese dialogische Beziehung gestaltet, wie er sie lebt und damit für das Kind erlebbar macht, entscheidet in hohem Maße über den Prozess des Hören- und Sprechenlernens, den das hörgeschädigte Kind vollzieht (vgl. HORSCH, BISCHOFF, FAUTZ 2002B).

Forschungsergebnisse dieser Art weisen daher für die Pädagogische Audiologie mit Nachdruck auf eine pädagogische Ausrichtung des Verfahrens, sowie auf die große Bedeutung einer differenzierten und kindgerechten Auswahl des Wortmaterials innerhalb der Sprachaudiometrie speziell für Kinder hin. Das Sprachmaterial muss so kindgerecht wie möglich sein und zusätzlich in hohem Maße motivierend für das Kind dargeboten werden. Die Sensibilität des Untersuchers und dessen Fähigkeit mit dem Kind in Beziehung zu treten spielen dabei eine tragende Rolle. Nur so sind aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, die zur Optimierung der apparativen Versorgung des hörgeschädigten Kindes führen können.

Konkrete Anweisungen an das Kind in Form einer Übungsreihe wurden im Anschluss an diese im identischen Format für das Kind mit einer konkreten Wortliste durchgeführt. Die OLSZTYNER HÖR REIME bilden damit für die Pädagogische Audiologie ein neues und modernes sprachaudiometrisches Verfahren, das nicht nur den aktuell in der Sprachaudiometrie geforderten Ansprüchen genügt, sondern außerdem neueste Ergebnisse einer Dialogischen Frühpädagogik in sein Gesamtdesign miteinschließt. Mit den Aufsprachen einer weiblichen Sprecherin im teacherese bilden die OLSZTYNER HÖR REIME darüber hinaus das erste sprachaudiometrische Verfahren für polnische hörgeschädigte Kinder im Alter von 3-7 Jahren, das mittels dieser besonders kindgerechten Sprechweise realisiert wurde

und zukünftig realisiert werden kann. Die Normlistenwerte aller Wortlisten des OHR-Verfahrens, sowie die Ergebnisse der Gesamtstichprobe mit n=274 Kindern im Alter von 3-7 Jahren bestätigen in erster Linie die Methode, sie lassen aber auch den Schluss zu, dass die durch Beziehung getragene Grundhaltung zum Kind sich positiv auf die Überprüfungssituation auswirkt.

Der zukünftige Einsatz des OHR-Verfahrens mit Kindern im Alter von 3-7 Jahren und die damit verbundene Vergrößerung beispielsweise der Klinischen Stichprobe ist anzustreben.

Der hohe Anteil hörgeschädigter Kinder innerhalb der Klinischen Stichprobe, die apparativ mit Hörgeräten versorgt sind, spiegelt die momentane Wirklichkeit Polens im Gebiet Masuren wider. Aber auch hier werden zukünftig immer mehr hörgeschädigte Kinder mit einem, möglicherweise bald auch mit zwei Cochlear Implantaten versorgt werden, so dass auch diesen Kindern die wohnortnahe Optimierung ihrer Hörfähigkeit ermöglicht werden sollte. Aus diesem Interesse heraus soll diesen Kindern bei einer erneuten Durchführung des OHR-Verfahrens Vorrang eingeräumt werden, damit die OLSZTYNER HÖR REIME auch zukünftig als gesichertes Verfahren zur Optimierung der Hörfähigkeit von cochlear implantierten Kindern eingestuft werden können.

Ein weiteres zukünftiges Interesse in der Forschung im Bereich der Untersuchung mittels des OHR-Verfahrens könnte in der Überprüfung von Kindern unter 3 Jahren liegen. Diese frühkindliche Lebensphase stellt im Rahmen der Sprachaudiometrie eine besondere Herausforderung dar, die durch die fröhpädagogische Vernetzung der OLSZTYNER HÖR REIME realisiert werden könnte. Eigene Untersuchungen in Polen im Rahmen eines Hör-Screenings zeigten, dass Kinder bereits im Alter von 1,9 Jahren durch ein dialoggeleitetes Untersuchungs-Setting verlässliche Angaben machen können (vgl. HORSCH, GÓRNIWICZ, BISCHOFF, FAUTZ 2001A). Zukünftiges Forschungsinteresse sollte daher die Anwendung der OLSZTYNER HÖR REIME für Kinder unter 3 Jahren fokussieren.

10. LITERATUR

AGNEW, J. (1999): Challenges and Some Solutions for Understanding Speech in Noise. In: High Performance Hearing Solutions 3. New York, 4-8

ALICH, G. (1985): Anmerkungen zum Freiburger Sprachverständnistest (FST). In: Sprache-Stimme-Gehör 9. Stuttgart/New York, 1-6

AYRES, A.J. (1998): Bausteine der kindlichen Entwicklung. Berlin/Heidelberg

BACHMANN, J., KIEßLING, J. (1998): Ein Vergleich von Hörgeräte-Anpassverfahren mit bzw. ohne Einbeziehung der kategorialen Lautheitsskalierung. In: Zeitschrift für Audiologie 1. Heidelberg, 16-29

BANGERT, H. (1980): Probleme bei der Ermittlung des Diskriminationsverlustes nach dem Freiburger Sprachtest. In: Audiologische Akustik 19. Heidelberg, 166-170

BASCHAB, J.S. (2003): Sind Hörgeräte wiederverwendbare Hilfsmittel? In: Hörakustik 12. Heidelberg, 22-23

BASCHAB, J.S., CLABEN, I. (2003): Ausschreibung der Hörgeräteversorgung: Vision oder Realität? In: Hörakustik 5. Heidelberg, 80-81

BATTMER, R.-D., GNADENBERG, D. (1994): Objektive Methoden zur Anpassung und Überprüfung des Cochlear-Implants bei Kindern. In: Lenarz, T., Lehnhardt, E., Bertram, B.: Cochlear Implant bei Kindern. Stuttgart, 66-78

BATTMER, R.-D., LEHNHARDT, E. (1984): Beziehungen zwischen der Tonhörschwelle und dem Einsilberverstehen bei Innenohrschwerhörigkeit. In: HNO 32. Basel, 69-73

BAUMANN, J. (2002): Geräuschunterdrückung und Sprachanhebung in modernen Mehrkanal-Hörgeräten: ein Vergleich. In: Hörakustik 11. Heidelberg, 10-25

BAUMANN, M. (2002): Kinder-Audiologie in Kopenhagen. 2. Widex Congress of Paediatric Audiology. In: Hörakustik 8. Heidelberg, 60-62

BAYER, E. (2000): Anatomisch-ästhetisch optimierte „offene“ Funktions-Otoplastiken. In: Hörakustik 8. Heidelberg, 6-19

BAYER, E. (2003): Viel mehr als "nur" IO-Hohlschalenfertigung. In: Hörakustik 7. Heidelberg, 10-17

BEKEREDJIAN, W. (2004): Realisierung digital programmierbarer volldigitaler Hörgeräte – Ein Überblick. In: Hörakustik 5. Heidelberg, 10-13

BERTRAM, B. (1991): Rehabilitation von Kindern mit einem Cochlea Implantat (CI) im Cochlear Implant Centrum (CIC) Hannover. In: Lehnhardt, E., Bertram, B. (Hrsg.). Rehabilitation von Cochlear Implant Kindern. Berlin, 63-103

BERTRAM, B. (1994): Besonderheiten der Hör- Spracherziehung von CI-versorgten Kindern. In: Lenarz, T., Lehnhardt, E., Bertram, B.: Cochlear Implant bei Kindern. Stuttgart/New York, 79-94

BIESALSKI, P., LEITNER, H., LEITNER, E., GANGEL, D. (1974): Der Mainzer Kindersprachtest. Sprachaudiometrie im Vorschulalter. In: HNO 22. Basel, 160-161

BILLICH, P. (1981): Heidelberger CVC-Audiometrie. Entwicklung und Erprobung. Heidelberg

BISCHOFF, S., BISCHOFF, CH., HORSCH, U. (2004): Dialog in zwei Sprachen. Zur Entwicklung von Gebärden- und Lautsprache als simultane Erwerbsprozesse. In: Horsch, U. (Hrsg.). Frühe Dialoge. Hamburg (in Druck)

BLANKENHAHN, R. (1993): Hörgeräte-Ratgeber. Stuttgart/Jena/New York

BOCHANEK, W., TOŁŁOCZKO, R. (1978): Audiometria elektrofizjologiczna impedancyjna. In: Bystrzanowska T. (Hrsg.). Audiologia Kliniczna. Warszawa, 131-147

BOCK, F. (2004): Zukunftsweisende FM-Lösungen für den Schulunterricht mit schwerhörigen Kindern. In: Hörakustik 2. Heidelberg, 66-68

BOENNINGHAUS, H.G. (1996): Hals-Nasen-Ohrenheilkunde für Studierende der Medizin. Berlin/Heidelberg

BOENNINGHAUS, H.-G., LENARZ, T. (2001): Hals-Nasen-Ohrenheilkunde. Für Studierende der Medizin. Berlin/Heidelberg/New York

BOHNERT, A., BRANTZEN, P. (2002): Erfahrungen in der Kinderanpassung. In: Hörakustik 12. Heidelberg, 76-81

BÖHME, G., WELZL-MÜLLER, K. (1998): Audiometrie – Hörprüfungen im Erwachsenen- und Kindesalter. Berlin

BONSEL, H., ULRICH, J. (2003): Anpassung digitaler Hörsysteme. In: Hörakustik 7. Heidelberg, 56-66 (1. Teil), Hörakustik 8. Heidelberg, 18-28 (2. Teil)

BONSEL, H., ULRICH, J. (2004): Spektraler Ausgleich zum Messen von Hörsystemen. In: Hörakustik 2. Heidelberg, 80-84

BORTZ, J. (1999): Statistik für Sozialwissenschaftler. Berlin/Heidelberg/New York

BOSMANN, A. (1992): Review of speech audiometric tests. In: Kollmeier, B.: (Hrsg.) Moderne Verfahren der Sprachaudiometrie. Heidelberg, 11-34

BREINER, H. (1991): Hilfen für Hörgeschädigte in Orientierung an den sensorischen Bedingungen. In.: Jussen, H., Claußen, W.H. (Hrsg.). Chancen für Schwerhörige — Hilfen aus internationaler Perspektive. München/ Basel, 230-249

BRÜGEL, F.J., SCHORN, K. (1991): Ist die Hörgeräteanpassung beim Kind ohne Bestimmung der Gehörgangsresonanz noch vertretbar? In: Sprache-Stimme-Gehör 15. Stuttgart/New York, 143-146

BRUNER, J. (1997): Wie das Kind sprechen lernt. Bern/Göttingen/Toronto/Seattle

BUBER, M. (1995): Reden über Erziehung. Heidelberg

BULK, M. (2002): Eine praxisorientierte, zeitgemäße Anpassmethode für nichtlineare Hörgeräte. In: Hörakustik 10. Heidelberg, 94-103

BÜRKLI-HALEVY, O. (1997): Hörgeräte-Anpassung bei Kindern. In: Hörakustik 6. Heidelberg, 4-15

BÜTTNER, J. (1996): Sprachaudiometrische Untersuchungen an Einzelwörtern. Inaugural-Dissertation. Würzburg

BUTZKAMM, W. & J. (1999): Wie Kinder sprechen lernen. Kindliche Entwicklung und die Sprachlichkeit des Menschen. Tübingen

BYSTRZANOWSKA, T. (1978): Audiologia Kliniczna. Warszawa

CALCAGNINI STILLHARD, E. (1994): Das Cochlear-Implant. Eine Herausforderung für die Hörgeschädigtenpädagogik. Schweizerische Zentralstelle für Heilpädagogik, Luzern

CHILLA, R., GABRIEL, P., KODZIELSKI, P., BÄNSCH, D. KABAS, M. (1976): Der Göttinger Kindersprachverständnistest. Sprachaudiometrie des „Kindergarten“- und retardierten Kindes mit einem Einsilber-Bildertest. In: HNO 24. Basel, 342-346

CHOMSKY, J. (1969): Aspekte der Syntaxtheorie. Frankfurt

CONDIE, R., TCHORZ, J. (2003): Pädaudiologische Studie: Ein modernes High-Power-Hörgerät im Test. In: Hörakustik 12. Heidelberg, 82-86

DIEROFF, H.G. (1992): Zur Definition „Selektionsfähigkeit“ bei erschwertem Sprachverstehen als Folge peripherer Perzeptionsschäden. In: HNO 40. Basel, 400-404

DIEROFF, H.G., MANGOLDT, W. (1989): Erfahrungen mit dem verhallten Freiburger Sprachtest in der Diagnostik und Rehabilitation von Hörstörungen. In: Laryngo-Rhino-Otologie 68. Stuttgart/New York, 372-378

DILLER, G. (1997): Hören mit einem Cochlear-Implant. Eine Einführung. Heidelberg

DILLER, G. (1998): Hörgerichtetheit in der Praxis. Heidelberg

DILLER, G., GRASER, P., SCHMALBROCK, C. (2000): Hörgerichtete Frühförderung hochgradig hörgeschädigter Kleinkinder. Heidelberg.

DILLIER, N. (2001): Heutiger Stand bei Cochlea-Implantaten. In: Qualitäten des Hörens. Hörgeschädigtenpädagogik Beiheft 44. Heidelberg, 104-117

DILLIER, N., LASZIG, R. (2001): Audiometrie und Cochlear Implant. In: Lehnhardt, E., Laszig, R. (Hrsg.). Praxis der Audiometrie. Stuttgart/New York, 293-310

DILLON, H., KEIDSER, G., O'BRIAN, A., SILBERSTEIN, H. (2004): Vergleich der Klangqualität moderner Hörgeräte. In: Hörakustik 2. Heidelberg, 10-22

DING, H. (1995): Aurale Rehabilitation Hörgeschädigter. Aller Anfang ist Hören. Berlin/Heidelberg/New York

DÖLP, U. (1992): Entwicklung eines offenen Logatomtests zur Beurteilung des Sprachhörverlusts – erste Ergebnisse einer exemplarischen Untersuchung. In: Kollmeier, B. (Hrsg.). Moderne Verfahren der Sprachaudiometrie. Heidelberg, 169-195

DÖRING, W.H., HAMACHER, V. (1992): Neue Sprachverständlichkeitstests in der Klinik: Aachener Logatomtest und „Dreinsilbertest“ mit Störschall. In: Kollmeier, B. (Hrsg.). Moderne Verfahren der Sprachaudiometrie. Heidelberg, 137-168

DORNES, M. (1999): Der kompetente Säugling. Frankfurt

ECKERT, U. (1998): Wybrane Zagadnienia z Surdopedagogiki. Warszawa

ECKERT, U. (2000): Maria Góralnowa, wielki polski audilog dziecięcy. In: Eckert, U., Stecewicz, A.: Rewalidacja małego dziecka z wadą słuchu w rodzinie. Dzieci i Młodzieży z Wadą Słuchu. Szczecin, 9-14

EGGEBRECHT, H.H. (1984): Meyers Taschenlexikon Musik. 3 Bd. Mannheim/Wien

EICHHORN, S. (2002): Audiologische Themen auch für den niedergelassenen HNO-Arzt im Mittelpunkt. In: Hörakustik 2. Heidelberg, 30-44

FASTL, H. (1987): Ein Störgeräusch für die Sprachaudiometrie. In: Audiologische Akustik 26. Heidelberg, 2-13

FERGUSON, CH. A. (1977): Baby talk as a simplified register. In: Snow, C.E., Ferguson, Ch.A. (Hrsg.). Talking to children. Language input and acquisition. Cambridge, 209-235

FLEISCHER, G. (2000): Gut Hören. Heute und Morgen. Heidelberg

FRERICHS, H.H. (1998): Audiopädagogik. Theoretische Grundlagen einer Förderung auditiv stimulierbarer Hörbeeinträchtigter. Villingen Schwenningen

FRIEDERICI, A. (1997): Menschliche Sprachverarbeitung und ihre neuronalen Grundlagen. In: Meier, H. & Ploog, D. (Hrsg.). Der Mensch und sein Gehirn. München, 137-156

FRIEDERICI, A., HAHNE, A. (2000): Neurokognitive Aspekte der Sprachentwicklung. In: Grimm, H. (Hrsg.). Sprache 3. Sprachentwicklung. Göttingen/Bern, 273-302

GABRIEL, B., ALBANI, S., KOLLMEIER, B. (1999): Audiologische Erfolgskontrolle von digitalen Hörgeräte-Anpassungen. In. Audiologische Akustik 1. Heidelberg, 26-32

GABRIEL, P., CHILLA, R., KIESE, CH., KABAS, M., BÄNSCH, D. (1976): Der Göttinger Kindersprachverständnistest. II. Sprachaudiometrie des Vorschulkindes mit einem Einsilber-Bildtest. In: HNO 24. Basel, 399-402

GANZ, H., JAHNKE, V. (1996): Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde. Berlin/New York

GELFAND, S.A. (1997): Essentials of Audiology. Stuttgart/New York

GEREMEK, A., SKARŻYŃSKI, H., SZUCHNIK, J. (1998): Pediatric Cochlear Implants Program - Current State. In: Skarżyński, H.; Kochanek, K. (Hrsg.). Nowe obiektywne metody badań w audiologii i otoneurologii. Audiofonologia TOM XIII. Warszawa, 275-282

GEREMEK, A., SZUCHNIK, J., SKARŻYŃSKI, H. (2003): Efekty programu wszczepiania implantów ślimakowych u dzieci z dodatkowymi deficytami – Studia przypadków. In: Słyszę 2. Warszawa, 4-5

GLOMP, I. (2003): Verblüffend anpassungsfähig: Das menschliche Gehirn. In: Psychologie heute. Weinheim, 46-49

GOPNIK, M. (1997): The Inheritance and Innateness of Grammars. New York/ Oxford

GOPNIK, A., MELTZOFF, A. (1997): Words, Thoughts, and Theories. Bradford Book. Massachusetts/ London

GOPNIK, A., MELTZOFF, A. & KUHL, P. (1999): How Babies think. London

GÓRALÓWNA, M., HOŁYŃSKA, B. (1993): Rehabilitacja małych dzieci z wadą słuchu. Warszawa

GORTNER, L. (1998): Gesichtspunkte der Prävalenz und Ätiologie von frühkindlichen Hörstörungen. In: Leonhardt, A. (Hrsg.). Ausbildung des Hörens-Erlernen des Sprechens. Berlin, 29-41

GRALIŃSKI, J. (2002): Program Badań Przesiewowych Słuchu u Dzieci i Młodzieży w Latach 2001-2005. In: Słyszę 12. Warszawa, 4-5

GRALIŃSKI, J. (2003): Program Badań Przesiewowych Słuchu u Dzieci i Młodzieży w Latach 2001-2005. In: Słyszę 1. Warszawa, 4-5

GRANDORI, F. (1998): European Consensus Statement on Neonatal Hearing Screening. J. In: Journal Laryngol Otol. 112 (12). New York, 12-19

GREENSPAN, S. (2001): Das große Erziehungshandbuch für die ersten sechs Lebensjahre. Düsseldorf

GRIMM, H. (1978): Der Heidelberger Sprachentwicklungstest (H-S-E-T): Theoretische Grundlagen und empirische Ergebnisse. In: Augst, G. (Hrsg.). Spracherwerb von 6 bis 16. Düsseldorf/Schwann, 53-77

GRIMM, H. (1999): Störungen der Sprachentwicklung. Grundlagen – Ursachen – Diagnose – Intervention – Prävention. Göttingen/ Bern/Toronto/ Seattle

GRIMM, H., SCHÖLER, H. (1985): Sprachentwicklungsdiagnostik. Was leistet der Heidelberger Sprachentwicklungstest? Göttingen/Toronto/Zürich

GRIMM, H.; WEINERT, S. (2002): Sprachentwicklung. In: Oerter, R.; Montada, L. (Hrsg.). Entwicklungspsychologie. Weinheim, 517-546

GRIMM, H.; WILDE, S. (1998): Im Zentrum steht das Wort. In: Keller, H. (Hrsg.). Lehrbuch Entwicklungspsychologie. Bern/Göttingen/Toronto/Seattle, 445-475

GROSS, M. (2000): Deutsches Zentralregister für kindliche Hörstörungen auch für Hörgeräte-Akustiker nutzbar. In: Hörakustik 1. Heidelberg, 6-18

GROSS, M., NUBEL, K., SPORMANN-LAGODZINSKI, M.-E. (2002): Universelles Neugeborenen-Hörscreening in Berlin – ein interdisziplinäres Modellprojekt. In: Gross, M, Kruse, E. (Hrsg.). Aktuelle phoniatriisch-pädaudiologische Aspekte 2002/2003. Göttingen, 192-195

HACKER, D (1999): Phonologie. In: Füssenich, I. (Hrsg.). Sprachtherapie mit Kindern. München/Basel, 13-66

HAHLBROCK, K.-H. (1970): Sprachaudiometrie. Grundlagen und praktische Anwendung einer Sprachaudiometrie für das deutsche Sprachgebiet. Stuttgart/New York

HARTMANN-BÖRNER, CH., SALZ, W. (2000): Pädagogische Audiologie. Grundlagen einer zeitgemäßen Hörgeschädigtenpädagogik. Berufsverband Deutscher Hörgeschädigtenpädagogen. Hamburg

HARTMANN-BÖRNER, CH. (2001): Neue Qualifikationen und neue Qualitäten für Hörgeschädigtenpädagogen. In: Qualitäten des Hörens. Hörgeschädigtenpädagogik Beiheft 44. Heidelberg, 279-287

HEDERVARI-HELLER, E. (2000): Frühe Interaktionsstrukturen in der Mutter-Kind-Dyade: Interaktionsprozesse sowie Selbst- und Objektrepräsentanzen. In: Koch-Kneidl, L., Wiese, J. (Hrsg.). Frühkindliche Interaktion und Psychoanalyse. Göttingen, 10-40

HEINEMANN, M. (1998): Bedeutung der Früherkennung von Hörschäden aus medizinischer Sicht. In: Plath, P. (Hrsg.). Frühe Erkennung und Behandlung von Hörschäden bei Säuglingen. Essen, 21-43

HEINEMANN, M., BOHNERT, A., LIPPERT, K.L., KEILMANN, A., BRANTZEN, P. (2001): Anpassung von Hörgeräten auf der Basis von RECD-Messungen und des DSL [i/o]-Verfahrens. In: Zeitschrift für Audiologie 40. Heidelberg, 104-112

- HEINZ, J.W. (1999): Grundsätzliche und neue Aspekte zur Hörgeräteversorgung im Kindesalter. In: Hörakustik 1. Heidelberg, 7-15 (1. Teil), Hörakustik 2. Heidelberg, 69-74 (2. Teil)
- HEINZ, J.W. (2001): Profitieren auch hörgeschädigte Kinder von neuen Geräte-Technologien? In: Hörakustik 9. Heidelberg, 38-46
- HELLBRÜCK, J. (1993): Hören. Physiologie, Psychologie und Pathologie. Göttingen/Bern/Toronto/Seattle
- HELLER, O. (1992): Frequenzspezifische Sprachaudiometrie. In: Kollmeier, B. (Hrsg.). Moderne Verfahren der Sprachaudiometrie. Heidelberg, 264-277
- HENNON, E., HIRSH-PASEK, K., GOLINKOFF, R.M. (2000): Die besondere Reise vom Fötus zum spracherwerbenden Kind. In: Grimm, H. (Hrsg.). Sprachentwicklung. Bd.3 Göttingen/Bern/Toronto/Seattle
- HERBST, G. (2001): Volldigitale Hörgeräte – wie ging es weiter? In: Hörakustik 12. Heidelberg, 10-18
- HINTERMAIR, M., LEHMANN-TREMMEL, G., MEISER, S. (2000): Wie Eltern stark werden. Soziale Unterstützung von Eltern hörgeschädigter Kinder - Eine empirische Bestandsaufnahme. Hamburg
- HIRSH-PASEK, K., GOLINKOFF, R.M. (1997): The Origins of Grammar. Evidence from Early Language Comprehension. Massachusetts
- HIRSH-PASEK, K., HENNON, E., GOLINKOFF, R., PENCE, K., PULVERMAN, R., SOOTSMAN, J., PRUDEN, S., MAGUIRE, M. (2001): Social attention need not equal social intention: From attention to intention in early word learning. In: Behavioural and Brain Sciences. New York, 1108-1109
- HOFF-GINSBERG, E. (1993): Landmarks in children's language development. In: Blanken, G. et al. (Hrsg.). Linguistic Disorders and pathologies. An international handbook. Berlin, 558-573
- HOJAN, E., STEPLINGER, I., FASTL, H. (1997): Zur Verständlichkeit deutscher Sprache im Störgeräusch nach Fastl durch polnische Hörer mit unterschiedlichen Deutschkenntnissen. In: Audiologische Akustik 1. Heidelberg, 32-37
- HOŁDYS, A. (1995): Udział słuchu fonematycznego w procesie komunikacji językowej dziecka przedszkolnego. In: Danel-Bobrzyk, H.; Winiarska, A. (Hrsg.). Rozwój dziecka i jego stymulacja w instytucjach wychowania przedszkolnego. Katowice
- HOLUBE, I., KOLLMEIER, B. (1994): Modifikation eines Fragebogens zur Erfassung des subjektiven Hörvermögens und dessen Beziehung zur Sprachverständlichkeit in Ruhe und unter Störgeräuschen. In: Audiologische Akustik 33, Heft 4. Heidelberg, 22-35
- HORSCH, U. (1997): Wie das Kind sprechen lernt. Anmerkungen zu Theorien des Spracherwerbs. In: Hörgeschädigtenpädagogik 2. Heidelberg, 89-116

HORSCH, U. (1998): Die Bedeutung des Hörens in der Beziehungsentwicklung. In: Spektrum Hören. Hamburg, 6-17

HORSCH, U. (2000): Hörenlernen und Spracherwerb begleiten. In: Hörgeschädigtenpädagogik interdisziplinär. 32. Bundeskongress des BDH. Würzburg, 44-72

HORSCH, U. (2001): Wie das Kind hören und sprechen lernt. Hörenlernen und Spracherwerb begleiten. In: Qualitäten des Hörens. Hörgeschädigtenpädagogik Beiheft 44. Heidelberg, 248-279

HORSCH, U. (2002A): Entlastet das Cochlea-Implantat die familiäre Situation? Eine vergleichende internationale Studie. In: 5. Cochlea-Implantat-Forum. Tagungsbericht. St. Gallen, 1-12

HORSCH, U. (2002B): Eltern und ihr cochlear-implantiertes Kind. Familiäre Belastungs- und Bewältigungsprozesse durch das Cochlear Implant. In: Horsch, U. (Hrsg.). Cochlear Implant. Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie. CICO Cochlear-Implant-Centrum-Olsztyn. Olsztyn, 123-134

HORSCH, U. (2003): Emotionen-Hören lernen-Sprache erwerben. In: Sprache-Stimme-Gehör 3. Stuttgart, 126-131

HORSCH, U. (2004): Frühe Dialoge als Elemente der Hör- und Sprachentwicklung. In: Horsch, U. (Hrsg.). Frühe Dialoge. Hamburg (in Druck)

HORSCH, U., BISCHOFF, S. (2003): Hören und Sprechen. Forschungsbericht zum Projekt Früherziehung hörgeschädigter Kinder in Polen. Pädagogische Hochschule Heidelberg. (unveröff.)

HORSCH, U., LASZIG, R., ET AL. (2002): Hörenlernen und Spracherwerb bei CI-Kindern unter 2 Jahren-Eine Langzeitstudie. In: Horsch, U. (Hrsg.). Cochlear Implant. Olsztyn, 147-160

HORSCH, U., BISCHOFF, CH., BISCHOFF, S. (2004): Dialogische Elemente im Erwerb der Gebärdensprache. In: Horsch, U. (Hrsg.). Frühe Dialoge. Hamburg (in Druck)

HORSCH, U., BISCHOFF, S., FAUTZ, CH. (2000): Wychowanie dialogowe. Projekt polskich/niemieckich studentów „Jaś i Małgosia” In: Kosakowski, C., Zaorska, M. (Hrsg.). Dziecko o specjalnych potrzebach edukacyjnych. Toruń, 23-32

HORSCH, U., BISCHOFF, S., FAUTZ, CH. (2001A): Dialogische Früherziehung. In: Schnecke 33. Illertissen, 14-16

HORSCH, U., BISCHOFF, S., FAUTZ, CH. (2001B): Eröffnung des CICO an der Ermland-Masuren Universität in Olsztyn/Polen. In: Hörgeschädigtenpädagogik 6. Heidelberg, 302-304

HORSCH, U., BISCHOFF, S., FAUTZ, CH. (2002A): Eröffnung des CICO-Cochlear-Implant-Centrum-Olsztyn Ermland-Masuren Universität. In: Horsch, U. (Hrsg.). Cochlear Implant. Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie. CICO Cochlear-Implant-Centrum-Olsztyn. Olsztyn, 31-42

HORSCH, U., BISCHOFF, S., FAUTZ, CH. (2002B): Dialogische Früherziehung Interdisziplinär. Entwicklung eines polnischen Kindes mit Cochlear-Implant. In: Horsch, U. (Hrsg.). Cochlear Implant. Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie. CICO Cochlear-Implant-Centrum-Olsztyn. Olsztyn, 167-173

HORSCH, U.; BISCHOFF, S., FAUTZ, CH. (2002C): Wczesna rehabilitacja dzieci z Cochlear-Implant. In: Pedagogika Specjalna-Szansa na realizację potrzeb osób niepełnosprawnych. Olsztyn-Poznań-Warszawa, 551-557

HORSCH, U.; BISCHOFF, S.; FAUTZ, CH. (2002D): O sytuacjach obciążających rodziców dzieci z wadą słuchu. In: Pedagogika Specjalna-Szansa na realizację potrzeb osób niepełnosprawnych. Olsztyn/Poznań/Warszawa, 535-541

HORSCH, U.; BISCHOFF, S., FAUTZ, CH.; JARZĄBEK, A.; STECHER, M. (2002): Badanie sytuacji obciążenia rodziców dzieci z wadą słuchu. In: Dyskursy Pedagogiki Specjalnej–Od tradycjonalizmu do ponowoczesności. Olsztyn, 360-364

HORSCH, U.; BISCHOFF, S.; FAUTZ, CH., BOGUCKA, I. (2002): Wczesna stymulacja dziecka z Cochlear-Implant–Zadanie interdyscyplinarne. In: Dyskursy Pedagogiki Specjalnej–Od tradycjonalizmu do ponowoczesności. Olsztyn, 355-359

HORSCH, U., BLUM, J., BREUNINGER, B. (2002): Frühe Dialoge in der Förderung hörgeschädigter Säuglinge und und kleinkinder. In: Sprache-Stimme-Gehör 26. Stuttgart, 50-56

HORSCH, U., GÓRNIOWICZ, J., BISCHOFF, S., FAUTZ, CH. (2001A): Styszysz to? (Hörst Du das?) Hördiagnostik über den Erlebensweg. In: Hörgeschädigtenpädagogik 4. Heidelberg, 196-200

HORSCH, U., GÓRNIOWICZ, J., BISCHOFF, S., FAUTZ, CH. (2001B): Kooperation Polen-Deutschland in Sachen Früherziehung. In: Hörakustik 10. Heidelberg, 88-96

HORSCH, U., KOSAKOWSKI, C. (1999): Wczesna stymulacja dzieci upośledzonych słuchowo w wieku od 0-6 lat. In: Pedagogika Specjalna - Idea, Treści, Rzeczywistość. Kraków, 20-21

HORSCH, U., VALENTIN, E., ROTH, J. (2004): Viele Grüße von Mama und Papa-Blickkontakt und Grußreaktion im frühen Dialog zwischen Eltern und Säugling. In: Schnecke 45. Illertissen, 20-23

HOTH, S. (2004): Automatisierte Auswertung von Messungen in der Audiologie. In: Hörakustik 1. Heidelberg, 48-52

HOTH, S. (2004): Hören und Gene – die 'unklare Hörstörung' ist vom Aussterben bedroht. In: Hörakustik 4. Heidelberg, 20-30

HOTH, S. (2004): Die Bedeutung des Gehörs im Leben. In: Hörakustik 5. Heidelberg, 34-42

INGOLD, L., TSCHOPP, K. (1992): Praktische Aspekte zur Sprachaudiometrie mit Störgeräusch. In: Sprache-Stimme-Gehör 16. Stuttgart/New York, 116-120

IWANKIEWICZ, S. (2000): Słuch u dzieci i opieka nad dzieckiem niedosłyszającym i głuchym w Polsce. In: Nowa Medycyna: Audiologia. Rok VII zeszyt 99, 3. Warszawa 19-21

JAEKEL, K., RICHTER, B., LASZIG, R. (2000): Die historische Entwicklung der Cochlea-Implantate – Von Volta bis zur mehrkanaligen intracochleären Stimulation. In: Laryngo-Rhino-Otologie 81. Stuttgart/New York, 649-658

JORASZ, U. (1998): Wykłady z psychoakustyki. Poznań

KEHRL, W., GEIDEL, K., WILKENS, L.M., LÖHLER, J. (2003): Universelles Neugeborenen-Hörscreening im Marienkrankenhaus Hamburg von September 1999 bis April 2002. In: Laryngo-Rhino-Otologie 82. Stuttgart/New York, 479-485

KEILMANN, A. (2002): Entwickelt sich das Hörvermögen von allein? In: Hörakustik 9. Heidelberg, 10-20

KELLER, H. (2001): Frühkindliche Sozialkontexte: Ein Vorschlag zur Spezifikation elterlicher Investitionen in ihre Kinder. In: von Schlippe, A., Lösche, G., Hawellek, C. (Hrsg.). Frühkindliche Lebenswelten und Erziehungsberatung. Die Chancen des Anfangs. Münster, 17-39

KELLER, H., ECKENSBERGER, L.H. (1998): Menschenbilder und Entwicklungskonzepte. In: Keller, H. (Hrsg.): Lehrbuch Entwicklungspsychologie. Bern/Göttingen/Toronto/Seattle, 11-56

KIESE-HIMMEL, C. (1999): Hörgestörte Kinder und ihr Spracherwerb; eine empirische Analyse. Heidelberg

KIESE-HIMMEL, C. (2001): Universelles Neugeborenen-Hörscreening – nur ein erster Schritt eines gesundheitspolitischen Gesamtkonzepts. In: Zeitschrift für Audiologie 40. Heidelberg, 93-95

KIESE-HIMMEL, C., OHLWEIN, S. (2002): Permanente leichtgradige Hörstörungen im Kindesalter. In: Gross, M, Kruse, E. (Hrsg.). Aktuelle phoniatriisch-pädaudiologische Aspekte 2002/2003. Göttingen, 204-208

KIEßLING, J. (1983): Hörgeräteanpassung auf der Grundlage objektiver audiometrischer Verfahren. Heidelberg

KIEßLING, J. (1989): Die Bedeutung von Sondenmikrofonmessungen für die Hörgeräteanpassung im Kindesalter. In: Sprache-Stimme-Gehör 13. Stuttgart/New York, 11-14

KIEßLING J. (1996): Versorgung mit Hörgeräten. In: Kießling, J.; Kollmeier, B.; Diller, G. (Hrsg.). Aurale Rehabilitation mit Hörgeräten. Stuttgart/New York, 49-110

KIEßLING J. (1998): Anpassverfahren für digitale Hörgeräte. In: Zeitschrift für Audiologie 4. Heidelberg, 169-175

KIEBLING, J. (2000): Moderne Verfahren der Sprachaudiometrie. In: Laryngo-Rhino-Otol. 79. Stuttgart/New York, 633-635

KIEBLING, J. (2001): Stand der heutigen Hörgerätetechnik. In: Qualitäten des Hörens. Hörgeschädigtenpädagogik Beiheft 44. Heidelberg, 97-104

KIEBLING, J. (2003): Ein okklusionsfreies Mini-HdO-Hörgerät im Praxistest. In: Hörakustik 5. Heidelberg, 8-13

KIEBLING, J., MARGOLF-HACKL, S., WESSELKAMP, M. (1999): Strategien zur Anpassung von Hörgeräten im Vergleich: schwellenbasiert versus lautheitsbasiert. In: Zeitschrift für Audiologie 38. Heidelberg, 106-117

KIEBLING, J., SCHUBERT, M., WAGNER, I. (1994): Sprachverständlichkeitsmessungen an Normalhörenden und Schallempfindungsschwerhörigen – Fünf Sprachtests im Vergleich. In: Audiologische Akustik 1. Heidelberg, 6-19 (1. Teil), Audiologische Akustik 2, Heidelberg, 11-15 (2. Teil)

KITŁOWSKA, M. (2003): Mam aparat wewnątrzuszny – użytkowanie i pielęgnacja. In: Słyszę 6/7. Warszawa, 33-34

KLANN-DELIUS, G. (1999): Spracherwerb. Stuttgart/Weimar

KLIEM, K. (1990): Testverfahren zur Erfassung der sprachlichen Hörfähigkeit und ihrer Langzeitveränderung bei Hörgeschädigten. Magisterarbeit. Kiel

KLIEM, K. (1993): Entwicklung und Evaluation eines Zweisilber-Reimtestverfahrens in deutscher Sprache zur Beurteilung der Sprachverständlichkeit in der klinischen Audiologie und Nachrichtentechnik. Dissertation. München

KLIEM, K., KOLLMEIER, B. (1992): Ein Zweisilber-Reimtest in deutscher Sprache. In: Kollmeier, B. (Hrsg.). Moderne Verfahren der Sprachaudiometrie. Heidelberg, 287-310

KLIEM, K., KOLLMEIER, B. (1994): Entwicklung und Evaluation eines Zweisilber-Reimtestverfahrens für die deutsche Sprachaudiometrie. In: Audiologische Akustik 33. Heidelberg, 4-15

KLIEM, K., KOLLMEIER, B. (1995): Überlegungen zur Entwicklung eines Zweisilber-Kinder-Reimtests für die klinische Audiologie. In: Audiologische Akustik 1. Heidelberg, 6-11

KLINKE, R. (1997): Hören als zentral nervöser Verarbeitungsprozeß. In: Hörgeschädigtenpädagogik 6. Heidelberg, 355-370

KLINKE, R. (1998): Hören lernen: Die Notwendigkeit frühkindlicher Hörerfahrungen. In: Leonhardt, A. (Hrsg.). Ausbildung des Hörens-Erlernen des Sprechens. Frühe Hilfen für hörgeschädigte Kinder. Berlin, 77-99

KLINKE, R. (2000): Reifungsprozeß im zentral auditorischen System nach früher Cochlear-Implantation. In: Tagungsband Cochlear-Implant bei Kindern. Interdisziplinärer Workshop. MHH und CIC Hannover

KLINKE, R. (2002): Sprachanbahnung über elektronische Ohren – So früh wie möglich: Schlusswort. In: Deutsches Ärzteblatt 99, Ausgabe 12. Köln, A-793

KLINKE, R., KRAL, A., HARTMANN, R. (2001): Sprachanbahnung über elektronische Ohren - So früh wie möglich. In: Deutsches Ärzteblatt 98, Ausgabe 46. Köln, 3049-3052

KLOSTER-JENSEN, M. (1974): Die Testwörter in der Sprachaudiometrie. In: Hörakustik 13. Heidelberg, 158-173

KNOBLACH, W. (1992): Methodischer Ansatz für einen hochfrequenzspezifischen Sprachtest. In: Kollmeier, B. (Hrsg.). Moderne Verfahren der Sprachaudiometrie. Heidelberg, 278-286

KOBOSKO, J. (2003): Diagnoza i pomoc psychologiczna – Dziecko z wadą słuchu i jego rodzina. In: Słyszę 1. Warszawa, 27-28

KOBOSKO, J., KOSMALOWA, J. (2002): Być supermamą i supertatą dziecka z wadą słuchu. In: Słyszę. Warszawa, 20-22

KOBOSKO, J., KOSMALOWA, J. (2003): W co i jak się bawić? In: Słyszę 5. Warszawa, 22-23

KOBOSKO, J., KOSMALOWA, J. (2004A): O miłość do dzieci. I nie tylko do nich. I o tym, co to znaczy kochać. I jak kochamy. In: Słyszę 4. Warszawa, 24-27

KOBOSKO, J., KOSMALOWA, J. (2004B): Jak sprawdzić, czy dziecko identyfikuje nazwy i cechy przedmiotów? TEST COT. Common Objects Token Test. In: Słyszę 3. Warszawa, 24-26

KOLLMEIER, B. (1997): Grundlagen. In: Kießling, J., Kollmeier, B., Diller, G. (Hrsg.). Aurale Rehabilitation mit Hörgeräten. Stuttgart/New York, 1-48

KOLLMEIER, B. (1996): Sprache und Information. In: Wendler, J., Seidner, W., Kittel, G., Eysholdt, U.: Lehrbuch der Phoniatrie und Pädaudiologie. Stuttgart/New York

KOLLMEIER, B. (2001): Strategien zur Störgeräuschunterdrückung in heutigen und zukünftigen Hörgeräten. In: Zeitschrift für Audiologie. Heidelberg, 141-143

KOLLMEIER, B., MÜLLER, C., WESSELKAMP, M., KLIEM, K. (1992): Weiterentwicklung des Reimtests nach Sotscheck. In: Kollmeier, B. (Hrsg.). Moderne Verfahren der Sprachaudiometrie. Heidelberg, 216-237

KOPCZEWSKI, J. (1987): Wiersze dla Was. Warszawa

KRUSE, S. (2003): Gebrauchte Hörgeräte für Kinder in Osteuropa. In: Hörakustik 7. Heidelberg, 80

KUHL, P. K. (2000): A new view of language acquisition. In: PNAS 24, Vol. 97, No. 22, 11850-11857

LASZIG, R. (2000A): Cochlear Implants in Children (Soft Surgery). In: Kim, C.S.; Chang, S.O.; Lim, D. (Hrsg.). Updates in Cochlear Implantation. Adv. Otorhinolaryngol. Basel, 87-89

LASZIG, R. (2000B): Wo soll die Rehabilitation nach Cochlear Implant-Versorgung stattfinden? Ambulante vs. Stationäre Betreuung. In: HNO 48 Heft 11, Basel, 797-798

LASZIG, R. (2001A): Hörverlust nach Pneumokokken-Meningitis. Engmaschige Diagnostik notwendig, um frühzeitig Cochlear-Implantat zu ermöglichen. In: Kinderärztliche Praxis Sonderheft. Mainz, 38-40

LASZIG, R. (2001B): Cochlear Implant bei Kindern. In: Monatsschrift Kinderheilkunde 9. Berlin/Heidelberg, 900-906

LASZIG, R., ASCHENDORFF, A., SCHIPPER, J. KLENZNER, T. (2004): Aktuelle Entwicklung zum Kochleaimplantat. In: HNO 52, Heft 4. Basel, 357-362

LEHNHARDT, E. (1994): Das Hannover-Cochlear-Implant-Programm für Kinder-Entwicklungen und zukünftige Perspektiven. In: Lenarz, T., Lehnhardt, E., Bertram, B.: Cochlear Implant bei Kindern. Stuttgart/New York, 16-18

LEHNHARDT, E. (1996): Praxis der Audiometrie. Stuttgart/New York

LEHNHARDT, E. (2001): Audiologisches Bild der Innenohrschwerhörigkeit. In: Lehnhardt, E., Laszig, R. (Hrsg.). Praxis der Audiometrie. Stuttgart/New York, 53-58

LEHNHARDT, E., BERTRAM, B. (1991): Rehabilitation von Cochlear Implant Kindern. Berlin

LENARZ, T. (1994): Cochlear Implant bei Kindern: Konzept, Auswahlkriterien, operatives Vorgehen und klinische Ergebnisse. In: Lenarz, T., Lehnhardt, E., Bertram, B.: Cochlear Implant bei Kindern. Stuttgart/New York, 4-15

LENARZ, T. (1998): Neugeborenen-Hörscreening: Wird ein lange gehegter Traum jetzt Wirklichkeit? In: Audilogische Akustik 3. Heidelberg, 102-103

LENARZ, T., LEHNHARDT, E., BERTRAM, B. (1994): Cochlear Implant bei Kindern. Stuttgart/New York,

LEONHARDT, A. (1998): Hören und Sprechen-Versuch einer Systematisierung und Bestandsaufnahme. In: Leonhardt, A. (Hrsg.). Ausbildung des Hörens-Erlernen des Sprechens. Berlin, 11-28

LEONHARDT, A. (1999): Einführung in die Hörgeschädigtenpädagogik. München/Basel

LIENERT, G., RAATZ, U. (1998): Testaufbau und Testanalyse. Weinheim/Basel

LINDNER, G. (1976)¹⁹: Podstawy audiologii pedagogicznej. Warszawa

LINDNER, G. (1992): Pädagogische Audiologie. Berlin

LIN-HUBER, M. (1998): Kulturspezifischer Spracherwerb. Sprachliche Sozialisation und Kommunikationsverhalten im Kulturvergleich. Bern/Göttingen

LINKE, A., NUSSBAUMER, M., PORTMANN, P.R. (1996): Studienbuch Linguistik. Tübingen

LÖHLE, E., FALLEY, U., LASZIG, R. (1997): Speech recognition in children with hearing aids versus results in implanted children. In: Am. J. Otol. 18(6), 155-156

LÖHLE, E., HOLM, M., FRISCHMUTH, S. (1998): Voraussetzungen für den Spracherwerb bei hörgeschädigten Kleinkindern. In: Sozialpädiatrie, Kinder- und Jugendheilkunde 9/10, 296-301

LÖWE, A. (2000): Polen gedachte der ersten großen Kinderaudiologin des Landes: Dr.med. Maria Góralówna. In: Hörakustik 9. Heidelberg, 30-39

LÖWE, A., HELLER, K. (1972): Heidelberger Hörprüf-Bild-Test (HHBT) für Schulanfänger. Villingen

LÖWE, A., HILDMANN, A. (1994): Hörmessungen bei Kindern. Heidelberg

LORENS, A. (2002): Dopasowanie systemów implantów ślimakowych-tematem warsztatów w Nottingham. In: Słyszę. Warszawa, 10-11

LORENS, A. (2003): Pierwszy dopasowanie systemu implantu ślimakowego u dzieci. In: Słyszę 1. Warszawa, 20-21

LORENS, A. (2004): Wszczepienie po raz pierwszy w polsce. Implantu ucha środkowego. In: Słyszę 1. Warszawa, 7-8

LORENS, A., PIORTOWSKA, A. (2003): Pierwsze dopasowanie systemu implantu ślimakowego u dzieci. In: Słyszę 1. Warszawa, 20-21

ŁOBACZ, P., JASSEM, W. (1994): Fonetyka Akustyczna w Audiologii. In: Pruszewicz, A. (Hrsg.). Zarys Audiologii Klinicznej. Poznań , 81-98

MADEJ, S., OGONOWSKA, G. (2003): Program badań przesiewowych słuchu u noworodków i niemowląt w Staszowie. In: Słyszę 11/12. Warszawa, 4-5

MADELL, J.R. (1998): Behavioural Evaluation of Hearing in Infants and Young Children. Stuttgart/New York

MARATSCHNIGER, M. (1996): Der Spracherwerb. Bnd.1 Im Zeichen des Kindes. Hamburg

¹⁹ Die polnische Ausgabe entspricht in den meisten Teilen dem deutschen Original (Lindner 1992, Pädagogische Audiologie.Berlin), wurde allerdings innerhalb spezifischer Kapitel zum Phonembereich der deutschen Sprache durch Beispiele der polnischen Sprache ergänzt.

MARKIDES, A. (1997): Speech Tests of hearing for children. In: Martin, M. (Hrsg.) Speech Audiometry. San Diego, 176-194

MAURER, A. (1997): Zabawy z rymami. Kształtowanie świadomości fonologicznej u dzieci przedszkolnych. Kraków

MED EL (2002): Cochlea-Implantate verstehen. Innsbruck

MEIER, S. (1999): Hörsystemanpassung bei Kindern. Akademie für Hörgeräte-Akustik. Lübeck. (unv. Manuskript)

MEYER, V., BERTRAM, B., LEHNHARDT, E. (1994): Ergebnisse des Hannover-Hörtests. In: Lenarz, T., Lehnhardt, E., Bertram, B.: Cochlear Implant bei Kindern. Stuttgart/New York, 140-149

MICHELS, U. (2001): dtv-Atlas zur Musik. 2 Bd. München

MINCZAKIEWICZ, E.M. (1997): Mowa: Rozwoj-Zaburzenia – Terapia. Kraków

MUELLER-MALESIŃSKA, M., JABŁOŃSKA, B., KACZMARSKA, B., LENART, A. (1998): Standard Procedure for Early Identification of Hearing Impairments in Children from 4 Weeks to 12 Months of Age Implemented in Outpatient Clinics. In: Skarżyński, H.; Kochanek, K. (Hrsg.). Nowe obiektywne metody badań w audiologii i otoneurologii. Audiofonologia TOM XIII. Warszawa, 199-212

MUELLER-MALESIŃSKA, M., RATYŃSKA, J., KOCHANEK, K., SKARŻYŃSKI, H. (1998): Perspectives for Development of the Hearing Screening of Newborns and Infants in Poland. In: Skarżyński, H., Kochanek, K. (Hrsg.). Nowe obiektywne metody badań w audiologii i otoneurologii. Audiofonologia TOM XIII. Warszawa, 223-227

MUELLER-MALESIŃSKA, M., SKARŻYŃSKI, H., RATYŃSKA, J., SENDERSKI, A., KOCHANEK, K., ZAWADZKI, R. (1998): Multicentric Hearing Screening of Newborns Performed in 1998 - Initial Results. In: Skarżyński, H.; Kochanek, K. (Hrsg.). Nowe obiektywne metody badań w audiologii i otoneurologii. Audiofonologia TOM XIII. Warszawa, 289-296

MURRAY, L., ANDREWS, L. (2000): The Social Baby. Richmond

NAZZI, T., KEMLER NELSON, D.G., JUSCZYK, P.W., JUSCZYK, A.M. (2000): Six-Month-Olds' Detection of Clauses Embedded in Continuous Speech: Effects of Prosodic Well-Formedness. In: Infancy 1. New York, 123-147

Newport, E.L. (1977): Motherese: The Speech of Mothers to Young Children. In: Castellan, N.J., Pisoni, D.B., Potts, G.R. (Hrsg.). Cognitive Theory. Vol. 2. New York, 177-217

PANKOWSKA, A. (2004): Stowarzyszenie Przyjaciół Osób Niesłyszących i Niedosłyszących. In: Słyszę 2. Warszawa, 37-38

PAPOUSEK, H., PAPOUSEK, M. (1999): Symbolbildung, Emotionsregulation und soziale Interaktion. In: Friedlmeier, W., Holodyski, M. (Hrsg.). Emotionale Entwicklung. Funktion, Regulation und soziokultureller Kontext von Emotionen. Berlin, 135-155

PAPOUSEK, M. (1991): Vorsprachliche Kommunikation zwischen Mutter und Kind als Wegbereiter der Sprachentwicklung. Habilitationsschrift. München

PAPOUSEK, M. (1996): Die intuitive elterliche Kompetenz in der vorsprachlichen Kommunikation als Ansatz zur Diagnostik von präverbalen Kommunikations- und Beziehungsstörungen. In: Kindheit und Entwicklung 5, 140-146

PAPOUSEK, M. (1996): Kommunikations- und Beziehungsdiagnostik im Säuglingsalter – Einführung in den Themenschwerpunkt. In: Kindheit und Entwicklung 5, 136-139

PAPOUSEK, M. (1998): Vom ersten Schrei zum ersten Wort. Anfänge der Sprachentwicklung in der vorsprachlichen Kommunikation. Bern/Göttingen/Toronto/Seattle

PAPOUSEK, M. (2000): Zur Früherkennung und Behandlung von Störungen der Eltern-Kind-Beziehung im Säuglingsalter. In: Koch-Kneidl, L., Wiese, J. (Hrsg.). Frühkindliche Interaktion und Psychoanalyse. Göttingen, 68-91

PAPOUSEK, M., PAPOUSEK, H. (1997): Stimmliche Kommunikation im Säuglingsalter als Wegbereiter der Sprachentwicklung. In: Keller, H. (Hrsg.). Handbuch der Kleinkindforschung. Bern/Göttingen/Toronto/Seattle, 535-564

PENNER, Z. (2000): Phonologische Entwicklung: Eine Übersicht. In: Grimm, H. (Hrsg.). Sprache 3. Sprachentwicklung. Göttingen/Bern, 105-139

PLANT, G. (1997): Testing visual and auditory-visual speech perception. In: Martin, M. (Hrsg.) Speech Audiometry. San Diego, 208-232

PLATH, P. (1992): Das Hörorgan und seine Funktion. Einführung in die Audiometrie. Berlin

POSPIECH, I., KUCZKOWSKA-JESKE, K., FUŁAWKA, A. (2000): Wartość oceny czynników ryzyka w badaniu przesiewowym słuchu u noworodków. In: Nowa Medycyna: Audiologia. Rok VII zeszyt 99, 3. Warszawa 11-13

POWERS, TH., HOLUBE, I., WESSELKAMP, M. (1999): The Use of Digital Features to Combat Background Noise. High Performance Hearing Solutions 3. New York, 36-39

PROŻYCH, A. (2000): Narzędzia badawcze w diagnostyce małych dzieci. In: Eckert, U., Steciewicz, A. (Hrsg.). Rewalidacja małego dziecka z wadą słuchu w rodzinie. Szczecin, 129-135

PRUSZEWICZ, A. (1994): Zarys Audiologii Klinicznej. Poznań

PRUSZEWICZ, A., WIKĄ, T., SURMANOWICZ-DEMENKO, G., RICHTER, L. (1999): Polski test liczbowy i słowny do badania słuchu oraz testy do treningu słuchowego. Poznań

PRUSZEWICZ, A., ŚWIDIŃSKI, P. (2002): Akustyczne różnicowanie zaburzeń organicznych i czynnościowych głosu. In: 40th. Congress of the Polish Society of Otorhinolarygologists - Head and Neck Surgeons. Białystok/ Mikołajki, 177

PTOK, M.(1997): Das schwerhörige Kind. In: Deutsches Ärzteblatt 94 Heft 28/29. Köln, 1558-1563

RAMPE, E. (2004): Neugeborenen-Hörscreening ist nur der Anfang. In: Hörakustik 1. Heidelberg, 38-40

RENZELBERG, G. (1999): Schwerhörigenpädagogik. In: Bleidick, U. (Hrsg.). Einführung in die Behindertenpädagogik III. Stuttgart, 9-55

RICHTER, B. (2001): Pädaudiologische Aspekte der Cochlea Implantation im Kindesalter. Habilitationsschrift. Freiburg

RICHTER, B. ASCHENDORFF, A., KLENZNER, T., LÖHLE, E., LASZIG, R. (2002): Evaluation von perimodiolären CI-Elektrodensträgern im humanen Felsenbeinmodell: Untersuchungs-Methoden und Ergebnisse. In: Gross, M, Kruse, E. (Hrsg.). Aktuelle phoniatriisch-pädaudiologische Aspekte 2001/2002. Göttingen, 203-206

ROSE, D.E. (Hrsg.) (1978): Audiological assessment. Minnesota

ROTH, G. (2003): Aus Sicht des Gehirns. Frankfurt am Main

RÜTER, M., ROTH, J., LASZIG, R. (2002): CI-Nachsorge - Das Konzept des Implant Centrums Freiburg. In: Hörgeschädigtenpädagogik 2. Heidelberg, 48-53

SAUER, U. (1992): Beidohriger Zahlentest im Störgeräusch: Prinzip–Anwendung–Ergebnisse. In: Kollmeier, B. (Hrsg.). Moderne Verfahren der Sprachaudiometrie. Heidelberg, 122-136

SCHELTEN, A. (1997): Testbeurteilung und Testerstellung. Stuttgart

SCHENK-DANZINGER, L. (2002): Entwicklungspsychologie. Wien.

SCHMIDT, S., WARNKE, H. (2002): Von der Anamnese über Technik, Software und Kosmetik bis hin zu wirksamen Überprüfungskriterien. In: Hörakustik 10. Heidelberg, 44-56 (1. Teil), Hörakustik 11. Heidelberg, 77-90 (2. Teil)

SCHMIDT, B., WESSEL, J. (2003): Konstruktivistische Perspektiven für die Hörgeschädigtenpädagogik – Eine Annäherung an ein Verständnis von Hören und Kommunikation. In: Hörgeschädigtenpädagogik 6. Heidelberg, 257-262 (1. Teil)

SCHMIDT, B., WESSEL, J. (2004): Konstruktivistische Perspektiven für die Hörgeschädigtenpädagogik – Eine Annäherung an ein Verständnis von Hören und Kommunikation. In: Hörgeschädigtenpädagogik 1. Heidelberg, 22-27 (2. Teil)

SCHÖNFELD, R. (1994): Phoniatriisch-pädagogische Kriterien im Rahmen der präoperativen Diagnostik für die Cochlear-Implant-Versorgung im Kindesalter. In:

Lenarz, T., Lehnhardt, E., Bertram, B.: Cochlear Implant bei Kindern. Stuttgart/New York, 55-57

SEIFERT, K. (2003): Das Zieldreieck aus optimaler Diskrimination, angenehmem Hören und individueller Schwerpunktbetonung. In: Hörakustik 11. Heidelberg, 65

SEIFERT-KRAFT, U. (2002): Messung digitaler Hörsysteme in Theorie und Praxis. In: Hörakustik 11. Heidelberg, 46-52

SENDLMEIER, W. (1989): Stimmhaft/Stimmlos-Unterscheidung initialer Plosive durch Normalhörende und Hörgestörte. In: Audiologische Akustik 2. Heidelberg, 42-48 (1. Teil), Audiologische Akustik 3. Heidelberg, 108-114 (2. Teil)

SENDLMEIER, W.F. (1992): Sprachverarbeitung bei pathologischem Gehör. Stuttgart/New York

SENDLMEIER, W.F., v. WEDEL, H. (1986): Ein Verfahren zur Messung von Fehlleistungen beim Sprachverstehen—Überlegungen und erste Ergebnisse. In: Sprache-Stimme-Gehör 10. Stuttgart/New York, 164-169

SESTERHENN, G., AROLD, R., BOPPERT, R. (1996): Zur Wertigkeit des Frequenzganges für die Hörgeräte-Anpassung. Audiologische Akustik 4. Heidelberg, 146-155

SESTERHENN, G., AROLD, R., BOPPERT, R. (1998): Wie zuverlässig sind Sondenmessungen? In: Zeitschrift für Audiologie 2. Heidelberg, 75-83

SEVILLA, M., SCHUSTER, M., KUMMER, P., HOPPE, U., EYSHOLDT, U. (2002): Retrospektive Untersuchung stationär mit Hörgeräten versorgter schwerhöriger Kinder. In: Gross, M, Kruse, E. (Hrsg.). Aktuelle phoniatriisch-pädaudiologische Aspekte 2002/2003. Göttingen, 277-279

SINGH, L., MORGAN, J.L., BEST, C. (2002): Infants' Listening Preferences: Baby Talk or Happy Talk? In: Infancy 3. New York, 365-394

SKARŻYŃSKI, H., KURKOWSKI, Z.M. (1998): The Program of Care of the Hearing Impaired in Poland. In: Skarżyński, H.; Kochanek, K. (Hrsg.). Nowe obiektywne metody badań w audiologii i otoneurologii. Audiofonologia TOM XIII. Warszawa, 191-197

SKARŻYŃSKI, H., LORENS, A., PIOTROWSKA, A. (2003): Nowa metoda leczenia częściowej głuchoty. In: Słyszę 11/12. Warszawa, 6-7

SMOORENBURG, G., BOSMAN, A. (1992): Choosing Speech Materials to Assess Hearing Impairment. In: Kollmeier, B. (Hrsg.). Moderne Verfahren der Sprachaudiometrie. Heidelberg, 86-105

SPORMANN-LAGODZINSKI, M.E., NUBEL, K., GROSS, M. (2002): Sind bereits Auswirkungen des Neonatalscreenings auf den Diagnosezeitpunkt von permanenten Hörstörungen feststellbar? In: Gross, M, Kruse, E. (Hrsg.). Aktuelle phoniatriisch-pädaudiologische Aspekte 2002/2003. Göttingen, 200-203

STEFFENS, T. (2002): Oldenburger Kinderreimtest (OLKI) im sprachsimulierenden Störgeräusch (Regensburger Variante): Normalwerte für Kinder im Alter von 7-10 Jahren In: Gross, M, Kruse, E. (Hrsg.). Aktuelle phoniatisch-pädaudiologische Aspekte 2002/2003. Göttingen, 213-217

STEFFENS, T. (2003): Die Regensburger Variante des OLKI. In: Hörakustik 12. Heidelberg, 72-73

STOCK, A., KNOBLACH, W., HELLER, O. (1994): Die Bedeutung von Frikativ-Vokal-Formanttransitionen für die Verständlichkeit von Zweisilbern mit /s/-Anlaut. In: Audiologische Akustik 1. Heidelberg, 21-24 (2. Teil)

SYNTRILLIUM SOFTWARE CORPORATION (1999): Cool Edit Pro Version 1.2 Volldigitaler Audio-Editor, Rekorder und Mixer für Windows 95 und Windows NT. Canada

SZAGUN, G. (1998): Spracherwerb beim hörenden Kind: Von den ersten Worten zur Grammatik. In: Leonhardt, A. (Hrsg.). Ausbildung des Hörens-Erlernen des Sprechens. Frühe Hilfen für hörgeschädigte Kinder. Neuwied/Kriftel/Berlin, 99-121

SZAGUN, G. (2000): Sprachentwicklung beim Kind. Weinheim

SZAGUN, G. (2001): Wie Sprache entsteht. Spracherwerb bei Kindern mit normalem und beeinträchtigtem Hören. Weinheim/Basel

SZCZEPANKOWSKI, B. (2003): Jak technika wspomaga osoby z uszkodzonym słuchem. In: Słyszę 4. Warszawa, 25-27

SZKIELKOWSKA, A. (2004): Mówię. Przesiewowy System Badań Mowy. In: Słyszę 4. Warszawa, 11

SZUCHNIK, J., ŚWIĘCICKA, A., PIOTROWSKA, A. (2003): Rozwój możliwości słuchowych dzieci po wszczępieniu implantu. In: Słyszę 4. Warszawa, 4-6

SZUCHNIK, J. (2003): „Pomóż usłyszeć i zrozumieć.“ In: Słyszę 4. Warszawa, 18-19

TCHORZ, J. (2001): Mikrofonabstimmung in direktionalen Hörgeräten. In: Hörakustik 11. Heidelberg, 10-14

TCHORZ, J., ARWEILER, I. (2004): Wie viel Feinanpassung benötigt ein modernes Hörsystem? In: Hörakustik 5. Heidelberg, 28-29

TCHORZ, J, GABRIEL, B. (2004): Richtmikrofone für hochgradig Schwerhörende-wie sehr helfen sie beim Sprachverstehen im Lärm? In: Hörakustik 9. Heidelberg, 10-14

TRINE, T., VAN TASELL, D. (2003): Digitale Hörgeräte-Entwicklung – Fakten gegen Phantasie. In: Hörakustik 5. Heidelberg, 68-75

TUWIM, J. (1990): Polscy Autorzy Dzieciom. Poznań

ULRICH, J. (2002): "Senso C18" von Widex. Grundbegriffe: Signal, Fourier Prinzip, digitale Filter. In: Hörakustik 9. Heidelberg, 26-34

UTTENWEILER, V. (1981): Dichotische Diskrimination differenter Schallbilder bei Kindern zwischen 5 und 8 Jahren. In: Sprache-Stimme-Gehör 5. Stuttgart/New York, 62-64

VALENTE, M., SWEETOW, R., MAY, A. (1999): Using Microphone Technology to Improve Speech Recognition. In: High Performance Hearing Solutions 3. New York, 10-13

VON WALLENBERG, E.L., KOLLMEIER, B. (1989): Sprachverständlichkeitsmessungen für die Audiologie mit einem Reimtest in deutscher Sprache: Erstellung und Evaluation von Testlisten. In: Audiologische Akustik 28. Heidelberg, 50-65

VON WEDEL, H. (2002): Technisch-audiologische Aspekte der Hörgeräteversorgung im ersten Lebensjahr. In: Hörakustik 1. Heidelberg, 10-26

VOOGDT, U. (2003): Von Hornschläuchen und Hörnern. In: Hörakustik 8. Heidelberg, 10-13

VONLANTHEN, A. (1995): Handbuch der Hörgerätetechnik. Frauenfeld

WAGENER, K., BRAND, T., KOLLMEIER, B. (1999A): Entwicklung und Evaluation eines Satztests für die deutsche Sprache. II: Optimierung des Oldenburger Satztests. In: Zeitschrift für Audiologie 2. Heidelberg, 44-56

WAGENER, K., BRAND, T., KOLLMEIER, B. (1999B): Entwicklung und Evaluation eines Satztests für die deutsche Sprache. III: Evaluation des Oldenburger Satztests. In: Zeitschrift für Audiologie 3. Heidelberg, 86-95

WAGENER, K., KÜHNEL, V., KOLLMEIER, B. (1999): Entwicklung und Evaluation eines Satztests für die deutsche Sprache. I: Design des Oldenburger Satztests. In: Zeitschrift für Audiologie 1. Heidelberg, 4-15

WARNCKE, H. (2003): Wie gut ist der Ruf von Hörsystemen? In: Hörakustik 11. Heidelberg, 12-21

WARNCKE, H. (2004): 31. Erlanger Kolloquium. Informationsaustausch in offener Atmosphäre. In: Hörakustik 4. Heidelberg, 74-83

WEISSENBORN, J. (2000): Der Erwerb von Morphologie und Syntax. In: Grimm, H. (Hrsg.). Sprache 3. Sprachentwicklung. Göttingen/Bern, 141-165

WELZL-MÜLLER, K., STEPHAN, K. (1988): Sprachverständlichkeit mit Hörgerät – ohne und mit Störschall. Audiologische Akustik 4. Heidelberg, 108-119

WENDLER, J., SEIDNER, W., KITTEL, G., EYSHOLDT, U. (1996): Lehrbuch der Phoniatrie und Pädaudiologie. Stuttgart/New York

WESSELKAMP, M., HOLUBE, I., GABRIEL, B. (1997): Sprachverständlichkeit in Störgeräusch bei Schwerhörigen mit und ohne Hörgerät. In: Audiologische Akustik 4. Heidelberg, 192-204

WESSELKAMP, M., KLIEM, K., KOLLMEIER, B. (1992): Erstellung eines optimierten Satztestes in deutscher Sprache. In: Kollmeier, B. (Hrsg.). Moderne Verfahren der Sprachaudiometrie. Heidelberg, 330-343

WIESNER, T. (2002): Neuere Entwicklungen im Neugeborenen-Hörscreening. In: Spektrum Hören 3. Hamburg, 6-13

WINSAL-V (1996): Hand- und Lehrbuch. Sprachanalyse. Version 1.2. Trier

WIRTH, G. (1994): Sprachstörungen, Sprechstörungen, Kindliche Hörstörungen. Lehrbuch für Ärzte, Logopäden und Sprachheilpädagogen. Köln

WIŚNIEWSKI, M. (2001): Zarys fonetiki i fonologii współczesnego języka polskiego. Toruń.

WLAZŁO, M. (1998): Trzydzieści Pięć Lat Działalności Specjalistycznego Ośrodka Diagnostyki i Rehabilitacji Dzieci i Młodzieży z Wadą Słuchu w Szczecinie (1963-1998). Szczecin

WRIGHT, R. (1997): Basic Properties of Speech. In: Martin, M. (Hrsg.) Speech Audiometry. San Diego, 1-33

Wundt, W. (1904): Völkerpsychologie. Eine Untersuchung der Entwicklungsgesetze von Sprache, Mythos und Sitte. Bnd. 1,1 und 1,2. Leipzig

ZAWISTOWSKI, C. (2004): "Słyszę dla przedszkolaków" – Młodszy brat: "Słyszę..." In: Słyszę 1. Warszawa, 13

ZOLLINGER, B. (1997): Spracherwerbsstörungen. Grundlagen zur Früherfassung und Frühtherapie. Stuttgart/Wien

11. VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN UND TABELLEN

Abb. 1: Außenohr, Mittelohr und Innenohr	12
Abb. 2: Schematische Darstellung der Cochlea	13
Abb. 3: Schematische Darstellung der Hörbahn	14
Abb. 4: Untersuchungsergebnisse einer polnischen Studie zum Zeitpunkt der Diagnose von Hörschädigung	42
Abb. 5: Untersuchungsergebnisse einer polnischen Studie zur Zeitspanne zwischen Diagnose und apparativer Versorgung	43
Abb. 6: Untersuchungsergebnisse einer polnischen Studie zum Alter der Kinder bei apparativer Versorgung	43
Abb. 7: Untersuchungsergebnisse einer polnischen Studie zum Alter der Kinder bei Beginn der Förderung	44
Abb. 8: Bau und Funktion eines HdO-Geräts	51
Abb. 9: In-situ Messung beim Kind: Anordnung der Messapparatur	55
Abb. 10: Bau eines Cochlear Implant	63
Abb. 11: Prüfmethode der Hörfähigkeit	71
Abb. 12: Anordnungsmöglichkeiten der Lautsprecher für die Sprachaudiometrie	79
Abb. 13: Das Zeitsignal des Ankündigungssatzes 'Pokasz, gdzie jest...' ('Zeig mal, wo ist...')	84
Abb. 14: FFT mit ungeglättetem (A), bzw. geglättetem (B) Kurvenverlauf zum Audio-Signal des Störschalls der OLSZTYNER HÖR REIME	86
Abb. 15: Spektrogramm mit stimmloser Plosion (Ziel-Item: statek)	91
Abb. 16: Das Prinzip des Reimtests mit geschlossenem Antwortformat	97
Abb. 17: Innenohr-Hochtonverlust	101
Abb. 18: Aufbau der Aufnahme-Messapparatur für das Sprachmaterial im AVZ der Pädagogischen Hochschule Heidelberg	111
Abb. 19: Ankündigungssatz im Singular „Pokasz, gdzie jest...?“ (A) und Plural „Pokasz, gdzie są...? (B) als Zeitsignal	113
Abb. 20: Pegel-Aufzeichnungen drei unterschiedlicher Ankerschalle im Plural durch den Sound Level Meter Test Link SE 332 vor dem subjektiven Lautheitsausgleich der Ziel-Items	115
Abb. 21: Ankerschall im Singular (A) und Plural (B) in Darstellung eines Spektrogramms	117
Abb. 22: Peak-Amplitude sämtlicher Ankündigungssätze im teacherese (singular)	118
Abb. 23: Peak Amplitude sämtlicher Ankündigungssätze im teacherese (plural)	119
Abb. 24: Average RMS Power aller Ankündigungssätze der OLSZTYNER HÖR REIME, singular	119
Abb. 25: Average RMS Power aller Ankündigungssätze der OLSZTYNER HÖR REIME, plural	120
Abb. 26: Total RMS Power aller Ankündigungssätze der OLSZTYNER HÖR REIME, singular	120
Abb. 27: Total RMS Power aller Ankündigungssätze der OLSZTYNER HÖR REIME, plural	120
Abb. 28: Statistische Kenndaten des Ankerschalls im Singular	121
Abb. 29: Statistische Kenndaten des Ankerschalls im Plural	122
Abb. 30: Anordnung der Messapparatur zur Durchführung des subjektiven Lautheitsausgleichs, bzw. zur Durchführung der OLSZTYNER HÖR REIME	123
Abb. 31: Subjektiver Lautheitsausgleich zehn erwachsener Hörer	124
Abb. 32: Standardabweichung des subjektiven Lautheitsausgleichs über zehn erwachsene Hörer (n=88 Ziel-Items)	125
Abb. 33: Medianwert (-1,7dB) mit Streuung (dB) für den subjektiven Lautheitsausgleich	125
Abb. 34: Arithmetisches Mittel für zehn erwachsene Hörer über n=88 Ziel-Items	126
Abb. 35: Korrekturwerte sämtlicher Ziel-Items für den subjektiven Lautheitsausgleich	127
Abb. 36: Spektrogramm des Ziel-Item 'sanie' (Schlitten)	128
Abb. 37: Übergang Frikativ - Plosiv am Beispiel des Ziel-Items 'statek' (Schiff)	129

Abb. 38: Ermittlung der vorherrschenden Frequenz des Ziel-Items 'sanie' (Schlitten) über 16 Messpunkte verteilt über den Anlaut im Abstand 0,01 sec.....	130
Abb. 39: Verteilung der vorherrschenden Frequenz für n=88 Ziel-Items, singular und plural	131
Abb. 41: Schallnetz aus mehrfach hintereinander geloopten n=88 Ziel-Items	140
Abb. 42: Spektrale Darstellung des Störgeräusch nach dem ersten Mix down.....	140
Abb. 43: Störschall schematisch, 32fach zeitlich versetzte Überlagerung aus n=88 Ziel Items	141
Abb. 44: Störschall-FFT der OLSZTYNER HÖR REIME 32fach zeitversetzt aus n=88 Ziel-Items	143
Abb. 45: Spektrogramm des Störschalls der OLSZTYNER HÖR REIME	143
Abb. 46: Zeitsignal von Störschall, Ankerschall und Ziel-Item	144
Abb. 47: Anordnung der Messapparatur zur Darbietung des Sprachmaterials mit Störschall	148
Abb. 48: Verständlichkeit (SVI %) über 10 Wortlisten der OLSZTYNER HÖR REIME für Kinder im Alter von 3-4 Jahren bei unterschiedlichen konstanten S/N-Verhältnissen (dB) über 7 Hörer gemittelt.....	150
Abb. 49: Verständlichkeit (SVI %) über 10 Wortlisten der OLSZTYNER HÖR REIME für Kinder im Alter von 5-7 Jahren bei unterschiedlichen konstanten S/N-Verhältnissen über 7 Hörer gemittelt.....	150
Abb. 50: Verständlichkeit der 20 Wortlisten der OLSZTYNER HÖR REIME bei unterschiedlichen konstanten S/N-Verhältnissen von -6 bis +6dB SPL	152
Abb. 51 und 52: Verständlichkeit (SVI %) für die Wortlisten 1-3, bzw. 8-10 der OLSZTYNER HÖR REIME für Kinder im Alter von 3-4, bzw. 5-7 Jahren gemittelt über 7 erwachsene Hörer	153
Abb. 53 und 54: Verständlichkeit (SVI %) für die Wortlisten 4-7 der OLSZTYNER HÖR REIME für Kinder im Alter von 3-4, bzw. 5-7 Jahren gemittelt über 7 erwachsene Hörer.....	154
Abb. 55: Verständlichkeit (SVI %) über 10 Wortlisten der OLSZTYNER HÖR REIME für mehrere konstante Signal-Rauschabstände der Altersgruppe 3-4 Jahre	155
Abb. 56: Verständlichkeit (SVI %) über 10 Wortlisten der OLSZTYNER HÖR REIME für mehrere konstante Signal-Rauschabstände der Altersgruppe 5-7 Jahre	155
Abb. 57: Bildliche Darstellung eines Reimenssembles mit Antwortalternative und Stimulusdiskrepanz aus der Übungsreihe der OLSZTYNER HÖR REIME.....	157
Abb. 58: Gesamtstichprobe der OLSZTYNER HÖR REIME, n=274 polnische Kinder im Alter von 3-7 Jahren.....	161
Abb. 59: Normstichprobe der OLSZTYNER HÖR REIME	162
Abb. 60: Optimierungsstichprobe der OLSZTYNER HÖR REIME	163
Abb. 61: Klinische Stichprobe hörgeschädigter Kinder im Alter von 3-4 Jahren, bzw. von 5-7 Jahren	166
Abb. 62: Die Klinischen Stichprobe der OLSZTYNER HÖR REIME.....	167
Abb. 63 und 64: Prozentuale Verteilung der Klinischen Stichprobe zum Untersuchungstermin U1.....	168
Abb. 65 und 66: Prozentuale Verteilung der Klinischen Stichprobe zum Untersuchungstermin U2.....	170
Abb. 67 und 68: Prozentuale Verteilung der Klinischen Stichprobe zum Untersuchungstermin U3.....	170
Abb. 69: Listen-Normwerte für hörende Kinder im Alter von 3-4 Jahren.....	173
Abb. 70: Listen-Normwerte für hörende Kinder im Alter von 5-7 Jahren.....	173
Abb. 71: Gesamtverständlichkeit über sämtliche Wortlisten für hörende Kinder im Alter von 3-7 Jahren.....	174
Abb. 72: Frequenzspektrum für Antwort 1 der 3-4jährigen hörenden Kinder für insgesamt 5.040 Ziel-Items	175
Abb. 73: Frequenzspektrum für Antwort 1 der 5-7jährigen hörenden Kinder für insgesamt 9.700 Ziel-Items	176
Abb. 74: Verständlichkeit der Wortlisten nach dem ersten Untersuchungstermin der Klinischen Stichprobe. Altersgruppe: 3-4 Jahre	179

Abb. 75: Verständlichkeit der Wortlisten nach dem ersten Untersuchungstermin der Klinischen Stichprobe. Altersgruppe: 5-7 Jahre	179
Abb. 76: Verständlichkeit der Wortlisten 1 bis 10 für hörgeschädigte Kinder im Alter von 3-4 Jahren über drei Untersuchungstermine (U1-U3)	182
Abb. 77: Verständlichkeit der Wortlisten 1 bis 10 für hörgeschädigte Kinder im Alter von 5-7 Jahren über drei Untersuchungstermine (U1-U3)	182
Abb. 78: Verständlichkeit über jeweils 10 Wortlisten der Klinischen Stichprobe im Vergleich zur Normstichprobe	183
Abb. 79: Gesamtverständlichkeitswerte der Klinischen Stichprobe für unterschiedliche Untersuchungstermine im Vergleich zur Normstichprobe	184
Abb. 80: Prozentuale Verwechslungshäufigkeit für U1 bis U3 der Altersgruppe 3-4 Jahre	188
Abb. 81: Prozentuale Verwechslungshäufigkeit für U1 bis U3 der Altersgruppe 5-7 Jahre	188
Abb. 82: Prozentuale Verwechslungshäufigkeit für U1 der Altersgruppe 3-4 Jahre.....	189
Abb. 83: Prozentuale Verwechslungshäufigkeit für U2 der Altersgruppe 3-4 Jahre.....	190
Abb. 84: Prozentuale Verwechslungshäufigkeit für U3 der Altersgruppe 3-4 Jahre.....	190
Abb. 85: Prozentuale Verwechslungshäufigkeit für U1 der Altersgruppe 5-7 Jahre.....	191
Abb. 86: Prozentuale Verwechslungshäufigkeit für U2 der Altersgruppe 5-7 Jahre.....	191
Abb. 87: Prozentuale Verwechslungshäufigkeit für U3 der Altersgruppe 5-7 Jahre.....	192
Tab. 1: Entwicklung der phonologischen Wahrnehmung im Hörerwerbsprozess.....	17
Tab. 2: Hörverlustskalen (dB) nach Breiner (1991), Ptok (1997) und Gross (2000).....	33
Tab. 3: Risikokriterien bei Neugeborenen in Anlehnung an das Joint-Committee and Infant Hearing 1995, Academy of Pediatrics (AAP)	39
Tab. 4: Polnische Tests zur Sprachaudiometrie für Kinder und Erwachsene im aktuellen klinischen Einsatz.....	54
Tab. 5: Häufigkeit sämtlicher Laute bei 1.000 aufeinander folgenden Phonemen für gesprochne Sprache im polnischen Sprachraum.....	98
Tab. 6: Beispiele von Cluster-Bildungen der polnischen Sprache für Ein- und Zweisilber... 100	
Tab. 7: Übersicht der verwendeten Literatur für die Zusammenstellung des Basissprachkorpus	102
Tab. 8: Reimpaarbildung im Singular	132
Tab. 9: Reimpaarbildung im Plural	134
Tab. 10: Frequenzbereiche für die Zusammenstellung von 20 Wortlisten der OLSZTYNER HÖR REIME	137
Tab. 11: Einteilung der Klinischen Stichprobe für die Untersuchungstermine U1 bis U3	168
Tab. 12: Substichproben mit sämtlichen Listen-Normwerten der OLSZTYNER HÖR REIME... 172	
Tab. 13: Verständlichkeit der Wortlisten für den ersten Untersuchungstermin U1 beider Altersgruppen.....	178
Tab. 14: Verständlichkeit (SVI) der Wortlisten innerhalb der Klinischen Stichprobe über den Zeitraum von drei Untersuchungsterminen (U1-U3)	180
Tab. 15: Auftretenshäufigkeit der Ziel-Items im Frequenzbereich FB1-FB6 der Wortlisten 1 bis 3 beider Altersgruppen.....	185
Tab. 16: Auftretenshäufigkeit der Ziel-Items im Frequenzbereich FB1-FB6 der Wortlisten 4 bis 7 beider Altersgruppen.....	185
Tab. 18: Prozentuale Verwechslungshäufigkeit innerhalb der Frequenzbereiche für die Altersgruppe 3-4 Jahre.....	187
Tab. 19: Prozentuale Verwechslungshäufigkeit innerhalb der Frequenzbereiche für die Altersgruppe 5-7 Jahre.....	187
Tab. 20: Varianzanalyse der Altersgruppe 3-4 Jahre.....	193
Tab. 21: Varianzanalyse der Altersgruppe 5-7 Jahre.....	194
Tab. 22: Wortvorrat (n=174) zur Überprüfung besonders kindgerechter Ziel-Items durch n=3 Pbn	245

Tab. 23: Wortinventar mit Distraktoren (Kombinations-Reimwort KR1, KR2 und KR3), Phonemunterscheidung im Anlaut (Singular, Plural).....	249
Tab. 24: Ziel-Items n=114, Ein- und Zweisilber mit Phonemunterscheidung im Anlaut (Singular/Plural)	256
Tab. 25: Subjektiver Lautheitsausgleich für n=88 Ziel-Items durch 10 erwachsene Hörer, Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (SD)	258
Tab. 26: Die 16 Messpunkte zur Analyse der vorherrschenden Frequenz im Anlaut der Ziel-Items im Singular.....	262
Tab. 27: Die 16 Messpunkte zur Analyse der vorherrschenden Frequenz im Anlaut der Ziel-Items im Plural	266
Tab. 28: Peak-Amplitude, Avg. RMS, Total RMS des Ankerschalls im Singular, Mittelwerte (MW) und Standardabweichung, Min. und Max. Werte.....	268
Tab. 29: Peak-Amplitude, Avg. RMS, Total RMS des Ankerschalls im Plural, Mittelwerte (MW) und Standardabweichung, Min. und Max. Werte.....	270
Tab. 30: Ziel-Items mit Frequenzschwerpunkt bis 250 Hz, singular.....	271
Tab. 31: Ziel-Items mit Frequenzschwerpunkt von 250 bis 500 Hz, singular	271
Tab. 32: Ziel-Items mit Frequenzschwerpunkt von 500 bis 1.000 Hz, singular	272
Tab. 33: Ziel-Items mit Frequenzschwerpunkt von 1.000 bis 2.000 Hz, singular	272
Tab. 34: Ziel-Items mit Frequenzschwerpunkt von 2.000 bis 5.000 Hz, singular	272
Tab. 35: Ziel-Items mit Frequenzschwerpunkt von 5.000 bis 8.000 Hz, singular	273
Tab. 36: Ziel-Items mit Frequenzschwerpunkt von 8.000 bis 10.000 Hz, singular	273
Tab. 37: Ziel-Items mit Frequenzschwerpunkt bis 250 Hz, plural.....	274
Tab. 38: Ziel-Items mit Frequenzschwerpunkt von 250 bis 500 Hz, plural.....	274
Tab. 39: Ziel-Items mit Frequenzschwerpunkt von 500 bis 1.000 Hz, plural.....	274
Tab. 40: Ziel-Item mit Frequenzschwerpunkt von 1.000 bis 2.000 Hz, plural.....	275
Tab. 41: Ziel-Items mit Frequenzschwerpunkt von 2.000 bis 5.000 Hz, plural	275
Tab. 42: Ziel-Items mit Frequenzschwerpunkt von 5.000 bis 8.000 Hz, plural.....	275
Tab. 43: Ziel-Items mit Frequenzschwerpunkt von 8.000 bis 10.000 Hz, plural.....	275
Tab. 44: Übersicht zur Verständlichkeit (%) mittels Sprachverständlichkeitsindex (SVI) für die Wortlisten 1 bis 10 für Kinder von 3-7 Jahren	276
Tab. 45: Verständlichkeit (%) bei konstanten S/N-Verhältnissen von -6dB bis +6dB für 7 erwachsene Hörer. Wortliste 1 bis 10 für Kinder im Alter von 3-4 Jahren, Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD).....	277
Tab. 46: Verständlichkeit (%) bei konstanten S/N-Verhältnissen von -6dB bis +6dB für 7 erwachsene Hörer. Wortliste 1 bis 10 für Kinder im Alter von 5-7 Jahren, Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD).....	279
Tab. 47: Nutzsoll-Störsollverhältnis von -6dB bis +6dB für die Wortlisten 1 bis 10 für Kinder im Alter von 3-4 Jahren: Arithmetisches Mittel (%) über 7 erwachsene Hörer für 10 Wortlisten (L1 – L10) Supermittelwert (MW L1-L10) und Standardabweichung (SD) über alle 10 Wortlisten.....	281
Tab. 48: Nutzsoll-Störsollverhältnis -6dB bis +6dB für die Wortlisten 1 bis 10 für Kinder im Alter von 5-7 Jahren: Arithmetisches Mittel (%) über 7 erwachsene Hörer für 10 Wortlisten (L1 – L10) Supermittelwert (MW L1-L10) und Standardabweichung (SD) über alle 10 Wortlisten.....	281
Tab. 49: Wortlisten 1 bis 10 (jeweils 8 Ziel-Items, singular) für Kinder im Alter 3-4 Jahre...282	282
Tab. 50: Wortlisten 1 bis 10 (jeweils 10 Ziel-Items, singular und plural) für Kinder im Alter 5-7 Jahren.....	285
Tab. 51: Häufigkeit Antwort 1 bis Antwort 3 für 3-4 jährige hörende Kinder.....	289
Tab. 52: Häufigkeit Antwort 1 bis Antwort 3 für 5-7 jährige hörende Kinder.....	290
Tab. 53: Optimierte Wortlisten 1 bis 10 für Kinder im Alter 3-4 Jahre	291
Tab. 54: Optimierte Wortlisten 1 bis 10 für Kinder im Alter von 5-7 Jahren.....	294
Tab. 55: Prozentuale Verwechslungshäufigkeit für den ersten Untersuchungstermin U1 für Kinder im Alter von 3-4 Jahren, Klinische Stichprobe	298
Tab. 56: Prozentuale Verwechslungshäufigkeit für den zweiten Untersuchungstermin U2 für Kinder im Alter von 3-4 Jahren, Klinische Stichprobe	298

Tab. 57: Prozentuale Verwechslungshäufigkeit für den dritten Untersuchungstermin U3 für Kinder im Alter von 3-4 Jahren, Klinische Stichprobe	299
Tab. 58: Prozentuale Verwechslungshäufigkeit für den ersten Untersuchungstermin U1 für Kinder im Alter von 5-7 Jahren, Klinische Stichprobe	300
Tab. 59: Prozentuale Verwechslungshäufigkeit für den zweiten Untersuchungstermin U2 für Kinder im Alter von 5-7 Jahren, Klinische Stichprobe	301
Tab. 60: Prozentuale Verwechslungshäufigkeit für den dritten Untersuchungstermin U3 für Kinder im Alter von 5-7 Jahren, Klinische Stichprobe	302

12. ANHANG

I Wortvorrat

Tab. 22: Wortvorrat (n=174) zur Überprüfung besonders kindgerechter Ziel-Items durch n=3 Pbn

Nr.	Ziel- Wort	dt.	CB	BS	SB	Summe ²⁰							
1	balon	Ballon	1	1	1	3	15	ciasto	Teig	1	1	1	3
2	beczka	Fass	1	1	1	3	16	Cien	Schatten	0	1	0	1
3	biurko	Schreibtisch	1	1	1	3	17	Corka	Tochter	1	1	1	3
4	blok	(Häuser-)block	1	1	1	3	18	czapka	Mütze	1	1	1	3
5	bluzka	Hemd	1	0	1	2	19	Czary	Zauber	0	1	0	1
6	bomka	Weihn.kugel	1	1	1	3	20	czolo	Stirn	1	1	1	3
7	brama	Tor	1	1	1	3	21	czubek	Spitze	1	1	1	3
8	bramka	Törchen	1	1	1	3	22	dach	Dach	1	1	1	3
9	bulka	Brötchen	1	1	1	3	23	deszcz	Regen	1	1	1	3
10	burza	Sturm	0	1	1	2	24	dlon	Hand(fläche)	1	1	1	3
11	butki	Kinderschuhe	1	1	1	3	25	dlonie	Hände	1	1	1	3
12	byk	Stier	1	1	1	3	26	dol	Graben, Loch	0	1	1	2
13	chata	Hütte	1	1	1	3	27	dolek	kl. Graben	0	1	1	2
14	chatka	Hüttchen	1	1	1	3	28	dom	Haus	1	1	1	3
							29	domek	Häuschen	1	1	1	3
							30	dym	Rauch	0	1	1	2
							31	dymek	dünnere Rauch	0	1	1	2
							32	dzieci	Kinder	1	1	1	3
							33	dzien	Tag	0	1	1	2
							34	dziobek	Schnäbelchen	1	1	1	3

²⁰ Für die OLSZTYNER HÖR REIME werden ausschließlich Ziel-Items mit Summe 3 verwendet.

35	fajka	Pfeife	1	1	1	3
36	fala	Welle	1	1	1	3
37	fale	Wellen	1	1	1	3
38	foki	Seehunde	1	1	1	3
39	fotel	Sessel	1	1	1	3
40	futro	Pelz	1	1	1	3
41	gapa	Tollpatsch	0	1	0	1
42	gora	Berg	1	1	1	3
43	gruszka	Birne	1	1	1	3
44	grzyby	Pilze	1	1	1	3
45	guma	Gummi	1	1	1	3
46	hak	Haken	1	1	1	3
47	haki	Haken pl.	1	1	1	3
48	huk	Knall	0	1	1	2
49	igly	Nadeln	1	1	1	3
50	jajka	Eier	1	1	1	3
51	kaczka	Ente	1	1	1	3
52	kaczki	Enten	1	1	1	3
53	kara	Strafe	0	1	0	1
54	karty	Karten	1	1	1	3
55	kasa	Kasse	1	1	1	3
56	Kasy	Kassen	1	1	1	3
57	katar	Schnupfen	1	1	0	2
58	klamka	Türklinke	0	1	0	1
59	kluska	Nudel	1	1	1	3
60	koc	Decke	1	1	1	3
61	koce	Decken	1	1	1	3
62	kok	Haarknoten	0	1	0	1
63	kolka	Räder	1	1	1	3

64	kolo	Rad	1	1	1	3
65	kon	Pferd	1	1	1	3
66	kot	Katze	1	1	1	3
67	kozy	Ziegen	1	1	1	3
68	kran	Wasserhahn	1	1	0	2
69	krol	König	1	1	1	3
70	krowy	Kühe	1	1	1	3
71	kura	Huhn	1	1	1	3
72	kurek	Hahn	1	1	1	3
73	kurka	kleines Huhn	1	1	1	3
74	kurtka	Jacke	1	1	1	3
75	kwiat	Blume	1	1	1	3
76	kwiatek	Blume	1	1	1	3
77	lale	Puppen	1	1	1	3
78	lalka	Püppchen	1	1	1	3
79	lapa	Pfote	1	1	1	3
80	las	Wald	1	1	1	3
81	lata	Flicker	1	1	1	3
82	lekarz	Arzt	1	1	1	3
83	loczek	Löckchen	1	1	1	3
84	lodka	Bötchen	1	1	1	3
85	lody	Eis	1	1	1	3
86	lok	Locke	1	1	1	3
87	lozko	Bett	1	1	1	3
88	lyk	Schluck	0	1	0	1
89	lyzka	Löffel	1	1	1	3
90	mama	Mama	1	1	1	3
91	maska	Maske	1	1	1	3
92	maski	Masken	1	1	1	3

93	maslo	Butter	1	1	1	3
94	miasto	Stadt	1	1	1	3
95	młot	Hammer	1	1	1	3
96	morze	Meer	1	1	1	3
97	mur	Mauer	1	1	1	3
98	murek	Mäuerchen	1	1	1	3
99	myszka	Mäuschen	1	1	1	3
100	narty	Ski	1	1	1	3
101	nitka	Faden	1	1	1	3
102	noc	Nacht	1	1	1	3
103	noce	Nächte	1	1	1	3
104	nogi	Füße	1	1	1	3
105	nos	Nase	1	1	1	3
106	nosy	Nasen	1	1	1	3
107	noze	Messer	1	1	1	3
108	osa	Biene	1	1	1	3
109	paczka	Päckchen	1	1	1	3
110	palec	Finger	1	1	1	3
111	pan	Herr	1	1	1	3
112	panie	Frauen	1	1	1	3
113	pas	Gürtel	1	1	1	3
114	paski	Gürtel pl.	1	1	1	3
115	pasy	Gürtel pl.	1	1	1	3
116	piekarz	Bäcker	1	1	1	3
117	pierogi	Pierogi	1	1	1	3
118	pila	Säge	0	1	1	2
119	piorko	Feder	1	1	1	3
120	plama	Fleck	1	1	1	3
121	plot	Zaun	1	1	1	3

122	polka	Reagl	1	1	1	3
123	pompka	Luftpumpe	1	0	1	2
124	pranie	Wäsche	1	1	1	3
125	puszka	Dose	0	1	0	1
126	rak	Krebs	1	1	1	3
127	raki	Krebse	1	1	1	3
128	ramka	Rähmchen	1	1	1	3
129	reka	Arm	1	1	1	3
130	rog	Horn	1	1	1	3
131	rogi	Hörner	1	1	1	3
132	ryba	Fisch	1	1	1	3
133	ryby	Fische	1	1	1	3
134	rzeczka	Flüsschen	1	1	1	3
135	sala	Saal	1	1	1	3
136	salon	Salon	1	1	1	3
137	sanie	Schlitte	1	1	1	3
138	sen	Traum	0	1	1	2
139	serek	Käse	1	1	1	3
140	sernik	Käsekuchen	1	1	1	3
141	slomka	Strohalm	1	1	1	3
142	slon	Elefant	1	1	1	3
143	slonie	Elefanten	1	1	1	3
144	smok	Drachen	1	1	1	3
145	sok	Saft	1	1	1	3
146	soki	Säfte	1	1	1	3
147	sol	Salz	1	1	1	3
148	sos	Soße	1	1	1	3
149	sowa	Eule	1	1	1	3
150	sowy	Eulen	1	1	1	3

151	statek	Schiff	1	1	1	3
152	strach	Vogelscheuche	1	1	1	3
153	szal	Schaal	1	1	1	3
154	szalas	Indianerzelt	1	1	1	3
155	szale	Schalen	1	1	1	3
156	szalka	Schälchen	1	1	1	3
157	szyba	Scheibe	1	1	1	3
158	szyby	Scheiben	1	1	1	3
159	szyszka	Tannenzapfen	1	1	1	3
160	taczka	Schubkarren	1	1	1	3
161	tata	Papa	1	1	1	3
162	Torba	Tasche	1	1	1	3
163	torty	Torten	1	1	1	3
164	udka	Hähnchenschlegel	1	0	1	2
165	uszko	Öhrchen	1	1	1	3
166	wata	Watte	1	1	1	3
167	widly	Gabeln	1	1	1	3
168	wlosy	Haare	1	1	1	3
169	wor	gr. Sack	1	1	1	3
170	worek	Sack	1	1	1	3
171	wozy	Leiterwagen	1	1	1	3
172	zabka	Fröschchen	1	1	1	3
173	znaczk	Briefmarken	1	1	0	2
174	zuk	Käfer	1	1	1	3

II Wortinventar

Tab. 23: Wortinventar mit Distraktoren (Kombinations-Reimwort KR1, KR2 und KR3), Phonemunterscheidung im Anlaut (Singular, Plural)

Nr.	Ziel-Wort	dt.	KR1 ²¹	ja/nein	KR2	ja/nein	KR3	ja/nein
1	balon	Ballon	salon	1		0		0
2	beczka	Fass		0		0		0
3	biurko	Schreibtisch	piorko	1		0		0
4	blok	(Häuser-)block	smok	1	sok	1	lok	1
5	bluzka	Hemd	kluska	1		0		0
6	bomka	Weihn.kugel	pompka	1		0		0
7	brama	Tor	plama	1		0		0
8	bramka	Törchen	ramka	1	klamka	1		0
9	bulka	Brötchen	polka	1	kolka	1		0
10	burza	Sturm		0		0		0
11	butki	Kinderschuhe		0		0		0
12	byk	Stier	lyk	1		0		0
13	chata	Hütte	lata	1	tata	1		0
14	chatka	Hüttchen		0		0		0
15	ciasto	Teig	miasto	1		0		0
16	cien	Schatten	dzien	1		0		0
17	corka	Tochter		0		0		0
18	czapka	Mütze	zabka	1		0		0
19	czary	Zauber		0		0		0

²¹ KR1 bis KR3 bilden die Reimwortkombinationen zum Ziel-Item. Die Summe 1 bzw. 0 der Spalte 'ja/nein' zeigt an, wie viele Ziel-Items eine Reimwortkombination KR1 bis KR3 zulassen. Jedes Kombinationsreimwort (KR1-KR3) steht einmal auch in der Funktion des Ziel-Items.

20	czolo	Stirn	kolo	1		0	0
21	czubek	Spitze	dziobek	1		0	0
22	dach	Dach		0		0	0
23	deszcz	Regen		0		0	0
24	dlon	Hand(fläche)	slon	1	kon	1	0
25	dlonie	Hände	slonie	1		0	0
26	dol	Graben, Loch		0		0	0
27	dolek	kl. Graben		0		0	0
28	dom	Haus		0		0	0
29	domek	Häuschen		0		0	0
30	dym	Rauch		0		0	0
31	dymek	dünnere Rauch		0		0	0
32	dzieci	Kinder		0		0	0
33	dzien	Tag	cien	1		0	0
34	dziobek	Schnäbelchen	czubek	1		0	0
35	fajka	Pfeife	jajka	1		0	0
36	fala	Welle	sala	1		0	0
37	fale	Wellen	lale	1	szale	1	0
38	foki	Seehunde	soki	1		0	0
39	fotel	Sessel		0		0	0
40	futro	Pelz		0		0	0
41	gapa	Tollpatsch	lapa	1		0	0
42	gora	Berg	kura	1		0	0
43	gruszka	Birne	puszka	1		0	0
44	grzyby	Pilze	ryby	1	szyby	1	0
45	guma	Gummi		0		0	0
46	hak	Haken		0		0	0
47	haki	Haken pl.	raki	1		0	0
48	huk	Knall	luk	1		0	0

49 igly	Nadeln	widly	1		0	0
50 jajka	Eier	fajka	1		0	0
51 kaczk	Ente	paczka	1	taczka	1	0
52 kaczk	Enten	znaczk	1		0	0
53 kara	Strafe		0		0	0
54 karty	Karten	narty	1		0	0
55 kasa	Kasse		0		0	0
56 Kasy	Kassen	pasy	1		0	0
57 katar	Schnupfen		0		0	0
58 klamka	Türklinke	bramka	1	ramka	1	0
59 kluska	Nudel	bluzka	1		0	0
60 koc	Decke	noc	1		0	0
61 koce	Decken	noce	1		0	0
62 kok	Haarknoten		0		0	0
63 kolka	Räder	polka	1	bulka	1	0
64 kolo	Rad	czolo	1		0	0
65 kon	Pferd	slon	1	dlon	1	0
66 kot	Katze		0		0	0
67 kozy	Ziegen		0		0	0
68 kran	Wasserhahn	pan	1		0	0
69 krol	König	sol	1		0	0
70 krowy	Kühe		0		0	0
71 kura	Huhn	gora	1		0	0
72 kurek	Hahn		0		0	0
73 kurka	kleines Huhn		0		0	0
74 kurtka	Jacke		0		0	0
75 kwiat	Blume		0		0	0
76 kwiatek	Blume	statek	1		0	0
77 lale	Puppen	fale	1	szale	1	0

78	lalka	Püppchen		0		0	0
79	lapa	Pfote		0		0	0
80	las	Wald	pas	1		0	0
81	lata	Flicker	chata	1	tata	1	0
82	lekarz	Arzt	piekarz	1		0	0
83	loczek	Löckchen		0		0	0
84	lodka	Bötchen	udka	1		0	0
85	lody	Eis		0		0	0
86	lok	Locke	sok	1	smok	1	blok 1
87	lozko	Bett	uszko	1		0	0
88	lyk	Schluck	byk	1		0	0
89	lyzka	Löffel	szyszka	1	myszka	1	0
90	mama	Mama		0		0	0
91	maska	Maske		0		0	0
92	maski	Masken	paski	1		0	0
93	maslo	Butter		0		0	0
94	miasto	Stadt	ciasto	1		0	0
95	młot	Hammer	plot	1		0	0
96	morze	Meer	noze	1		0	0
97	mur	Mauer		0		0	0
98	murek	Mäuerchen		0		0	0
99	myszka	Mäuschen	szyszka	1	lyzka	1	0
100	narty	Ski		0		0	0
101	nitka	Faden		0		0	0
102	noc	Nacht	koc	1		0	0
103	noce	Nächte	koce	1		0	0
104	nogi	Füße	rogi	1		0	0
105	nos	Nase	sos	1		0	0
106	nosy	Nasen		0		0	0

107	noze	Messer	morze	1		0	0
108	osa	Biene		0		0	0
109	paczka	Päckchen	taczka	1	kaczka	1	0
110	palec	Finger		0		0	0
111	pan	Herr	kran	1		0	0
112	panie	Frauen	sanie	1	pranie	1	0
113	pas	Gürtel		0		0	0
114	paski	Gürtel pl.	maski	1		0	0
115	pasy	Gürtel pl.	kasy	1		0	0
116	piekarz	Bäcker	lekarz	1		0	0
117	pierogi	Pierogi		0		0	0
118	pila	Säge		0		0	0
119	piorko	Feder	biurko	1		0	0
120	plama	Fleck	brama	1		0	0
121	plot	Zaun	młot	1		0	0
122	polka	Reagl	kolka	1	bulka	1	0
123	pompka	Luftpumpe	bombka	1		0	0
124	pranie	Wäsche	sanie	1	panie	1	0
125	puszka	Dose	gruszka	1		0	0
126	rak	Krebs		0		0	0
127	raki	Krebse	haki	1		0	0
128	ramka	Rähmchen	bramka	1	klamka	1	0
129	reka	Arm		0		0	0
130	rog	Horn		0		0	0
131	rogi	Hörner	nogi	1		0	0
132	ryba	Fisch	szyba	1		0	0
133	ryby	Fische	grzyby	1	szyby	1	0
134	rzeczka	Flüsschen		0		0	0
135	sala	Saal	fala	1		0	0

136	salon	Salon	balon	1		0	0
137	sanie	Schlitte	panie	1	pranie	1	0
138	sen	Traum		0		0	0
139	serek	Käse		0		0	0
140	sernik	Käsekuchen		0		0	0
141	sломka	Strohalm		0		0	0
142	slon	Elefant	dlon	1	kon	1	0
143	slonie	Elefanten	dlonie	1		0	0
144	smok	Drachen	sok	1	lok	1	blok 1
145	sok	Saft	smok	1	lok	1	blok 1
146	soki	Säfte	foki	1		0	0
147	sol	Salz		0		0	0
148	sos	Soße	nos	1		0	0
149	sowa	Eule		0		0	0
150	sowy	Eulen		0		0	0
151	statek	Schiff	kwiatek	1		0	0
152	strach	Vogelscheuche	dach	1		0	0
153	szal	Schaal		0		0	0
154	szalas	Indianerzelt		0		0	0
155	szale	Schalen	fale	1	lale	1	0
156	szalka	Schälchen	lalka	1		0	0
157	szyba	Scheibe	ryba	1		0	0
158	szyby	Scheiben	ryby	1	grzyby	1	0
159	szyszka	Tannenzapfen	lyzka	1	myszka	1	0
160	taczka	Schubkarren	paczka	1	kaczka	1	0
161	tata	Papa	chata	1	lata	1	0
162	torba	Tasche		0		0	0
163	torty	Torten		0		0	0
164	udka	Hähnchenschlegel	lodka	1		0	0

165 uszko	Öhrchen	lozko	1	0	0
166 wata	Watte		0	0	0
167 widly	Gabeln	igly	1	0	0
168 wlosy	Haare		0	0	0
169 wor	gr. Sack		0	0	0
170 worek	Sack		0	0	0
171 wozy	Leiterwagen	kozy	1	0	0
172 zabka	Fröschchen	czapka	1	0	0
173 znaczki	Briefmarken	kaczki	1	0	0
174 zuk	Käfer		0	0	0
			<u>107</u>	<u>31</u>	<u>4</u>

III Ziel-Item Reimensembles

Tab. 24: Ziel-Items n=114, Ein- und Zweisilber mit Phonemunterscheidung im Anlaut (Singular/Plural)

<u>Nr.</u>	<u>Ziel- Item</u>	<u>R²²</u>			
			30	kaczka	paczka
			31	kaczka	taczka
1	balon	Salon	32	karty	narty
2	biurko	Piorko	33	kasy	pasy
3	blok	Smok	34	kluska	bluzka
4	blok	Lok	35	koc	noc
5	blok	Sok	36	koce	noce
6	bluzka	Kluska	37	kolo	czolo
7	brama	Plama	38	kon	dlon
8	bramka	Ramka	39	kon	slon
9	bulka	Polka	40	kozy	wozy
10	chata	Lata	41	krol	sol
11	chata	Tata	42	kura	gora
12	ciasto	Miasto	43	kwiatek	statek
13	czapka	Zabka	44	lale	fale
14	czolo	Kolo	45	lale	szale
15	czubek	Dziobek	46	lalka	szalka
16	dach	Strach	47	las	pas
17	dlon	Slon	48	lata	chata
18	dlon	Kon	49	lata	tata
19	dlonie	Slonie	50	lekarz	piekarz
20	dziobek	Czubek	51	lok	sok
21	fala	Sala	52	lok	smok
22	fale	Lale	53	lok	blok
23	fale	Szale	54	lyzka	szyszka
24	foki	Soki	55	lyzka	myszka
25	gora	Kura	56	maski	paski
26	grzyby	Ryby	57	miasto	ciasto
27	grzyby	Szyby	58	mlot	plot
28	haki	Raki	59	myszka	lyzka
29	igly	Widly	60	myszka	szyszka
			61	narty	karty
			62	noc	koc

²² R: Reimwort

63	noce	koce	90	smok	lok
64	nogi	rogi	91	smok	sok
65	nos	sos	92	sok	smok
66	paczka	Kaczka	93	sok	blok
67	paczka	taczka	94	sok	lok
68	panie	sanie	95	soki	foki
69	pas	las	96	sol	krol
70	paski	maski	97	sos	nos
71	pasy	kasy	98	statek	kwiatek
72	piekarz	lekarz	99	strach	dach
73	piorko	biurko	100	szale	fale
74	plama	brama	101	szale	lale
75	plot	młot	102	szalka	lalka
76	polka	bulka	103	szyba	ryba
77	raki	haki	104	szyby	grzyby
78	ramka	bramka	105	szyby	ryby
79	rogi	nogi	106	szyszka	lyzka
80	ryba	szyba	107	szyszka	myszka
81	ryby	grzyby	108	taczka	kaczka
82	ryby	szyby	109	taczka	paczka
83	sala	fala	110	tata	chata
84	salon	balon	111	tata	lata
85	sanie	panie	112	widly	igly
86	slon	dłonie	113	wozy	kozy
87	slon	kon	114	zabka	czapka
88	slonie	dłonie			
89	smok	blok			

IV Subjektiver Lautheitsausgleich

Tab. 25: Subjektiver Lautheitsausgleich für n=88 Ziel-Items durch 10 erwachsene Hörer, Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (SD)

NR.	Ziel Item	dt.	LA I dB ²³	LA II dB	LA III dB	LA IV dB	LA V dB	LA VI dB	LA VII dB	LA VIII dB	LA IX dB	LA X dB	MW ²⁴	SD ²⁵
1	balon	Ballon	-1	-1	-3	-2	-4	-4	-4	0	-2	-3	-2,40	1,36
2	biurko	Schreibtisch	1	-1	-1	-1	-2	-2	-2	2	0	0	-0,60	1,28
3	blok	(Häuser-)block	-1	0	-2	-1	-3	-2	-2	2	-1	-2	-1,20	1,33
4	bluzka	Hemd	2	1	-1	-1	-2	-2	0	2	2	0	0,10	1,51
5	brama	Tor	-2	-2	-3	-2	-3	-3	-3	-3	0	-2	-2,30	0,90
6	bramka	Törchen	-3	-3	-4	-3	-5	-4	-4	-5	-3	-4	-3,80	0,75
7	bulka	Brötchen	0	-2	-2	-1	-3	-3	-3	-2	-1	-2	-1,90	0,94
8	chata	Hütte	0	-2	-2	0	-2	-2	-3	-2	-1	-3	-1,70	1,00
9	ciasto	Teig	-2	-3	-3	-3	-4	-3	-4	-5	-2	-4	-3,30	0,90
10	czapka	Mütze	-2	-4	-5	-3	-5	-5	-3	-4	-4	-4	-3,90	0,94
11	czolo	Stirn	1	-2	-3	-2	-3	-2	-1	-1	-2	-2	-1,70	1,10
12	czubek	Spitze	1	0	0	0	0	0	-2	1	0	0	0,00	0,77
13	dach	Dach	-2	-2	-3	-2	-3	-3	-2	-3	-2	-2	-2,40	0,49
14	dlon	Hand(fläche)	-3	-2	-3	-2	-4	-4	-3	-4	-3	-3	-3,10	0,70
15	dlonie	Hände	-2	0	-2	0	-2	-2	-2	2	0	-2	-1,00	1,34
16	dziobek	Schnäbelchen	-2	-1	-2	-1	-2	-2	-2	-2	-1	0	-1,50	0,67

²³ LA I dB – LA X dB: Lautheitsausgleich durch Hörer I-X, Angaben in dB

²⁴ MW: Mittelwert aus LA I bis LA X, Angaben in dB

²⁵ SD: Standardabweichung aus LA I bis LA X, Angaben in dB

17	fala	Welle	1	0	1	1	2	1	2	2	0	2	1,20	0,75
18	fale	Wellen	0	-2	-3	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-1,90	0,70
19	foki	Seehunde	-1	-3	-4	-2	-2	-2	-4	0	-2	-4	-2,40	1,28
20	gora	Berg	-3	-4	-6	-3	-5	-5	-5	-4	-3	-5	-4,30	1,00
21	grzyby	Pilze	-2	-2	-4	-2	-2	-2	0	-1	-2	-3	-2,00	1,00
22	haki	Haken pl.	-4	-4	-5	-4	-5	-5	-5	-5	-4	-5	-4,60	0,49
23	igly	Nadeln	-2	-3	-3	-3	-3	-3	-4	-2	-3	-4	-3,00	0,63
24	kaczka	Ente	0	0	-2	0	-2	-3	-2	0	0	-2	-1,10	1,14
25	karty	Karten	-3	-3	-5	-4	-3	-4	-5	-3	-5	-5	-4,00	0,89
26	kasy	Kassen	-4	-4	-5	-4	-4	-4	-5	-4	-5	-5	-4,40	0,49
27	kluska	Nudel	-3	-3	-5	-3	-4	-4	-4	-3	-3	-4	-3,60	0,66
28	koc	Decke	-2	-3	-4	-3	-3	-3	-2	-3	-2	-2	-2,70	0,64
29	koce	Decken	-3	-3	-4	-3	-4	-3	-4	-3	-3	-4	-3,40	0,49
30	kolo	Rad	-1	0	-3	-1	-3	-3	-2	-2	-2	-2	-1,90	0,94
31	kon	Pferd	-1	-2	-3	-1	-2	-2	-2	-2	-2	0	-1,70	0,78
32	kozy	Ziegen	-2	-3	-2	-2	-2	-2	-2	0	-2	-2	-1,90	0,70
33	krol	König	-1	-1	-2	-1	-2	-2	-2	0	0	0	-1,10	0,83
34	kura	Huhn	-2	-1	-1	-1	-1	-1	2	2	2	2	0,10	1,58
35	kwiatek	Blume	-1	0	-3	0	-3	-3	-2	-1	0	0	-1,30	1,27
36	lale	Puppen	-2	-2	-3	-2	-3	-3	-2	0	-2	0	-1,90	1,04
37	lalka	Püppchen	-2	-2	-2	-2	-3	-3	-4	1	-3	-3	-2,30	1,27
38	las	Wald	-2	-2	-2	-1	-2	-3	-2	0	-2	-2	-1,80	0,75
39	lata	Flicker	-2	-3	-2	-2	-3	-3	-3	-2	-2	-2	-2,40	0,49
40	lekarz	Arzt	-4	-4	-3	-4	-4	-4	-4	-3	-3	-3	-3,60	0,49
41	lok	Locke	1	0	-2	-2	-2	-2	0	0	-2	-2	-1,10	1,14
42	lyzka	Löffel	0	0	-3	-1	-2	-2	-2	2	-1	0	-0,90	1,37
43	maski	Masken	0	-1	-1	-1	-2	-2	-3	0	-2	-3	-1,50	1,02
44	miasto	Stadt	2	0	0	0	0	0	0	-2	0	0	0,00	0,89

45	młot	Hammer	-2	-2	-2	-1	-2	-2	-3	-2	0	-2	-1,80	0,75
46	myszka	Mäuschen	1	1	-1	1	-2	-2	-2	1	1	-2	-0,40	1,43
47	narty	Ski	-2	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-2	-2	-4	-2,80	0,60
48	noc	Nacht	2	1	-1	1	-2	-1	-2	0	0	0	-0,20	1,25
49	noce	Nächte	-2	-3	-3	-2	-1	-1	0	-2	-2	0	-1,60	1,02
50	nogi	Füße	0	-1	-1	-1	-1	-1	-2	0	0	-2	-0,90	0,70
51	nos	Nase	-1	-1	-2	-1	-1	-1	-2	0	0	0	-0,90	0,70
52	paczka	Päckchen	-3	-2	-4	-3	-4	-4	-3	-3	-3	-3	-3,20	0,60
53	panie	Frauen	-1	-3	-2	-1	-2	-2	-4	0	0	-3	-1,80	1,25
54	pas	Gürtel	-1	-1	-3	-1	-3	-4	-2	-2	-2	0	-1,90	1,14
55	paski	Gürtel pl.	-2	-5	-4	-4	-4	-4	-4	-3	-4	-4	-3,80	0,75
56	pasy	Gürtel pl.	-2	-5	-5	-4	-4	-4	-4	-4	-5	-4	-4,10	0,83
57	piekarz	Bäcker	-2	-2	-2	-1	-2	-2	-2	-2	-1	-2	-1,80	0,40
58	piorko	Feder	-2	-2	-4	-3	-3	-4	-4	-2	-3	-4	-3,10	0,83
59	plama	Fleck	4	3	0	2	1	1	2	3	2	2	2,00	1,10
60	plot	Zaun	-1	1	-2	1	-1	-2	-2	0	1	0	-0,50	1,20
61	polka	Regal	2	1	0	1	0	0	-2	2	2	0	0,60	1,20
62	raki	Krebse	0	-1	-2	-1	-2	-1	-3	0	0	-3	-1,30	1,10
63	ramka	Rähmchen	0	0	-2	0	-3	-2	-3	0	-1	-2	-1,30	1,19
64	rogi	Hörner	-1	-2	-2	2	-1	-2	-2	0	2	-2	-0,80	1,54
65	ryba	Fisch	4	0	0	2	0	0	1	2	2	0	1,10	1,30
66	ryby	Fische	-2	-3	-3	-2	-2	-2	-3	-2	-2	-3	-2,40	0,49
67	sala	Saal	0	0	0	0	0	0	-3	-2	0	-3	-0,80	1,25
68	salon	Salon	0	0	0	0	-1	0	-3	-2	0	-3	-0,90	1,22
69	sanie	Schlitten	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-3	-2	-2	-2	-2,10	0,30
70	slon	Elefant	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	1,80	0,40
71	slonie	Elefanten	-1	-2	-1	-2	-1	0	-3	-2	0	-3	-1,50	1,02
72	smok	Drachen	-2	-1	-3	-1	-2	-2	-3	-2	-1	-3	-2,00	0,77

73	sok	Saft	2	2	1	2	1	0	0	0	2	0	1,00	0,89
74	soki	Säfte	2	0	0	2	0	0	0	1	2	0	0,70	0,90
75	sol	Salz	3	3	3	4	3	2	4	3	4	3	3,20	0,60
76	sos	Soße	-2	0	-3	-2	-3	-3	-4	-3	-2	-3	-2,50	1,02
77	statek	Schiff	-1	0	-1	-1	-1	-1	-2	-1	0	-2	-1,00	0,63
78	strach	Vogelscheuche	-1	-1	-3	-1	-4	-3	-2	-2	0	-2	-1,90	1,14
79	szale	Schalen	1	0	0	0	1	1	-2	0	0	-2	-0,10	1,04
80	szalka	Schale	4	3	1	2	1	1	2	2	2	2	2,00	0,89
81	szyba	Scheibe	-2	-2	-3	-2	-2	-2	-2	-2	-3	-2	-2,20	0,40
82	szyby	Scheiben	2	0	0	0	1	1	0	1	0	-2	0,30	1,00
83	szyszka	Tannenzapfen	3	0	-2	0	-2	-2	0	0	0	0	-0,30	1,42
84	taczka	Schubkarren	0	-2	-3	-3	-2	-2	0	-2	-2	-1	-1,70	1,00
85	tata	Papa	3	2	0	2	1	1	2	1	2	2	1,60	0,80
86	widly	Gabeln	-5	-5	-4	2	-2	0	-3	-2	2	-2	-1,90	2,43
87	wozy	Leiterwagen	0	-2	-2	-1	-1	-2	-2	-2	-1	-2	-1,50	0,67
88	zabka	Fröschen	3	3	2	3	2	2	2	2	2	3	2,40	0,49

V Analyse zum Frequenzschwerpunkt der Zielphoneme im Anlaut (Singular und Plural)

Tab. 26: Die 16 Messpunkte zur Analyse der vorherrschenden Frequenz im Anlaut der Ziel-Items im Singular

Methode: Abstand FS1 zu FS2 usw.: 0,01sec
 Frequency Analysis: FFT Size: 1024; Blackmann-Harris; Range: 120dB; Linear View
 Noise Reduction: FFT Size: 4096; Reduce by: 40dB; Precision Factor: 7; Smoothing Amount: 1; Transition Width: 0dB
 Hiss Rduction: FFT s.o.; Spectral Decay Rate: 75%; Reduce Hiss by: 40dB

<u>Nr.*</u>	<u>Item</u> ²⁶	<u>FS1</u> ²⁷	<u>FS2</u>	<u>FS3</u>	<u>FS4</u>	<u>FS5</u>	<u>FS6</u>	<u>FS7</u>	<u>FS8</u>	<u>FS9</u>	<u>FS10</u>	<u>FS11</u>	<u>FS12</u>	<u>FS13</u>	<u>FS14</u>	<u>FS15</u>	<u>FS16</u>	<u>FS</u> <u>MW</u> ²⁸
1	balon 1	44,39	36,77	70,99	279,41	287,24	280,00	271,03	286,51	266,42	265,49	265,05	253,86	250,05	246,90	244,38	242,04	224,41
2	biurko 3	63,63	70,82	228,41	229,97	230,33	230,40	229,87	228,69	227,36	227,53	230,53	234,68	240,39	246,59	261,24	251,10	214,47
3	Blok 1	263,98	262,51	262,56	253,07	250,53	246,83	249,25	254,50	252,55	248,17	244,51	241,22	240,33	242,40	237,68	228,44	248,66
4	bluzka 2	47,34	50,96	267,87	267,95	268,19	266,02	264,85	264,21	263,69	263,97	264,73	263,36	261,73	254,58	251,42	241,48	235,15
5	brama 1	196,07	187,78	185,98	64,61	46,42	270,13	279,82	239,38	218,55	251,24	245,99	210,31	240,45	235,99	207,50	241,87	207,63
6	bramka 1	33,79	573,24	274,77	37,37	269,58	276,22	234,21	237,74	200,55	227,72	237,01	243,05	273,31	284,33	598,43	614,04	288,46
7	bulka 2	225,65	223,58	220,77	209,52	203,46	198,91	202,23	201,71	194,86	193,58	196,04	54,02	34,05	39,34	293,90	315,09	187,92
8	chata 2	1.218,30	1.482,10	1.789,90	1.612,90	1.704,40	1.225,40	1.819,60	1.352,60	1.437,40	1.790,00	268,04	271,77	279,11	281,49	283,31	287,17	1.068,97
9	ciasto 1	10.098,00	7.817,90	7.254,40	5.447,90	6.951,40	6.175,10	6.271,10	7.086,80	6.435,90	7.308,10	282,15	292,93	309,76	309,46	297,20	294,58	4.539,54

²⁶ Die Angabe 1 bis 3 jeweils im Anschluss an das Ziel-Item, bezeichnet die Auswahl der Aufnahme des Ziel-Items. Jedes Ziel-Item wurde von der polnischen Sprecherin BS dreimal aufgesprochen.

²⁷ Frequenzschwerpunkt FS1 bis FS16 verteilt über den Anlaut hin zum Folgelaut, Angaben in Hz.

²⁸ FS MW: Mittelwert der Frequenzschwerpunkte FS1 bis FS16 des entsprechenden Ziel-Items, Angaben in Hz.

10	czapka 2	3.039,30	3.500,10	5.268,20	5.676,00	6.517,70	5.785,80	272,10	280,04	288,91	292,30	292,81	287,92	282,35	277,52	277,43	275,28	2.038,36
11	czoło 2	1.360,40	2.993,70	5.656,70	7.029,20	5.753,50	5.621,60	5.549,40	6.182,10	40,77	47,26	40,93	286,36	291,24	294,79	294,48	291,29	2.608,36
12	czubek 2	1.833,00	1.834,40	7.083,80	6.743,00	7.088,00	36,77	62,37	33,23	272,67	279,96	286,69	292,25	296,04	295,04	295,34	293,88	1.689,15
13	Dach 2	202,16	197,21	192,59	189,53	186,70	184,33	181,79	166,99	176,78	52,60	277,78	502,40	254,22	268,44	266,61	252,11	222,02
14	Dłon 1	223,48	222,92	222,09	222,83	222,92	224,14	226,45	232,04	236,09	242,02	245,59	246,77	495,45	494,53	492,79	485,74	295,99
15	dziobek 3	242,54	240,83	239,83	238,31	235,60	233,63	234,86	237,63	243,41	249,86	267,17	281,42	287,08	291,20	292,84	292,13	256,77
16	fala 3	6.004,90	6.607,10	13.338,00	13.334,00	26,97	13.021,00	23,37	22,30	6.906,70	6.993,30	12.292,00	11.783,00	488,85	13.366,00	13.299,00	46,72	7.347,08
17	Gora 3	661,71	751,54	748,62	547,07	205,35	234,28	237,49	241,64	244,39	244,66	244,87	244,38	242,89	241,69	241,05	239,74	348,21
18	kaczka 2	1.572,70	2.046,30	499,73	1.835,80	284,08	287,70	284,83	278,95	270,42	268,23	247,94	247,09	738,42	238,81	236,37	1.137,80	654,70
19	kluzka 3	1.094,60	1.136,40	1.225,70	32,52	43,41	1.232,80	29,74	48,86	57,99	241,96	250,34	268,80	271,99	275,05	274,45	274,11	422,42
20	koc 3	1.142,50	1.090,70	1.138,60	1.186,70	1.230,40	1.099,60	1.192,00	1.190,70	1.220,50	1.184,20	232,69	236,10	242,58	242,34	245,22	242,07	819,81
21	Kolo 1	1.005,20	873,85	967,05	580,59	924,32	702,29	588,24	573,76	268,55	270,32	275,82	274,92	274,61	274,24	272,20	268,53	524,66
22	kon 3	1.139,70	1.056,30	1.142,30	1.149,00	1.146,80	539,33	1.132,00	228,85	244,73	266,74	274,38	276,91	274,85	273,01	271,82	269,50	605,39
23	krol 1	1.097,10	1.046,20	1.010,60	1.097,10	1.274,80	1.393,20	1.448,90	1.218,50	201,52	239,50	248,46	271,81	276,91	279,45	278,99	242,23	726,58
24	Kura 2	707,23	665,24	754,36	703,78	747,84	768,30	569,55	760,69	539,44	494,59	200,68	233,62	230,91	233,43	234,12	232,93	504,79
25	kwiatek 3	1.953,30	1.875,40	1.828,30	1.956,70	2.046,00	33,51	33,60	240,07	240,74	248,24	266,98	269,17	269,45	538,73	539,70	241,40	786,33
26	Lalka 2	241,95	243,18	243,50	243,13	242,92	243,37	244,30	244,77	247,32	265,97	273,72	581,99	277,71	277,32	278,55	278,46	276,76
27	las 2	233,26	236,52	238,46	239,91	240,93	242,13	242,28	242,78	243,17	244,02	498,54	498,58	501,80	245,68	245,13	243,84	289,81
28	lata 1	226,69	227,39	226,64	227,15	228,65	229,50	230,83	235,48	492,92	528,48	542,01	268,46	269,35	267,27	265,88	265,59	295,77
29	lekarz 4	224,14	225,57	227,10	229,77	233,35	234,19	235,76	238,10	241,57	243,38	243,73	246,55	242,27	239,02	716,80	710,42	295,73
30	lok 3	277,66	281,28	285,04	286,88	288,76	289,19	290,82	293,25	308,67	308,75	308,51	308,34	308,01	314,66	316,21	627,79	318,36
31	lyszka 2	191,21	192,63	191,47	193,25	193,95	192,91	193,27	195,64	200,86	223,99	235,49	486,02	490,96	484,43	457,43	451,55	285,94

32	miasto 2	223,81	225,44	226,50	226,53	226,65	225,53	232,99	235,70	237,45	239,42	242,16	242,83	238,28	233,28	228,11	223,96	231,79
33	Mlot 3	198,71	225,20	224,90	228,87	230,55	231,14	232,47	236,86	238,13	240,64	239,37	240,19	238,68	237,75	235,50	231,32	231,89
34	myszka 3	250,25	266,59	269,64	270,32	270,04	270,30	270,73	271,60	272,30	273,02	273,55	274,08	275,13	279,92	291,64	309,48	274,29
35	noc 3	242,64	242,59	242,65	243,47	244,20	244,49	244,59	244,77	245,24	245,10	244,67	244,79	269,88	275,18	274,29	269,38	251,12
36	nos 2	223,52	222,85	223,35	223,06	223,09	222,80	207,86	204,77	224,75	233,51	234,22	231,14	228,96	225,61	222,76	207,11	222,46
37	paczka 1	107,95	68,28	55,17	45,84	39,18	40,52	47,50	234,09	230,30	224,81	206,55	203,73	202,05	199,75	197,98	196,69	143,77
38	pas 3	49,41	68,77	46,23	44,77	37,06	51,35	50,74	200,17	197,51	194,90	191,61	189,06	188,62	188,02	185,43	183,45	129,19
39	piekarz 1	45,85	204,28	207,05	207,29	207,55	206,42	205,38	204,34	204,95	223,08	229,29	235,79	239,58	241,83	240,05	239,90	208,91
40	piorko 1	3.160,20	3.161,40	3.198,70	3.243,70	3.464,90	201,15	204,43	207,60	208,22	222,24	225,81	233,73	237,53	243,09	249,35	249,27	1.169,46
41	plama 1	31,10	41,64	267,08	269,85	271,38	275,79	277,43	279,37	278,95	277,69	274,66	270,95	268,35	268,52	270,20	268,44	243,21
42	plot 3	496,73	1.695,70	62,26	66,57	45,00	32,78	61,69	72,04	39,50	33,27	38,21	30,54	27,52	26,58	206,76	203,82	196,19
43	polka 3	48,02	36,25	28,80	62,59	36,54	68,91	53,54	27,53	40,06	33,85	268,99	269,19	267,60	266,34	249,71	246,56	125,28
44	ramka 3	233,22	192,72	241,78	248,73	201,74	223,06	271,92	244,00	208,35	274,61	282,73	273,59	271,31	279,33	279,32	274,39	250,05
45	Ryba 2	244,15	238,39	203,13	240,21	249,09	192,96	192,61	233,40	207,11	192,27	235,41	226,88	230,01	235,35	236,69	237,15	224,68
46	sala 1	11.653,00	10.269,00	13.063,00	11.940,00	11.823,00	11.686,00	11.483,00	11.523,00	10.322,00	11.520,00	8.852,80	280,83	285,92	281,13	273,34	266,28	7.845,14
47	salon 1	9.973,30	13.550,00	11.255,00	13.845,00	11.987,00	13.892,00	11.726,00	11.651,00	11.734,00	12.766,00	13.447,00	13.203,00	12.974,00	8.708,30	286,62	293,99	10.705,76
48	Slon 2	11.959,00	11.871,00	12.167,00	12.172,00	12.210,00	12.459,00	12.465,00	10.657,00	12.861,00	12.383,00	190,09	207,24	208,25	206,52	207,00	205,47	7.651,79
49	smok 2	9.885,40	11.604,00	11.615,00	11.777,00	11.602,00	11.740,00	11.652,00	11.690,00	10.906,00	155,13	226,09	231,87	245,76	244,36	245,63	244,63	6.504,05
50	sok 2	12.766,00	12.773,00	12.119,00	12.898,00	12.176,00	12.192,00	12.855,00	11.913,00	12.040,00	121,40	12.114,00	11.695,00	13.501,00	234,31	247,11	248,07	9.368,31
51	sol 1	10.922,00	13.077,00	12.085,00	11.916,00	11.859,00	11.745,00	12.084,00	12.164,00	11.851,00	11.946,00	11.264,00	10.571,00	9.582,50	196,09	227,24	224,74	9.482,16
52	sos 1	9.841,80	10.914,00	11.474,00	11.939,00	11.476,00	11.565,00	11.395,00	11.049,00	11.136,00	11.050,00	11.135,00	11.261,00	10.869,00	9.751,00	235,71	275,11	9.710,41
53	statek 1	10.440,00	11.566,00	11.692,00	11.692,00	11.176,00	11.334,00	13.669,00	11.904,00	12.336,00	12.130,00	14.876,00	32,22	47,52	47,14	289,18	289,09	8.345,01

54	strach 1	11.526,00	11.608,00	11.693,00	12.254,00	12.464,00	11.442,00	12.605,00	12.559,00	48,12	47,53	1.775,70	244,59	292,48	308,29	286,72	195,61	6.209,38
55	szalka 2	2.383,50	2.688,50	5.968,10	5.492,20	2.522,70	7.124,20	5.568,30	2.772,10	6.055,60	5.485,80	2.607,70	2.730,70	1.784,80	277,29	280,61	277,29	3.376,21
56	szyba 3	3.215,20	6.998,40	7.598,70	6.737,30	7.045,80	6.571,60	6.223,70	7.264,00	6.171,10	7.122,20	6.744,30	6.177,30	6.348,00	3.373,50	237,13	243,55	5.504,49
57	szyszka 3	3.257,60	3.254,60	3.479,10	6.654,50	6.055,40	6.387,40	6.767,90	5.968,00	6.573,70	5.491,50	5.582,80	5.488,70	3.601,90	3.595,50	243,03	270,02	4.541,98
58	taczka 3	48,56	48,18	45,00	234,00	226,13	222,30	205,81	201,29	791,22	788,79	761,42	754,44	188,65	722,58	721,88	185,66	384,12
59	tata 2	49,80	54,20	45,65	285,37	290,09	288,42	283,83	277,83	275,00	272,36	267,06	265,28	265,94	248,43	745,94	723,33	289,91
60	zabka 1	2.520,10	239,50	232,40	232,59	232,20	228,80	230,10	231,04	231,19	229,75	227,99	229,11	231,39	238,64	251,41	269,75	378,50

Tab. 27: Die 16 Messpunkte zur Analyse der vorherrschenden Frequenz im Anlaut der Ziel-Items im Plural

Methode: Abstand FS1 zu FS2 usw.: 0,01sec

Frequency Analysis: FFT Size: 1024; Blackmann-Harris; Range: 120dB; Linear View

Noise Reduction: FFT Size: 4096; Reduce by: 40dB; Precision Factor: 7; Smoothing Amount: 1; Transition Width: 0dB

Hiss Reduction: FFT s.o.; Spectral Decay Rate: 75%; Reduce Hiss by: 40dB

Nr.*	Item	FS1	FS2	FS3	FS4	FS5	FS6	FS7	FS8	FS9	FS10	FS11	FS12	FS13	FS14	FS15	FS16	FS MW
1	dlonie 3	238,77	239,16	238,30	235,81	233,67	230,45	229,36	227,28	225,80	225,57	225,54	224,32	226,34	230,20	237,18	239,51	231,70
2	fale 3	7.256,50	7.819,40	7.640,80	7.395,00	7.077,00	10.964,00	7.307,20	6.957,00	7.521,60	7.512,20	6.998,90	1.528,20	2.872,40	277,28	278,71	276,31	5.605,16
3	foki 3	7.731,30	7.692,50	5.566,10	2.181,50	9.667,30	37,26	25,15	95,59	99,88	273,30	274,06	46,58	276,48	32,56	32,05	274,37	2.144,12
4	grzyby 3	191,55	200,97	225,45	231,89	233,43	235,35	229,04	224,07	207,15	207,10	199,09	199,60	202,57	203,92	201,81	198,56	211,97
5	haki 1	1.322,40	1.522,20	1.448,70	1.439,90	36,85	43,86	51,45	161,90	3.163,10	3.165,00	3.085,30	3.077,30	3.207,70	3.151,80	1.234,00	230,43	1.646,37
6	igly 2	226,32	225,44	208,15	205,38	200,74	198,50	201,15	200,23	196,86	197,23	197,82	197,56	198,02	197,02	193,83	185,45	201,86
7	karty 1	1.741,20	1.748,00	1.741,00	1.704,50	36,02	246,33	268,93	271,36	270,81	267,29	245,80	1.216,20	1.176,60	1.148,50	1.113,00	1.105,50	893,82
8	kasy 1	1.743,00	1.959,50	1.749,60	2.043,80	1.864,00	627,22	243,09	286,67	289,14	287,48	283,65	278,16	268,09	1.261,30	1.214,90	1.178,80	973,65
9	koce 1	1.057,90	1.061,50	1.018,10	1.184,50	1.182,40	1.183,30	277,21	289,43	308,44	308,88	309,74	294,02	582,98	573,21	544,61	537,56	669,61
10	kozy 3	1.013,40	1.099,00	1.053,00	1.050,50	1.104,30	1.096,80	1.135,80	236,70	245,44	267,04	269,62	270,59	272,07	271,82	270,94	270,64	620,48
11	lale 3	225,41	237,04	234,05	233,36	233,62	232,41	233,53	237,49	240,13	242,48	243,21	243,13	246,23	248,15	248,65	247,11	239,13
12	maski 3	235,84	236,86	237,68	239,53	238,76	236,67	235,90	269,00	239,75	233,50	230,17	221,39	228,56	225,28	226,88	224,49	235,02

13	narty 3	226,35	227,23	228,97	230,10	230,59	231,25	231,00	230,24	230,22	230,15	230,20	230,28	234,90	233,40	229,16	227,05	230,07
14	noce 1	204,65	205,21	204,76	205,04	205,51	226,21	225,90	225,48	223,61	208,73	205,31	201,87	199,51	197,44	193,17	190,33	207,67
15	nogi 3	228,27	229,18	229,62	230,60	231,24	231,78	233,00	234,06	234,47	233,89	233,19	232,03	232,59	247,21	266,12	248,25	235,97
16	panie 3	58,39	60,76	47,81	56,74	240,35	47,61	232,26	230,13	229,17	226,09	225,51	221,83	207,33	207,02	204,05	199,65	168,42
17	paski 1	34,08	43,51	49,21	37,23	35,90	54,84	37,11	32,40	224,09	225,36	226,25	222,54	208,99	207,00	205,77	201,08	127,84
18	pasy 3	52,42	54,23	53,57	233,01	234,48	44,84	54,15	233,75	234,76	236,61	234,51	235,87	233,32	232,29	231,12	228,41	176,71
19	raki 2	206,04	228,29	268,49	268,97	197,30	248,74	273,20	203,47	249,08	281,33	272,18	274,33	285,38	287,92	284,87	278,63	256,76
20	rogi 3	202,53	196,34	245,82	204,53	193,20	246,83	229,80	199,07	246,96	246,07	229,42	269,92	537,48	538,49	531,48	251,30	285,58
21	ryby 1	198,77	246,13	270,52	202,11	203,81	249,62	273,90	203,97	230,58	275,01	233,09	249,46	282,79	288,37	290,10	293,34	249,47
22	sanie 3	9.845,30	11.910,00	12.386,00	12.256,00	12.469,00	10.150,00	9.885,60	10.007,00	12.041,00	11.650,00	11.523,00	8.989,30	239,68	269,04	251,46	248,14	8.382,53
23	slonie 1	12.125,00	12.133,00	12.457,00	11.094,00	13.243,00	13.326,00	13.677,00	13.416,00	13.773,00	13.850,00	13.674,00	12.552,00	5.657,20	320,82	292,05	288,57	10.117,42
24	soki 2	11.872,00	10.748,00	13.342,00	11.172,00	11.605,00	11.817,00	11.908,00	12.336,00	11.941,00	11.603,00	11.551,00	11.435,00	11.434,00	9.968,30	52,70	269,92	10.190,93
25	szale 2	6.137,40	3.340,90	5.965,20	5.838,00	6.050,80	5.917,00	6.009,10	6.046,90	6.011,60	5.842,40	6.047,80	3.543,30	241,79	269,18	269,47	250,48	4.236,33
26	szyby 3	2.693,30	2.695,50	4.601,10	5.061,50	1.642,40	6.007,80	2.649,30	5.274,40	2.654,60	5.397,40	2.806,20	2.914,80	5.451,90	246,23	271,37	278,40	3.165,39
27	widly 3	234,27	231,52	227,65	225,65	225,23	223,59	222,80	208,54	206,87	205,33	205,45	205,89	204,95	198,46	188,57	186,23	212,56
28	wozy 3	193,97	188,76	185,36	185,30	186,08	182,52	181,39	179,67	165,00	165,06	163,70	201,87	237,58	250,15	532,72	527,35	232,91

VI Statistics: Peak-Amplitude, Avg. RMS, Total RMS des Ankerschalls im Singular und Plural

Tab. 28: Peak-Amplitude, Avg. RMS, Total RMS des Ankerschalls im Singular, Mittelwerte (MW) und Standardabweichung, Min. und Max. Werte

<u>Nr.</u>	<u>Ziel-Item.</u>	<u>Peak Amplitude (dB)</u>	<u>Average RMS Power (dB)</u>	<u>Total RMS Power (dB)</u>
1	balon 1	19,34	39,80	36,18
2	biurko 3	23,35	44,03	40,00
3	blok 1	18,43	41,21	37,36
4	bluzka 2	19,58	41,18	36,95
5	brama 1	19,68	39,11	36,08
6	bramka 1	19,88	39,59	36,50
7	bulka 2	18,39	38,89	35,32
8	chata 2	18,65	40,34	36,96
9	ciasto 1	19,98	38,27	35,40
10	czapka 2	19,71	39,67	35,99
11	czolo 2	22,54	42,86	39,49
12	czubek 2	21,90	41,36	37,82
13	dach 2	19,74	41,48	37,51
14	dlon 1	23,95	44,39	41,13

15	dziobek 3	18,50	39,87	36,00
16	fala 3	21,17	41,47	37,42
17	gora 3	19,68	39,81	36,25
18	kaczka 2	19,81	43,46	38,60
19	kluzka 3	15,84	37,85	34,48
20	koc 3	18,07	38,36	34,84
21	kolo 1	20,61	40,74	37,95
22	kon 3	22,22	40,71	37,38
23	krol 1	17,81	37,43	33,73
24	kura 2	16,47	39,47	34,76
25	kwiatek 3	19,11	40,75	36,81
26	lalka 2	21,05	40,95	37,48
27	las 2	19,77	39,43	35,83
28	lata 1	16,22	35,63	32,45
29	lekarz 4	15,46	38,08	34,20
30	lok 3	17,71	41,47	36,96
31	lyszka 2	20,54	40,40	36,84
32	miasto 2	22,65	42,44	38,76
33	mlot 3	18,81	37,45	33,65
34	myszka 3	16,29	39,38	34,71
35	noc 3	23,93	41,79	38,85
36	nos 2	18,03	37,91	34,60
37	paczka 1	21,85	38,44	36,16
38	pas 3	19,21	39,02	35,52
39	piekarz 1	20,42	40,05	37,08
40	piorko 1	19,41	37,16	34,02
41	plama 1	21,39	41,50	37,77
42	plot 3	21,73	41,87	38,62

43	polka 3	20,28	42,92	39,31
44	ramka 3	18,09	40,58	36,03
45	ryba 2	17,51	39,33	34,98
46	sala 1	20,50	40,50	37,04
47	salon 1	22,92	44,00	40,53
48	slon 2	23,12	43,77	40,34
49	smok 2	24,54	45,40	42,32
50	sok 2	24,54	44,67	41,92
51	sol 1	20,87	42,59	38,71
52	sos 1	19,36	38,82	35,17
53	statek 1	23,39	40,59	37,92
54	strach 1	15,91	38,47	34,95
55	szalka 2	20,67	43,13	38,54
56	szyba 3	18,85	41,24	36,33
57	szyszka 3	25,00	44,90	41,23
58	taczka 3	26,95	45,24	42,08
59	tata 2	27,58	47,77	43,82
60	zabka 1	24,63	44,87	41,90

<u>Mittelwert</u>	20,39	40,90	37,29
<u>Standardabweichung</u>	2,67	2,42	2,44
<u>Min. Wert</u>	15,46	35,63	32,45
<u>Max. Wert</u>	27,58	47,77	43,82
<u>Range</u>	12,12	12,14	11,37

Tab. 29: Peak-Amplitude, Avg. RMS, Total RMS des Ankerschalls im Plural, Mittelwerte (MW) und Standardabweichung, Min. und Max. Werte

Nr.	Ziel-Item	Peak Amplitude (dB)	Average RMS Power (dB)	Total RMS Power (dB)
1	Dlonie 3	24,47	44,43	41,60
2	fale 3	18,37	40,33	36,61
3	foki 3	21,71	40,95	38,29
4	grzyby 3	21,27	39,95	37,29
5	haki 1	22,60	40,44	38,26
6	igly 2	23,58	43,37	40,26
7	karty 1	16,74	36,49	33,56
8	kasy 1	18,72	38,50	35,59
9	koce 1	18,84	37,73	34,93
10	kozy 3	18,79	39,66	36,06
11	lale 3	21,83	41,13	38,17
12	Maski 3	16,20	39,72	35,56
13	narty 3	13,14	35,04	32,32
14	noce 1	22,52	41,29	38,21
15	nogi 3	19,20	40,29	36,67
16	panie 3	19,14	39,08	35,65
17	paski 1	14,69	36,58	32,57
18	pasy 3	16,35	36,22	32,94
19	raki 2	15,85	38,09	34,18

20	rogi 3	20,02	41,97	38,53
21	ryby 1	15,23	37,42	33,27
22	sanie 3	21,07	44,29	40,86
23	slonie 1	20,20	41,32	38,06
24	soki 2	21,32	42,16	37,90
25	szale 2	23,12	43,73	40,19
26	szyby 3	17,05	40,93	37,53
27	widly 3	24,58	45,73	41,61
28	wozy 3	23,31	42,47	39,18

<u>Mittelwert</u>	19,64	40,21	36,99
<u>Standardabweichung</u>	3,08	2,61	2,65
<u>Min.</u>	13,14	35,04	32,32
<u>Max.</u>	24,58	45,73	41,61
<u>Range</u>	11,44	10,69	9,29

VII Reimpaare mit unterschiedlichem Frequenzschwerpunkt

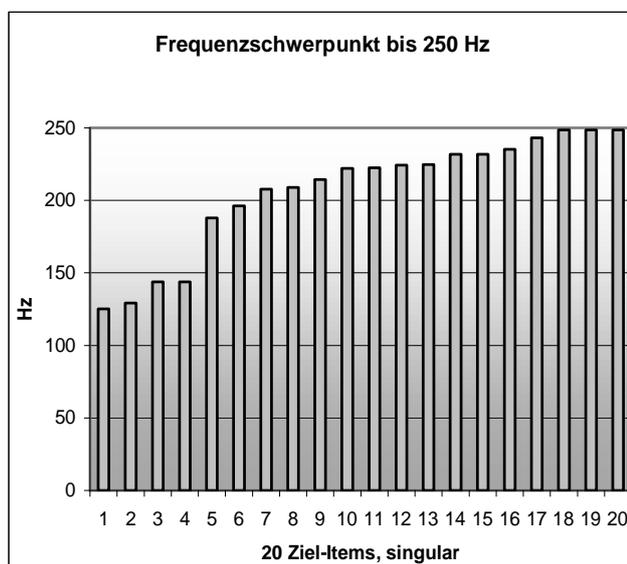
Tab. 30: Ziel-Items mit Frequenzschwerpunkt bis 250 Hz, singular

R: Reimwort zum Ziel-Item

FS ZI Mitt: Frequenzschwerpunkt gemittelt des Ziel-Items

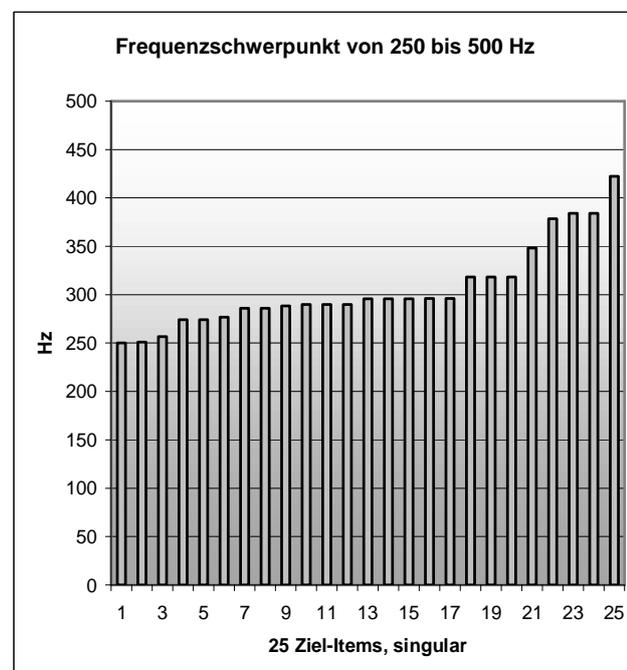
Diff Freq: Differenzfrequenz zum Ziel-Item

Ziel-Item	R*	FS ZI Mitt*	Diff Freq*
polka	bulka	125,28	62,64
pas	las	129,19	160,62
paczka	kaczka	143,77	510,93
paczka	taczka	143,77	240,35
bulka	polka	187,92	62,64
plot	młot	196,19	35,70
brama	plama	207,63	35,58
piekarz	lekarz	208,91	86,82
biurko	piorko	214,47	954,99
dach	strach	222,02	5.987,36
nos	sos	222,46	9.487,95
balon	salon	224,41	10.481,35
ryba	szymba	224,68	5.279,81
miasto	ciasto	231,79	4.307,75
młot	plot	231,89	35,70
bluzka	kluska	235,15	187,27
plama	brama	243,21	35,58
blok	smok	248,66	6.255,39
blok	lok	248,66	69,70
blok	sok	248,66	9.119,65



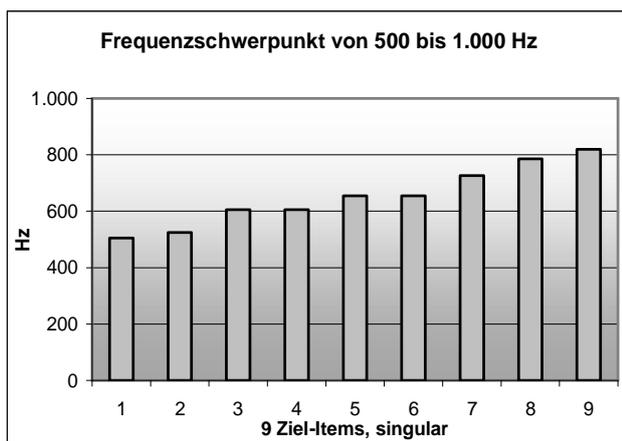
Tab. 31: Ziel-Items mit Frequenzschwerpunkt von 250 bis 500 Hz, singular

Ziel-Item	R*	FS ZI Mitt*	Diff Freq*
ramka	bramka	250,05	38,41
noc	koc	251,12	568,68
dziobek	czubek	256,77	1.432,38
myszka	lyzka	274,29	11,65
myszka	szyszka	274,29	4.267,69
lalka	szalka	276,76	3.099,45
lyzka	szyszka	285,94	4.256,04
lyzka	myszka	285,94	11,65
bramka	ramka	288,46	38,41
las	pas	289,81	160,62
tata	chata	289,91	779,06
tata	lata	289,91	5,86
lekarz	piekarz	295,73	86,82
lata	chata	295,77	773,20
lata	tata	295,77	5,86
dłon	ślōn	295,99	7.355,80
dłon	kon	295,99	309,40
lok	sok	318,36	9.049,95
lok	smok	318,36	6.185,69
lok	błok	318,36	69,70
gora	kura	348,21	156,58
zabka	czapka	378,50	1.659,86
taczka	kaczka	384,12	270,58
taczka	paczka	384,12	240,35
kluska	bluzka	422,42	187,27

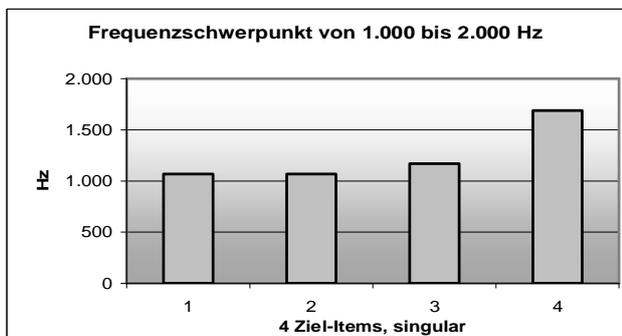


Tab. 32: Ziel-Items mit Frequenzschwerpunkt von 500 bis 1.000 Hz, singular

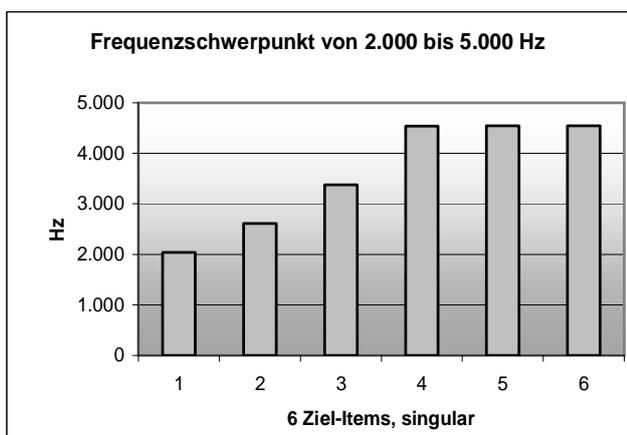
Ziel-Item	R*	FS ZI Mitt*	Diff Freq*
kura	gora	504,79	156,58
kolo	czolo	524,66	2.083,70
kon	dlon	605,39	309,40
kon	slon	605,39	7.046,40
kaczka	paczka	654,70	510,93
kaczka	taczka	654,70	270,58
krol	sol	726,58	8.755,58
kwiatek	statek	786,33	7.558,68
koc	noc	819,81	568,69

**Tab. 33:** Ziel-Items mit Frequenzschwerpunkt von 1.000 bis 2.000 Hz, singular

Ziel-Item	R*	FS ZI Mitt*	Diff Freq*
chata	lata	1.068,97	773,20
chata	tata	1.068,97	779,06
piorko	biurko	1.169,46	954,99
czubek	dziobek	1.689,15	1.432,38

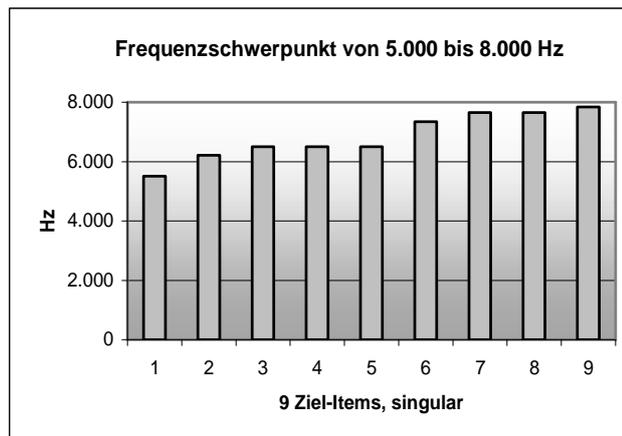
**Tab. 34:** Ziel-Items mit Frequenzschwerpunkt von 2.000 bis 5.000 Hz, singular

Ziel-Item	R*	FS ZI Mitt*	Diff Freq*
czapka	zabka	2.038,36	1.659,86
czolo	kolo	2.608,36	2.083,70
szalka	lalka	3.376,21	3.099,45
ciasto	miasto	4.539,54	4.307,75
szyszka	lyzka	4.541,98	4.256,04
szyszka	myszka	4.541,98	4.267,69

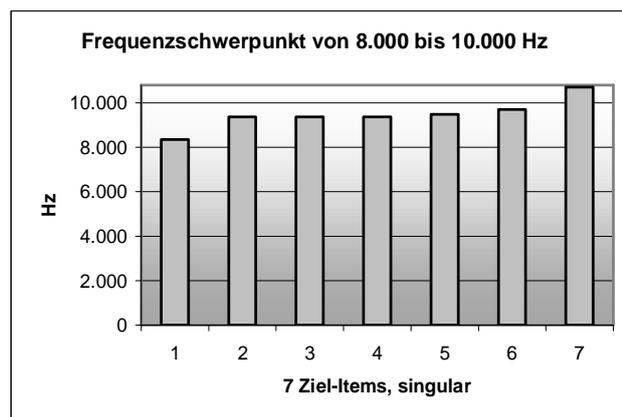


Tab. 35: Ziel-Items mit Frequenzschwerpunkt von 5.000 bis 8.000 Hz, singular

Ziel-Item	R*	FS ZI Mitt*	Diff Freq*
szyba	ryba	5.504,49	5.279,81
strach	dach	6.209,38	5.987,36
smok	blok	6.504,05	6.255,39
smok	lok	6.504,05	6.185,69
smok	sok	6.504,05	2.864,26
fala	sala	7.347,08	498,06
slon	dlon	7.651,79	7.355,80
slon	kon	7.651,79	7.046,40
sala	fala	7.845,14	498,06

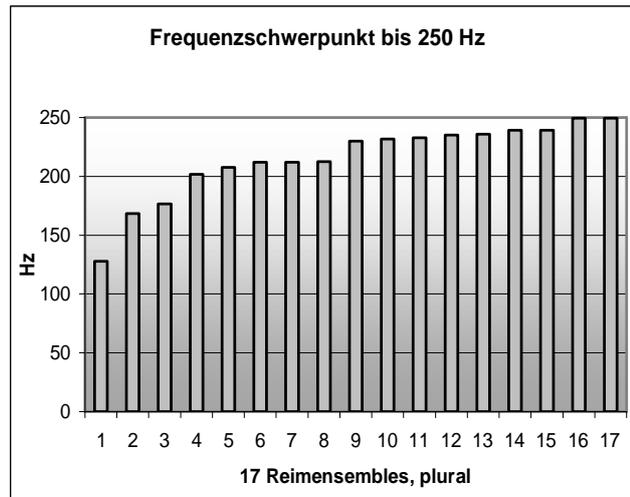
**Tab. 36:** Ziel-Items mit Frequenzschwerpunkt von 8.000 bis 10.000 Hz, singular

Ziel-Item	R*	FS ZI Mitt*	Diff Freq*
statek	kwiatek	8.345,01	7.558,68
sok	smok	9.368,31	2.864,26
sok	blok	9.368,31	9.119,65
sok	lok	9.368,31	9.049,95
sol	krol	9.482,16	8.755,58
sos	nos	9.710,41	9.487,95
salon	balon	10.705,76	10.481,35

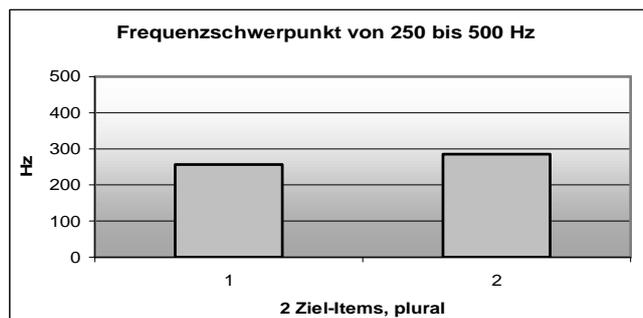


Tab. 37: Ziel-Items mit Frequenzschwerpunkt bis 250 Hz, plural

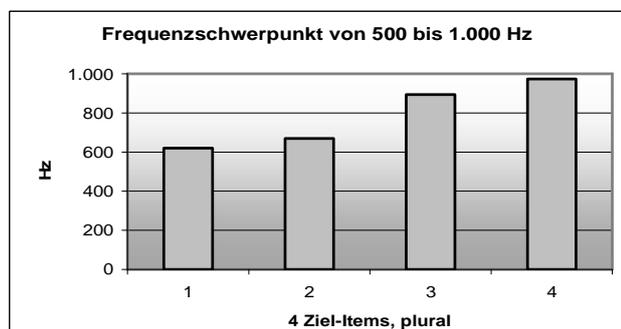
Ziel-Item	R*	FS ZI Mitt*	Diff Freq*
paski	maski	127,84	107,18
panie	sanie	168,42	8.214,11
pasy	kasy	176,71	796,94
igly	widly	201,86	10,70
noce	koce	207,67	461,94
grzyby	ryby	211,97	37,50
grzyby	szyby	211,97	2.953,42
widly	igly	212,56	10,70
narty	karty	230,07	663,75
dlonie	slonie	231,70	9.885,72
wozy	kozy	232,91	387,57
maski	paski	235,02	107,18
nogi	rogi	235,97	49,61
lale	fale	239,13	5.366,03
lale	szale	239,13	3.997,20
ryby	grzyby	249,47	37,50
ryby	szyby	249,47	2.915,92

**Tab. 38:** Ziel-Items mit Frequenzschwerpunkt von 250 bis 500 Hz, plural

Ziel-Item	R*	FS ZI Mitt*	Diff Freq*
raki	haki	256,76	1.389,61
rogi	nogi	285,58	49,61

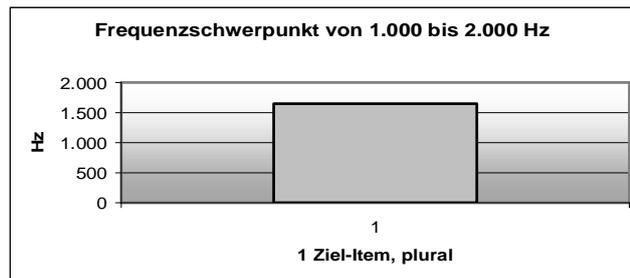
**Tab. 39:** Ziel-Items mit Frequenzschwerpunkt von 500 bis 1.000 Hz, plural

Ziel-Item	R*	FS ZI Mitt*	Diff Freq*
kozy	wozy	620,48	387,57
koce	noce	669,61	461,94
karty	narty	893,82	663,75
kasy	pasy	973,65	796,94

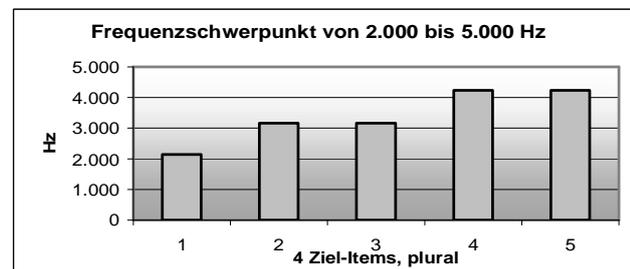


Tab. 40: Ziel-Item mit Frequenzschwerpunkt von 1.000 bis 2.000 Hz, plural

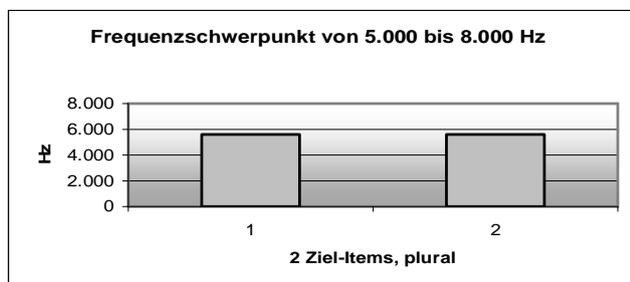
Ziel-Item	R*	FS ZI Mitt*	Diff Freq*
haki	raki	1.646,37	1.389,61

**Tab. 41:** Ziel-Items mit Frequenzschwerpunkt von 2.000 bis 5.000 Hz, plural

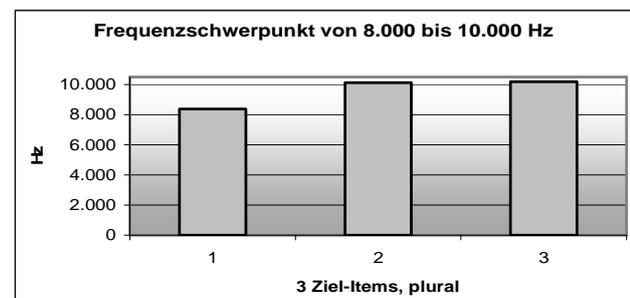
Ziel-Item	R*	FS ZI Mitt*	Diff Freq*
foki	soki	2.144,12	8.046,81
szyby	grzyby	3.165,39	2.953,42
szyby	ryby	3.165,39	2.915,92
szale	fale	4.236,33	1.368,83
szale	lale	4.236,33	3.997,20

**Tab. 42:** Ziel-Items mit Frequenzschwerpunkt von 5.000 bis 8.000 Hz, plural

Ziel-Item	R*	FS ZI Mitt*	Diff Freq*
fale	lale	5.605,16	5.366,03
fale	szale	5.605,16	1.368,83

**Tab. 43:** Ziel-Items mit Frequenzschwerpunkt von 8.000 bis 10.000 Hz, plural

Ziel-Item	R*	FS ZI Mitt*	Diff Freq*
sanie	panie	8.382,53	8.214,11
slonie	dlonie	10.117,42	9.885,72
soki	foki	10.190,93	8.046,81



VIII Nutzsoll-Störsollverhältnis der OLSZTYNER HÖR REIME

Tab. 44: Übersicht zur Verständlichkeit (%) mittels Sprachverständlichkeitsindex (SVI) für die Wortlisten 1 bis 10 für Kinder von 3-7 Jahren

<u>Verständlichkeit</u> ²⁹	<u>%</u>	<u>Verständlichkeit</u>	<u>%</u>
Kinder 3-4 Jahre		Kinder 5-7 Jahre	
Verständlichkeit 1	-31,25	Verständlichkeit 1	-35,00
Verständlichkeit 2	-12,50	Verständlichkeit 2	-20,00
Verständlichkeit 3	6,25	Verständlichkeit 3	-5,00
Verständlichkeit 4	25,00	Verständlichkeit 4	10,00
Verständlichkeit 5	43,75	Verständlichkeit 5	25,00
Verständlichkeit 6	62,50	Verständlichkeit 6	40,00
Verständlichkeit 7	81,25	Verständlichkeit 7	55,00
Verständlichkeit 8	100,00	Verständlichkeit 8	70,00
		Verständlichkeit 9	85,00
		Verständlichkeit 10	100,00

²⁹ Verständlichkeit ermittelt über den SVI, definiert als der um die Ratewahrscheinlichkeit korrigierte Prozentsatz (vgl. Kap. 7.2.)

Tab. 45: Verständlichkeit (%) bei konstanten S/N-Verhältnissen von –6dB bis +6dB für 7 erwachsene Hörer. Wortliste 1 bis 10 für Kinder im Alter von 3-4 Jahren, Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD)

S/N für L1	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	MW H1-H7	SD
-6	25	43,75	43,75	6,25	6,25	43,75	43,75	30,36	16,51
-3	62,5	62,5	62,5	6,25	6,25	43,75	43,75	41,07	23,35
0	81,25	81,25	62,5	62,5	62,5	81,25	62,5	70,54	9,28
3	100	81,25	100	100	81,25	100	81,25	91,96	9,28
6	100	100	100	100	100	100	100	100,00	0,00

S/N für L4	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	MW H1-H7	SD
-6	25	25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	11,61	8,47
-3	43,75	6,25	43,75	43,75	43,75	6,25	43,75	33,04	16,94
0	62,5	43,75	62,5	62,5	43,75	62,5	43,75	54,46	9,28
3	81,25	81,25	62,5	81,25	62,5	81,25	81,25	75,89	8,47
6	100	81,25	100	100	100	100	100	97,32	6,56

S/N für L2	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	MW H1-H7	SD
-6	25	25	43,75	43,75	6,25	6,25	43,75	27,68	15,62
-3	43,75	62,5	62,5	62,5	6,25	25	62,5	46,43	21,09
0	81,25	81,25	81,25	62,5	62,5	43,75	81,25	70,54	13,66
3	100	100	100	100	62,5	81,25	81,25	89,29	13,66
6	100	100	100	100	81,25	100	100	97,32	6,56

S/N für L5	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	MW H1-H7	SD
-6	25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	8,93	6,56
-3	43,75	43,75	6,25	43,75	6,25	43,75	6,25	27,68	18,56
0	62,5	62,5	43,75	62,5	43,75	62,5	62,5	57,14	8,47
3	100	81,25	100	62,5	62,5	62,5	100	81,25	17,36
6	100	100	100	100	100	100	100	100,00	0,00

S/N für L3	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	MW H1-H7	SD
-6	25	25	6,25	25	6,25	43,75	43,75	25,00	14,17
-3	43,75	43,75	43,75	62,5	6,25	62,5	62,5	46,43	18,56
0	81,25	81,25	81,25	81,25	62,5	43,75	81,25	73,21	13,66
3	100	81,25	100	100	81,25	100	100	94,64	8,47
6	100	100	100	100	100	100	100	100,00	0,00

S/N für L6	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	MW H1-H7	SD
-6	25	25	25	6,25	6,25	25	25	19,64	8,47
-3	43,75	43,75	25	6,25	6,25	25	43,75	27,68	15,62
0	62,5	62,5	43,75	43,75	25	43,75	43,75	46,43	11,98
3	81,25	81,25	81,25	62,5	81,25	81,25	81,25	78,57	6,56
6	100	100	100	100	100	100	100	100,00	0,00

S/N für L7	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	MW H1-H7	SD
-6	25	25	25	6,25	6,25	25	25	19,64	8,47
-3	43,75	25	25	43,75	6,25	43,75	25	30,36	13,12
0	62,5	43,75	62,5	43,75	43,75	43,75	62,5	51,79	9,28
3	81,25	81,25	81,25	100	81,25	100	100	89,29	9,28
6	100	100	100	81,25	100	100	100	97,32	6,56

S/N für L10	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	MW H1-H7	SD
-6	25	43,75	43,75	43,75	25	43,75	25	35,71	9,28
-3	43,75	62,5	43,75	43,75	62,5	62,5	62,5	54,46	9,28
0	62,5	62,5	81,25	81,25	62,5	62,5	62,5	67,86	8,47
3	81,25	100	100	100	81,25	100	81,25	91,96	9,28
6	100	81,25	100	100	100	100	100	97,32	6,56

S/N für L8	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	MW H1-H7	SD
-6	25	25	25	6,25	25	25	25	22,32	6,56
-3	43,75	43,75	43,75	43,75	43,75	62,5	43,75	46,43	6,56
0	62,5	62,5	43,75	43,75	62,5	81,25	81,25	62,50	14,17
3	81,25	100	100	100	62,5	100	100	91,96	13,66
6	100	100	100	100	100	100	100	100,00	0,00

S/N für L9	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	MW H1-H7	SD
-6	25	43,75	43,75	43,75	25	43,75	25	35,71	9,28
-3	43,75	43,75	62,5	62,5	62,5	43,75	62,5	54,46	9,28
0	62,5	62,5	62,5	81,25	81,25	62,5	62,5	67,86	8,47
3	100	100	100	81,25	81,25	100	100	94,64	8,47
6	100	100	100	100	100	100	100	100,00	0,00

Tab. 46: Verständlichkeit (%) bei konstanten S/N-Verhältnissen von –6dB bis +6dB für 7 erwachsene Hörer. Wortliste 1 bis 10 für Kinder im Alter von 5-7 Jahren, Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD)

S/N für L1	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	MW H1-H7	SD
-6	25	10	10	25	10	25	25	18,57	7,42
-3	40	40	25	40	25	40	40	35,71	6,78
0	70	70	70	70	55	70	70	67,86	5,25
3	100	100	85	100	70	100	100	93,57	10,93
6	100	100	100	85	100	100	100	97,86	5,25

S/N für L4	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	MW H1-H7	SD
-6	10	10	10	25	10	40	40	20,71	13,21
-3	25	25	25	40	40	55	55	37,86	12,49
0	55	55	55	70	40	55	55	55,00	8,02
3	100	100	100	85	70	85	100	91,43	10,93
6	100	100	100	100	85	100	100	97,86	5,25

S/N für L2	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	MW H1-H7	SD
-6	40	25	40	40	25	25	10	29,29	10,50
-3	55	55	55	40	40	55	55	50,71	6,78
0	85	85	70	70	70	70	70	74,29	6,78
3	100	100	85	85	85	100	100	93,57	7,42
6	100	100	100	100	100	100	100	100,00	0,00

S/N für L5	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	MW H1-H7	SD
-6	25	25	25	25	10	25	40	25,00	8,02
-3	40	40	55	40	25	25	40	37,86	9,58
0	70	70	85	70	55	70	70	70,00	8,02
3	100	100	85	100	85	100	100	95,71	6,78
6	100	100	100	100	100	100	100	100,00	0,00

S/N für L3	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	MW H1-H7	SD
-6	25	25	25	40	40	25	25	29,29	6,78
-3	40	40	40	55	55	55	40	46,43	7,42
0	70	70	70	70	70	70	85	72,14	5,25
3	85	85	100	85	100	100	100	93,57	7,42
6	100	100	100	100	100	100	100	100,00	0,00

S/N für L6	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	MW H1-H7	SD
-6	25	10	10	25	10	25	25	18,57	7,42
-3	55	25	25	40	40	40	25	35,71	10,50
0	70	70	70	55	55	70	70	65,71	6,78
3	100	100	100	85	85	85	100	93,57	7,42
6	100	100	100	100	100	100	100	100,00	0,00

S/N für L7	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	MW H1-H7	SD
-6	25	25	25	25	10	10	25	20,71	6,78
-3	55	55	55	40	40	40	40	46,43	7,42
0	70	70	55	70	55	70	70	65,71	6,78
3	100	100	100	100	85	100	85	95,71	6,78
6	100	85	100	100	100	100	100	97,86	5,25

S/N für L10	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	MW H1-H7	SD
-6	25	25	25	10	25	25	25	22,86	5,25
-3	40	40	40	40	40	55	40	42,14	5,25
0	70	70	70	70	70	70	55	67,86	5,25
3	85	100	100	100	85	100	85	93,57	7,42
6	100	100	100	100	100	100	100	100,00	0,00

S/N für L8	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	MW H1-H7	SD
-6	10	10	25	25	25	25	25	20,71	6,78
-3	25	55	55	55	40	25	55	44,29	13,21
0	70	70	70	70	55	70	70	67,86	5,25
3	100	100	85	85	100	100	100	95,71	6,78
6	100	100	100	100	100	100	100	100,00	0,00

S/N für L9	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	MW H1-H7	SD
-6	10	25	10	40	25	25	25	22,86	9,58
-3	55	55	55	55	40	40	40	44,29	13,21
0	70	70	70	70	55	70	70	67,86	5,25
3	100	100	85	100	85	85	100	93,57	7,42
6	100	100	100	85	100	100	100	97,86	5,25

Tab. 47: Nutzsoll-Störsollverhältnis von -6dB bis +6dB für die Wortlisten 1 bis 10 für Kinder im Alter von 3-4 Jahren:
 Arithmetisches Mittel (%) über 7 erwachsene Hörer für 10 Wortlisten (L1 – L10)
 Supermittelwert (MW L1-L10) und Standardabweichung (SD) über alle 10 Wortlisten

S/N (dB)	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	L 7	L 8	L 9	L 10	MW L1-L10	SD
-6	30,36	27,68	25	11,61	8,93	19,64	19,64	22,32	35,71	35,71	23,66	8,66
-3	41,07	46,43	46,43	33,04	27,68	27,68	30,36	46,43	54,46	54,46	40,08	9,91
0	70,54	70,54	73,21	54,46	57,14	46,43	51,79	62,5	67,86	67,86	62,23	8,76
3	91,96	89,29	94,64	75,89	81,25	78,57	89,29	91,96	94,64	91,96	87,95	6,48
6	100	97,32	100	97,32	100	100	97,32	100	100	97,32	98,93	1,31

Tab. 48: Nutzsoll-Störsollverhältnis -6dB bis +6dB für die Wortlisten 1 bis 10 für Kinder im Alter von 5-7 Jahren:
 Arithmetisches Mittel (%) über 7 erwachsene Hörer für 10 Wortlisten (L1 – L10)
 Supermittelwert (MW L1-L10) und Standardabweichung (SD) über alle 10 Wortlisten

S/N (dB)	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	L 7	L 8	L 9	L 10	MW L1-L10	SD
-6	18,57	29,29	29,29	20,71	25	18,57	20,71	20,71	22,86	22,86	22,86	3,71
-3	35,71	50,71	46,43	37,86	37,86	35,71	46,43	44,29	44,29	42,14	42,14	4,89
0	67,86	74,29	72,14	55	70	65,71	65,71	67,86	67,86	67,86	67,43	4,87
3	93,57	93,57	93,57	91,43	95,71	93,57	95,71	95,71	93,57	93,57	94,00	1,28
6	97,86	100	100	97,86	100	100	97,86	100	97,86	100	99,14	1,05

VIX Wortlisten für Kinder von 3-4 Jahren

Tab. 49: Wortlisten 1 bis 10 (jeweils 8 Ziel-Items, singular) für Kinder im Alter 3-4 Jahre

<u>NR.</u>	<u>Ziel-Item</u>	<u>R*</u>	<u>SD**</u>	<u>FS ZI Mitt***</u>	<u>Diff Freq****</u>
LISTE 1					
1 von 1	Chata	tata	kwiatek	1.068,97	779,06
2 von 1	Casto	miasto	paczka	4.539,54	4.307,75
3 von 1	Slon	dlon	las	7.651,79	7.355,80
4 von 1	Statek	kwiatek	lyszka	8.345,01	7.558,68
5 von 1	Krol	sol	dlon	726,58	8.755,58
6 von 1	Lok	sok	koc	318,36	9.049,95
7 von 1	Balon	salon	myszka	224,41	10.481,35
8 von 1	Czubek	dziobek	kaczka	1.689,15	1.432,38
LISTE 2					
1 von 2	Chata	lata	kluska	1.068,97	773,20
2 von 2	Czapka	zabka	dziobek	2.038,36	1.659,86
3 von 2	Smok	lok	pas	6.504,05	6.185,69
4 von 2	Sok	lok	koc	9.368,31	9.049,95
5 von 2	Kon	slon	pas	605,39	7.046,40
6 von 2	dlon	slon	las	295,99	7.355,80
7 von 2	nos	sos	krol	222,46	9.487,95
8 von 2	piorko	biurko	lekarz	1.169,46	954,99
LISTE 3					
1 von 3	czubek	dziobek	kaczka	1.689,15	1.432,38
2 von 3	szyszka	lyzka	balon	4.541,98	4.256,04
3 von 3	slon	kon	pas	7.651,79	7.046,40
4 von 3	sok	smok	mlot	9.368,31	2.864,26
5 von 3	kwiatek	statek	lyzka	786,33	7.558,68
6 von 3	zabka	czapka	dziobek	378,50	1.659,86
7 von 3	ryba	szyba	statek	224,68	5.279,81
8 von 3	chata	tata	kwiatek	1.068,97	779,06
LISTE 4					
1 von 4	kon	dlon	las	605,39	309,40
2 von 4	blok	smok	sos	248,66	6.255,39
3 von 4	czolo	kolo	lekarz	2.608,36	2.083,70
4 von 4	miasto	ciasto	paczka	231,79	4.307,75
5 von 4	smok	sok	mlot	6.504,05	2.864,26
6 von 4	balon	salon	myszka	224,41	10.481,35
7 von 4	sos	nos	krol	9.710,41	9.487,95
8 von 4	paczka	taczka	szyszka	143,77	240,35

LISTE 5

1 von 5	kura	gora	tata	504,79	156,58
2 von 5	noc	koc	blok	251,12	568,68
3 von 5	chata	tata	kwiatek	1.068,97	779,06
4 von 5	blok	lok	dlon	248,66	69,70
5 von 5	szyba	ryba	statek	5.504,49	5.279,81
6 von 5	ryba	szyba	statek	224,68	5.279,81
7 von 5	statek	kwiatek	lyzka	8.345,01	7.558,68
8 von 5	nos	sos	krol	222,46	9.487,95

LISTE 6

1 von 6	kon	slon	pas	605,39	7.046,40
2 von 6	kluska	bluzka	paczka	422,42	187,27
3 von 6	krol	sol	dlon	726,58	8.755,58
4 von 6	zabka	czapka	dziobek	378,50	1.659,86
5 von 6	czubek	dziobek	kaczka	1.689,15	1.432,38
6 von 6	lok	smok	pas	318,36	6.185,69
7 von 6	szalka	lalka	biurko	3.376,21	3.099,45
8 von 6	tata	chata	kwiatek	289,91	779,06

LISTE 7

1 von 7	kon	dlon	las	605,39	309,40
2 von 7	lok	smok	pas	318,36	6.185,69
3 von 7	chata	tata	kwiatek	1.068,97	779,06
4 von 7	lata	chata	kluska	295,77	773,20
5 von 7	czapka	zabka	dziobek	2.038,36	1.659,86
6 von 7	lyzka	szyszka	bramka	285,94	4.256,04
7 von 7	fala	sala	gora	7.347,08	498,06
8 von 7	lalka	szalka	biurko	276,76	3.099,45

LISTE 8

1 von 8	szalka	lalka	biurko	3.376,21	3.099,45
2 von 8	czolo	kolo	lekarz	2.608,36	2.083,70
3 von 8	szyszka	myszka	bramka	4.541,98	4.267,69
4 von 8	czapka	zabka	dziobek	2.038,36	1.659,86
5 von 8	smok	lok	pas	6.504,05	6.185,69
6 von 8	piorko	biurko	lekarz	1.169,46	954,99
7 von 8	slon	kon	pas	7.651,79	7.046,40
8 von 8	chata	lata	kluska	1.068,97	773,20

LISTE 9

1 von 9	smok	blok	sos	6.504,05	6.255,39
2 von 9	ciasto	miasto	paczka	4.539,54	4.307,75
3 von 9	slon	dlon	las	7.651,79	7.355,80
4 von 9	szalka	lalka	biurko	3.376,21	3.099,45
5 von 9	statek	kwiatek	lyzka	8.345,01	7.558,68
6 von 9	czapka	zabka	dziobek	2.038,36	1.659,86
7 von 9	smok	lok	pas	6.504,05	6.185,69
8 von 9	chata	tata	kwiatek	1.068,97	779,06

LISTE 10

1 von 10	fala	sala	gora	7.347,08	498,06
2 von 10	szyba	ryba	statek	5.504,49	5.279,81
3 von 10	slon	kon	pas	7.651,79	7.046,40
4 von 10	szyszka	myszka	bramka	4.541,98	4.267,69
5 von 10	sok	smok	mlot	9.368,31	2.864,26
6 von 10	chata	lata	kluska	1.068,97	773,20
7 von 10	salon	balon	myszka	10.705,76	10.481,35
8 von 10	zabka	czapka	dziobek	378,50	1.659,86

Übungsreihe

<u>NR.</u>	<u>Ziel-Item</u>	<u>R</u>	<u>SD</u>	<u>FS ZI Mitt</u>	<u>Diff Freq</u>
1	blok	lok	dlon	248,66	69,70
2	tata	chata	kwiatek	289,91	779,06
3	czapka	zabka	dziobek	2.038,36	1.659,86
4	slon	dlon	las	7.651,79	7.355,80
5	statek	kwiatek	lyszka	8.345,01	7.558,68

Legende:

*R: Reimwort (Distraktor)

**SD: Stimulusdiskrepanz (Distraktor)

***FS ZI Mitt.: Frequenzschwerpunkt des Ziel-Items gemittelt, Angaben in Hz

****Diff Freq: Differenz-Frequenz zum Ziel-Item, Angaben in Hz

X Wortlisten für Kinder von 5-7 Jahren

Tab. 50: Wortlisten 1 bis 10 (jeweils 10 Ziel-Items, singular und plural) für Kinder im Alter 5-7 Jahren

<u>NR.</u>	<u>Ziel-Item</u>	<u>R*</u>	<u>SD**</u>	<u>FS ZI Mitt***</u>	<u>Diff Freq****</u>
LISTE 1					
1 von 1	chata	tata	kwiatek	1.068,97	779,06
2 von 1	czolo	kolo	lekarz	2.608,36	2.083,70
3 von 1	szyszka	myszka	bramka	4.541,98	4.267,69
4 von 1	slon	dlon	las	7.651,79	7.355,80
5 von 1	sanie	panie	widly	8.382,53	8.214,11
6 von 1	slonie	dlonie	fale	10.117,42	9.885,72
7 von 1	kwiatek	statek	lyzka	786,33	7.558,68
8 von 1	lok	sok	koc	318,36	9.049,95
9 von 1	balon	salon	myszka	224,41	10.481,35
10 von 1	piorko	biurko	lekarz	1.169,46	954,99
LISTE 2					
1 von 2	czubek	dziobek	kaczka	1.689,15	1.432,38
2 von 2	szale	lale	kozy	4.236,33	3.997,20
3 von 2	fale	lale	nogi	5.605,16	5.366,03
4 von 2	smok	blok	sos	6.504,05	6.255,39
5 von 2	sol	krol	dlon	9.482,16	8.755,58
6 von 2	soki	foki	panie	10.190,93	8.046,81
7 von 2	kon	slon	pas	605,39	7.046,40
8 von 2	myszka	szyszka	bramka	274,29	4.267,69
9 von 2	dlonie	slonie	fale	231,70	9.885,72
10 von 2	karty	narty	ryby	893,82	663,75
LISTE 3					
1 von 3	chata	tata	kwiatek	1.068,97	779,06
2 von 3	czolo	kolo	lekarz	2.608,36	2.083,70
3 von 3	szyba	ryba	statek	5.504,49	5.279,81
4 von 3	slon	kon	pas	7.651,79	7.046,40
5 von 3	statek	kwiatek	lyzka	8.345,01	7.558,68
6 von 3	salon	balon	myszka	10.705,76	10.481,35
7 von 3	krol	sol	dlon	726,58	8.755,58
8 von 3	lalka	szalka	biurko	276,76	3.099,45
9 von 3	ryby	szyby	paski	249,47	2.915,92
10 von 3	haki	raki	dlonie	1.646,37	1.389,61

LISTE 4

1 von 4	tata	chata	kwiatek	289,91	779,06
2 von 4	lale	fale	nogi	239,13	5.366,03
3 von 4	kozy	wozy	igly	620,48	387,57
4 von 4	miasto	ciasto	paczka	231,79	4.307,75
5 von 4	czubek	dziobek	kaczka	1.689,15	1.432,38
6 von 4	grzyby	ryby	paski	211,97	37,50
7 von 4	szalka	lalka	biurko	3.376,21	3.099,45
8 von 4	pas	las	plot	129,19	160,62
9 von 4	smok	lok	pas	6.504,05	6.185,69
10 von 4	sos	nos	krol	9.710,41	9.487,95

LISTE 5

1 von 5	myszka	szyszka	bramka	274,29	4.267,69
2 von 5	blok	sok	krol	248,66	9.119,65
3 von 5	kolo	czolo	lekarz	524,66	2.083,70
4 von 5	bluzka	kluska	paczka	235,15	187,27
5 von 5	chata	tata	kwiatek	1.068,97	779,06
6 von 5	dlonie	slonie	fale	231,70	9.885,72
7 von 5	foki	soki	panie	2.144,12	8.046,81
8 von 5	panie	sanie	ryby	168,42	8.214,11
9 von 5	fale	lale	nogi	5.605,16	5.366,03
10 von 5	sok	smok	mlot	9.368,31	2.864,26

LISTE 6

1 von 6	kon	dlon	las	605,39	309,40
2 von 6	zabka	czapka	dziobek	378,50	1.659,86
3 von 6	piorko	biurko	lekarz	1.169,46	954,99
4 von 6	lyzka	szyszka	balon	285,94	4.256,04
5 von 6	ciasto	miasto	paczka	4.539,54	4.307,75
6 von 6	myszka	szyszka	bramka	274,29	4.267,69
7 von 6	smok	sok	mlot	6.504,05	2.864,26
8 von 6	raki	haki	dlonie	256,76	1.389,61
9 von 6	sanie	panie	ryby	8.382,53	8.214,11
10 von 6	nos	sos	krol	222,46	9.487,95

LISTE 7

1 von 7	kaczka	paczka	szyszka	654,70	510,93
2 von 7	dlon	kon	las	295,99	309,40
3 von 7	chata	lata	kluska	1.068,97	773,20
4 von 7	tata	chata	kwiatek	289,91	779,06
5 von 7	szyszka	myszka	bramka	4.541,98	4.267,69
6 von 7	las	pas	plot	289,81	160,62
7 von 7	smok	lok	pas	6.504,05	6.185,69
8 von 7	noc	koc	blok	251,12	568,68
9 von 7	slonie	dlonie	fale	10.117,42	9.885,72
10 von 7	lale	szale	kozy	239,13	3.997,20

LISTE 8

1 von 8	ciasto	miasto	paczka	4.539,54	4.307,75
2 von 8	szyby	ryby	widly	3.165,39	2.915,92
3 von 8	szyba	ryba	statek	5.504,49	5.279,81
4 von 8	foki	soki	panie	2.144,12	8.046,81
5 von 8	smok	blok	sos	6.504,05	6.255,39
6 von 8	czapka	zabka	dziobek	2.038,36	1.659,86
7 von 8	slon	dlon	las	7.651,79	7.355,80
8 von 8	piorko	biurko	lekarz	1.169,46	954,99
9 von 8	statek	kwiatek	lyzka	8.345,01	7.558,68
10 von 8	karty	narty	ryby	893,82	663,75

LISTE 9

1 von 9	slon	kon	pas	7.651,79	7.046,40
2 von 9	fale	szale	wozy	5.605,16	1.368,83
3 von 9	sanie	panie	ryby	8.382,53	8.214,11
4 von 9	szyba	ryba	statek	5.504,49	5.279,81
5 von 9	sok	blok	krol	9.368,31	9.119,65
6 von 9	szyszka	lyzka	balon	4.541,98	4.256,04
7 von 9	soki	foki	panie	10.190,93	8.046,81
8 von 9	ciasto	miasto	paczka	4.539,54	4.307,75
9 von 9	szale	fale	wozy	4.236,33	1.368,83
10 von 9	czubek	dziobek	kaczka	1.689,15	1.432,38

LISTE 10

1 von 10	sala	fala	gora	7.845,14	498,06
2 von 10	smok	sok	mlot	6.504,05	2.864,26
3 von 10	statek	kwiatek	lyzka	8.345,01	7.558,68
4 von 10	szyby	grzyby	lale	3.165,39	2.953,42
5 von 10	sol	krol	dlon	9.482,16	8.755,58
6 von 10	foki	soki	panie	2.144,12	8.046,81
7 von 10	slonie	dlonie	fale	10.117,42	9.885,72
8 von 10	chata	tata	kwiatek	1.068,97	779,06
9 von 10	karty	narty	ryby	893,82	663,75
10 von 10	kwiatek	statek	lyzka	786,33	7.558,68

Übungsreihe

<u>NR.</u>	<u>Ziel-Item</u>	<u>R</u>	<u>SD</u>	<u>FS ZI Mitt</u>	<u>Diff Freq</u>
1	blok	lok	dlon	248,66	69,70
2	tata	chata	kwiatek	289,91	779,06
3	czapka	zabka	dziobek	2.038,36	1.659,86
4	slon	dlon	las	7.651,79	7.355,80
5	statek	kwiatek	lyszka	8.345,01	7.558,68

Legende:

*R: Reimwort (Distraktor)

**SD: Stimulusdiskrepanz (Distraktor)

***FS ZI Mitt.: Frequenzschwerpunkt des Ziel-Items gemittelt, Angaben in Hz

****Diff Freq: Differenz-Frequenz zum Ziel-Item, Angaben in Hz

XI Tabellarische Übersicht zur Häufigkeit von Antwort 1 bis Antwort 3 für hörende Kinder im Alter 3-4 Jahre

Tab. 51: Häufigkeit Antwort 1 bis Antwort 3 für 3-4 jährige hörende Kinder

ZI	R	SD	FS ZI Mitt	Antwort 1	Antwort 2	Antwort 3
blok	smok	sos	248,66	1		
blok	lok	dlon	248,66	3		
noc	koc	blok	251,12	1		
dlon	slon	las	295,99	1		
lok	smok	pas	318,36	1		
lok	sok	koc	318,36	2		
kluska	bluzka	paczka	422,42	1		
kura	gora	tata	504,79	1		
chata	lata	kluska	1.068,97	1		
chata	tata	kwiatek	1.068,97	3		
piorko	biurko	lekarz	1.169,46	5		
czubek	dziobek	kaczka	1.689,15	10		
czolo	kolo	lekarz	2.608,36	1		
szalka	lalka	biurko	3.376,21	2		
szalka	lalka	biurko	3.376,21	1		
ciasto	miasto	paczka	4.539,54	2		
sok	smok	mlot	9.368,31	2		

R: Reimwort zum Ziel-Item

SD: Stimulusdiskrepanz

FS ZI Mitt: Frequenz-Schwerpunkt des Ziel-Items gemittelt, Angaben in Hz

XII Tabellarische Übersicht zur Häufigkeit von Antwort 1 bis Antwort 3 für hörende Kinder im Alter 5-7 Jahre

Tab. 52: Häufigkeit Antwort 1 bis Antwort 3 für 5-7 jährige hörende Kinder

ZI	R	SD	FS ZI Mitt	Antwort 1	Antwort 2	Antwort 3
panie	sanie	ryby	168,42	1		
balon	salon	myszka	224,41	1		
dlonie	slonie	fale	231,70	8		
bluzka	kluska	paczka	235,15	2		
tata	chata	kwiatek	289,91	1		
lok	sok	koc	318,36	3		
chata	tata	kwiatek	1.068,97	8		
piorko	biurko	lekarz	1.169,46	8		
haki	raki	dlonie	1.646,37	1		
czubek	dziobek	kaczka	1.689,15	6		
szale	lale	kozy	4.236,33	1		
ciasto	miasto	paczka	4.539,54	4		
ciasto	miasto	paczka	4.539,54		1	
sala	fala	gora	7.845,14	1		
sok	smok	młot	9.368,31	1		
soki	foki	panie	10.190,93	3		

R: Reimwort zum Ziel-Item

SD: Stimulusdiskrepanz

FS ZI Mitt: Frequenz-Schwerpunkt des Ziel-Items gemittelt, Angaben in Hz

XIII Optimierte Wortlisten für Kinder von 3-4 Jahren

Tab. 53: Optimierte Wortlisten 1 bis 10 für Kinder im Alter 3-4 Jahre
(Austausch-Reimpaar: Zeile kursiv und grau unterlegt)

<u>NR.</u>	<u>Ziel-Item</u>	<u>R</u>	<u>SD</u>	<u>FS ZI Mitt</u>	<u>Diff Freq</u>
LISTE 1					
1 von 1	chata	tata	kwiatek	1.068,97	779,06
2 von 1	ciasto	miasto	paczka	4.539,54	4.307,75
3 von 1	slon	dlon	las	7.651,79	7.355,80
4 von 1	statek	kwiatek	lyszka	8.345,01	7.558,68
5 von 1	krol	sol	dlon	726,58	8.755,58
6 von 1	blok	sok	król	248,66	9.119,65
7 von 1	balon	salon	myszka	224,41	10.481,35
<i>8 von 1</i>	<i>czapka</i>	<i>zabka</i>	<i>dziobek</i>	<i>2.038,36</i>	<i>1.659,86</i>
LISTE 2					
1 von 2	chata	lata	kluska	1.068,97	773,20
2 von 2	czapka	zabka	dziobek	2.038,36	1.659,86
3 von 2	smok	lok	pas	6.504,05	6.185,69
4 von 2	sok	lok	koc	9.368,31	9.049,95
5 von 2	kon	slon	pas	605,39	7.046,40
6 von 2	dlon	slon	las	295,99	7.355,80
7 von 2	nos	sos	krol	222,46	9.487,95
8 von 2	piorko	biurko	lekarz	1.169,46	954,99
LISTE 3					
<i>1 von 3</i>	<i>czapka</i>	<i>zabka</i>	<i>dziobek</i>	<i>2.038,36</i>	<i>1.659,86</i>
2 von 3	szyszka	lyzka	balon	4.541,98	4.256,04
3 von 3	slon	kon	pas	7.651,79	7.046,40
4 von 3	sok	smok	mlot	9.368,31	2.864,26
5 von 3	kwiatek	statek	lyzka	786,33	7.558,68
6 von 3	zabka	czapka	dziobek	378,50	1.659,86
7 von 3	ryba	szyba	statek	224,68	5.279,81
8 von 3	chata	tata	kwiatek	1.068,97	779,06
LISTE 4					
1 von 4	kon	dlon	las	605,39	309,40
2 von 4	blok	smok	sos	248,66	6.255,39
3 von 4	czolo	kolo	lekarz	2.608,36	2.083,70
4 von 4	miasto	ciasto	paczka	231,79	4.307,75
5 von 4	smok	sok	mlot	6.504,05	2.864,26
6 von 4	balon	salon	myszka	224,41	10.481,35
7 von 4	sos	nos	krol	9.710,41	9.487,95
8 von 4	paczka	taczka	szyszka	143,77	240,35

LISTE 5					
1 von 5	kura	gora	tata	504,79	156,58
2 von 5	noc	koc	blok	251,12	568,68
3 von 5	chata	tata	kwiatek	1.068,97	779,06
4 von 5	blok	lok	dlon	248,66	69,70
5 von 5	szyba	ryba	statek	5.504,49	5.279,81
6 von 5	ryba	szyba	statek	224,68	5.279,81
7 von 5	statek	kwiatek	lyzka	8.345,01	7.558,68
8 von 5	nos	sos	krol	222,46	9.487,95
LISTE 6					
1 von 6	kon	slon	pas	605,39	7.046,40
2 von 6	kluska	bluzka	paczka	422,42	187,27
3 von 6	krol	sol	dlon	726,58	8.755,58
4 von 6	zabka	czapka	dziobek	378,50	1.659,86
5 von 6	czapka	zabka	dziobek	2.038,36	1.659,86
6 von 6	blok	smok	sos	248,66	6.255,39
7 von 6	szalka	lalka	biurko	3.376,21	3.099,45
8 von 6	tata	chata	kwiatek	289,91	779,06
LISTE 7					
1 von 7	kon	dlon	las	605,39	309,40
2 von 7	blok	smok	sos	248,66	6.255,39
3 von 7	chata	tata	kwiatek	1.068,97	779,06
4 von 7	lata	chata	kluska	295,77	773,20
5 von 7	czapka	zabka	dziobek	2.038,36	1.659,86
6 von 7	lyzka	szyszka	bramka	285,94	4.256,04
7 von 7	fala	sala	gora	7.347,08	498,06
8 von 7	lalka	szalka	biurko	276,76	3.099,45
LISTE 8					
1 von 8	szalka	lalka	biurko	3.376,21	3.099,45
2 von 8	czolo	kolo	lekarz	2.608,36	2.083,70
3 von 8	szyszka	myszka	bramka	4.541,98	4.267,69
4 von 8	czapka	zabka	dziobek	2.038,36	1.659,86
5 von 8	smok	lok	pas	6.504,05	6.185,69
6 von 8	piorko	biurko	lekarz	1.169,46	954,99
7 von 8	slon	kon	pas	7.651,79	7.046,40
8 von 8	chata	lata	kluska	1.068,97	773,20
LISTE 9					
1 von 9	smok	blok	sos	6.504,05	6.255,39
2 von 9	ciasto	miasto	paczka	4.539,54	4.307,75
3 von 9	slon	dlon	las	7.651,79	7.355,80
4 von 9	szalka	lalka	biurko	3.376,21	3.099,45
5 von 9	statek	kwiatek	lyzka	8.345,01	7.558,68
6 von 9	czapka	zabka	dziobek	2.038,36	1.659,86
7 von 9	smok	lok	pas	6.504,05	6.185,69
8 von 9	chata	tata	kwiatek	1.068,97	779,06

LISTE 10

1 von 10	fala	sala	gora	7.347,08	498,06
2 von 10	szyba	ryba	statek	5.504,49	5.279,81
3 von 10	slon	kon	pas	7.651,79	7.046,40
4 von 10	szyszka	myszka	bramka	4.541,98	4.267,69
5 von 10	sok	smok	mlot	9.368,31	2.864,26
6 von 10	chata	lata	kluska	1.068,97	773,20
7 von 10	salon	balon	myszka	10.705,76	10.481,35
8 von 10	zabka	czapka	dziobek	378,50	1.659,86

Übungsreihe

<u>NR.</u>	<u>Ziel-Item</u>	<u>R</u>	<u>SD</u>	<u>FS ZI Mitt</u>	<u>Diff Freq</u>
1	blok	lok	dlon	248,66	69,70
2	tata	chata	kwiatek	289,91	779,06
3	czapka	zabka	dziobek	2.038,36	1.659,86
4	slon	dlon	las	7.651,79	7.355,80
5	statek	kwiatek	lyszka	8.345,01	7.558,68

Legende:

R:	Reimwort (Distraktor)
SD:	Stimulusdiskrepanz (Distraktor)
FS ZI Mitt.:	Frequenzschwerpunkt des Ziel-Items gemittelt, Angaben in Hz
Diff Freq:	Differenz-Frequenz zum Ziel-Item, Angaben in Hz

XIV Optimierte Wortlisten für Kinder von 5-7 Jahren

Tab. 54: Optimierte Wortlisten 1 bis 10 für Kinder im Alter von 5-7 Jahren
(Austausch-Reimpaar: Zeile kursiv und grau unterlegt)

<u>NR.</u>	<u>Ziel-Item</u>	<u>R</u>	<u>SD</u>	<u>FS ZI Mitt</u>	<u>Diff Freq</u>
LISTE 1					
1 von 1	chata	tata	kwiatek	1.068,97	779,06
2 von 1	czolo	kolo	lekarz	2.608,36	2.083,70
3 von 1	szyszka	myszka	bramka	4.541,98	4.267,69
4 von 1	slon	dlon	las	7.651,79	7.355,80
5 von 1	sanie	panie	widly	8.382,53	8.214,11
6 von 1	slonie	dlonie	fale	10.117,42	9.885,72
7 von 1	kwiatek	statek	lyzka	786,33	7.558,68
8 von 1	blok	sok	król	248,66	9.119,65
9 von 1	balon	salon	myszka	224,41	10.481,35
10 von 1	piorko	biurko	lekarz	1.169,46	954,99
LISTE 2					
<i>1 von 2</i>	<i>czapka</i>	<i>zabka</i>	<i>dziobek</i>	<i>2.038,36</i>	<i>1.659,86</i>
2 von 2	szale	lale	kozy	4.236,33	3.997,20
3 von 2	fale	lale	nogi	5.605,16	5.366,03
4 von 2	smok	blok	sos	6.504,05	6.255,39
5 von 2	Sol	krol	dlon	9.482,16	8.755,58
6 von 2	soki	foki	panie	10.190,93	8.046,81
7 von 2	kon	slon	pas	605,39	7.046,40
8 von 2	myszka	szyszka	bramka	274,29	4.267,69
9 von 2	dlonie	slonie	fale	231,70	9.885,72
10 von 2	karty	narty	ryby	893,82	663,75
LISTE 3					
1 von 3	chata	tata	kwiatek	1.068,97	779,06
2 von 3	czolo	kolo	lekarz	2.608,36	2.083,70
3 von 3	szyba	ryba	statek	5.504,49	5.279,81
4 von 3	slon	kon	pas	7.651,79	7.046,40
5 von 3	statek	kwiatek	lyzka	8.345,01	7.558,68
6 von 3	salon	balon	myszka	10.705,76	10.481,35
7 von 3	krol	sol	dlon	726,58	8.755,58
8 von 3	lalka	szalka	biurko	276,76	3.099,45
9 von 3	ryby	szyby	paski	249,47	2.915,92
10 von 3	haki	raki	dlonie	1.646,37	1.389,61

LISTE 4

1 von 4	tata	chata	kwiatek	289,91	779,06
2 von 4	Lale	fale	nogi	239,13	5.366,03
3 von 4	kozy	wozy	igly	620,48	387,57
4 von 4	miasto	ciasto	paczka	231,79	4.307,75
5 von 4	czapka	zabka	dziobek	2.038,36	1.659,86
6 von 4	grzyby	ryby	paski	211,97	37,50
7 von 4	szalka	lalka	biurko	3.376,21	3.099,45
8 von 4	pas	las	plot	129,19	160,62
9 von 4	smok	lok	pas	6.504,05	6.185,69
10 von 4	Sos	nos	krol	9.710,41	9.487,95

LISTE 5

1 von 5	myszka	szyszka	bramka	274,29	4.267,69
2 von 5	blok	sok	krol	248,66	9.119,65
3 von 5	kolo	czolo	lekarz	524,66	2.083,70
4 von 5	bluzka	kluska	paczka	235,15	187,27
5 von 5	chata	tata	kwiatek	1.068,97	779,06
6 von 5	dlonie	slonie	fale	231,70	9.885,72
7 von 5	foki	soki	panie	2.144,12	8.046,81
8 von 5	panie	sanie	ryby	168,42	8.214,11
9 von 5	fale	lale	nogi	5.605,16	5.366,03
10 von 5	Sok	smok	mlot	9.368,31	2.864,26

LISTE 6

1 von 6	kon	dlon	las	605,39	309,40
2 von 6	zabka	czapka	dziobek	378,50	1.659,86
3 von 6	piorko	biurko	lekarz	1.169,46	954,99
4 von 6	lyzka	szyszka	balon	285,94	4.256,04
5 von 6	ciasto	miasto	paczka	4.539,54	4.307,75
6 von 6	myszka	szyszka	bramka	274,29	4.267,69
7 von 6	smok	sok	mlot	6.504,05	2.864,26
8 von 6	raki	haki	dlonie	256,76	1.389,61
9 von 6	sanie	panie	ryby	8.382,53	8.214,11
10 von 6	nos	sos	krol	222,46	9.487,95

LISTE 7

1 von 7	kaczka	paczka	szyszka	654,70	510,93
2 von 7	dlon	kon	las	295,99	309,40
3 von 7	chata	lata	kluska	1.068,97	773,20
4 von 7	tata	chata	kwiatek	289,91	779,06
5 von 7	szyszka	myszka	bramka	4.541,98	4.267,69
6 von 7	Las	pas	plot	289,81	160,62
7 von 7	smok	lok	pas	6.504,05	6.185,69
8 von 7	noc	koc	blok	251,12	568,68
9 von 7	slonie	dlonie	fale	10.117,42	9.885,72
10 von 7	Lale	szale	kozy	239,13	3.997,20

LISTE 8

1 von 8	ciasto	miasto	paczka	4.539,54	4.307,75
2 von 8	szyby	ryby	widly	3.165,39	2.915,92
3 von 8	szyba	ryba	statek	5.504,49	5.279,81
4 von 8	foki	soki	panie	2.144,12	8.046,81
5 von 8	smok	blok	sos	6.504,05	6.255,39
6 von 8	czapka	zabka	dziobek	2.038,36	1.659,86
7 von 8	slon	dlon	las	7.651,79	7.355,80
8 von 8	piorko	biurko	lekarz	1.169,46	954,99
9 von 8	statek	kwiatek	lyzka	8.345,01	7.558,68
10 von 8	karty	narty	ryby	893,82	663,75

LISTE 9

1 von 9	slon	kon	pas	7.651,79	7.046,40
2 von 9	fale	szale	wozy	5.605,16	1.368,83
3 von 9	sanie	panie	ryby	8.382,53	8.214,11
4 von 9	szyba	ryba	statek	5.504,49	5.279,81
5 von 9	Sok	blok	krol	9.368,31	9.119,65
6 von 9	szyszka	lyzka	balon	4.541,98	4.256,04
7 von 9	soki	foki	panie	10.190,93	8.046,81
8 von 9	ciasto	miasto	paczka	4.539,54	4.307,75
9 von 9	szale	fale	wozy	4.236,33	1.368,83
10 von 9	czapka	zabka	dziobek	2.038,36	1.659,86

LISTE 10

1 von 10	sala	fala	gora	7.845,14	498,06
2 von 10	smok	sok	mlot	6.504,05	2.864,26
3 von 10	statek	kwiatek	lyzka	8.345,01	7.558,68
4 von 10	szyby	grzyby	lale	3.165,39	2.953,42
5 von 10	Sol	krol	dlon	9.482,16	8.755,58
6 von 10	foki	soki	panie	2.144,12	8.046,81
7 von 10	slonie	dlonie	fale	10.117,42	9.885,72
8 von 10	chata	tata	kwiatek	1.068,97	779,06
9 von 10	karty	narty	ryby	893,82	663,75
10 von 10	kwiatek	statek	lyzka	786,33	7.558,68

Übungsreihe

<u>NR.</u>	<u>Ziel-Item</u>	<u>R</u>	<u>SD</u>	<u>FS ZI Mitt</u>	<u>Diff Freq</u>
1	blok	lok	dlon	248,66	69,70
2	Tata	chata	kwiatek	289,91	779,06
3	czapka	zabka	dziobek	2.038,36	1.659,86
4	slon	dlon	las	7.651,79	7.355,80
5	statek	kwiatek	lyszka	8.345,01	7.558,68

Legende:

R:	Reimwort (Distraktor)
SD:	Stimulusdiskrepanz (Distraktor)
FS ZI Mitt.:	Frequenzschwerpunkt des Ziel-Items gemittelt, Angaben in Hz
Diff Freq:	Differenz-Frequenz zum Ziel-Item, Angaben in Hz

XV Prozentuale Verwechslungshäufigkeit für die Untersuchungstermine U1, U2 und U3 der Klinischen Stichprobe, Altersgruppe 3-4 Jahre

Tab. 55: Prozentuale Verwechslungshäufigkeit für den ersten Untersuchungstermin U1 für Kinder im Alter von 3-4 Jahren, Klinische Stichprobe

U1 / 3-4 Jahre		bis 250 Hz	251-500 Hz	501-1000 Hz	1001-3000 Hz	3001-6500 Hz	6501-10000 Hz
Name	U1 Liste	FB1	FB2	FB3	FB4	FB5	FB6
Dorota K	1	0	0	0	100	0	100
Karol B	10	0	0	0	0	50	75
Klaudia P	8,10	0	0	0	60	100	100
Lukasz S	1,2	0	0	0	60	50	33
Magda K	9	0	0	0	0	33	33
Maks L	1,3	0	0	0	50	50	25
Marcin B	8,9	0	0	0	50	40	60
Marek F	8,9	0	0	0	17	80	100
Mateusz K	1	0	100	0	50	100	100
Tomek J	8	0	0	0	50	100	100
Adrian G	1,2,3	0	0	0	43	67	80
Mateusz S	8,9,10	0	0	0	0	57	56
Patryk J	1	0	0	0	50	100	100
Aleksandra S	1,2,3	0	0	0	0	0	0
Dawid S	1,2,3	0	0	0	0	0	0
Filip M	1,2,3,4	0	0	0	0	0	0
Julia J	1,2,3	0	0	0	0	0	0
Klaudia N	8,9,10	0	0	0	0	0	0
Marcin T	1,2,3	0	0	0	0	0	0
Marta K	1,2,3	0	0	0	0	0	0
Szymon B	8,9,10	0	0	0	0	0	0
MW % FB		0,00	4,76	0,00	25,24	39,38	45,81
SD % FB		0,00	21,30	0,00	29,65	38,89	42,26

Tab. 56: Prozentuale Verwechslungshäufigkeit für den zweiten Untersuchungstermin U2 für Kinder im Alter von 3-4 Jahren, Klinische Stichprobe

U2 / 3-4 Jahre		bis 250 Hz	251-500 Hz	501-1000 Hz	1001-3000 Hz	3001-6500 Hz	6501-10000 Hz
Name	U2 Liste	FB1	FB2	FB3	FB4	FB5	FB6
Dorota K	2	0	0	0	0	100	100
Karol B	9	0	0	0	0	33	33
Klaudia P	9,7	0	0	0	75	100	100
Lukasz S	3,8	0	0	0	17	33	0
Magda K	10,4	0	0	0	0	67	100
Maks L	2,8	0	0	0	0	0	33
Marcin B	10,5	0	0	0	0	100	100
Marek F	10,7	0	0	0	33	50	100
Mateusz K	2	0	100	0	33	0	100
Tomek J	9	0	0	0	0	33	100
Adrian G	8,9,10	0	0	0	0	0	0
Mateusz S		0	0	0	0	0	0
Patryk J	2,3	0	0	0	0	0	0
Aleksandra S		0	0	0	0	0	0
Dawid S		0	0	0	0	0	0
Filip M		0	0	0	0	0	0
Julia J		0	0	0	0	0	0
Klaudia N		0	0	0	0	0	0
Marcin T		0	0	0	0	0	0
Marta K		0	0	0	0	0	0
Szymon B		0	0	0	0	0	0
MW % FB		0,00	4,76	0,00	7,52	24,57	36,48
SD % FB		0,00	21,30	0,00	18,13	36,24	45,90

Tab. 57: Prozentuale Verwechslungshäufigkeit für den dritten Untersuchungstermin U3 für Kinder im Alter von 3-4 Jahren, Klinische Stichprobe

U3 / 3-4 Jahre		bis 250 Hz	251-500 Hz	501-1000 Hz	1001-3000 Hz	3001-6500 Hz	6501-10000 Hz
Name	U3 Liste	FB1	FB2	FB3	FB4	FB5	FB6
Dorota K	3	0	0	0	0	0	50
Karol B	8	0	0	0	0	0	0
Klaudia P	2,3	0	0	0	20	50	67
Lukasz S	9,10	0	0	0	0	20	0
Magda K	8,1	0	0	0	0	67	25
Maks L	9,10	0	0	0	0	0	14
Marcin B	1,2	0	0	0	0	50	33
Marek F	1	0	0	0	0	0	50
Mateusz K	10	0	0	0	0	0	75
Tomek J	10	0	0	0	0	50	50
Adrian G		0	0	0	0	0	0
Mateusz S		0	0	0	0	0	0
Patryk J		0	0	0	0	0	0
Aleksandra S		0	0	0	0	0	0
Dawid S		0	0	0	0	0	0
Filip M		0	0	0	0	0	0
Julia J		0	0	0	0	0	0
Klaudia N		0	0	0	0	0	0
Marcin T		0	0	0	0	0	0
Marta K		0	0	0	0	0	0
Szymon B		0	0	0	0	0	0
	MW % FB	0,00	0,00	0,00	0,95	11,29	17,33
	SD % FB	0,00	0,00	0,00	4,26	21,51	25,09

U1, U2, U3: Untersuchungstermine U1 bis U3
 FB1-FB6: Frequenzbereiche FB1 bis FB6, Angaben in %
 MW % FB: Mittelwert in % in entsprechenden Frequenzbereich

XVI Prozentuale Verwechslungshäufigkeit für die Untersuchungstermine U1, U2 und U3 der Klinischen Stichprobe, Altersgruppe 5-7 Jahre

Tab. 58: Prozentuale Verwechslungshäufigkeit für den ersten Untersuchungstermin U1 für Kinder im Alter von 5-7 Jahren, Klinische Stichprobe

U1 / 5-7 Jahre		bis 250 Hz	251-500 Hz	501-1000 Hz	1001-3000 Hz	3001-6500 Hz	6501-10000 Hz
Name	U1 Liste	FB1	FB2	FB3	FB4	FB5	FB6
Damian S	9 ohne Batt.	0	0	0	100	80	100
Dominika G	1,2,3	0	0	25	50	0	0
Katarzyna S	10	0	0	0	0	0	25
Marta Aleks. L	9	0	0	0	100	60	100
Marta T	8	0	0	100	33	100	100
Natalia P	8,9	0	0	0	25	0	0
Natalia T	1,2,3,7	0	0	0	33	67	56
Paulina C	1,2	0	0	0	40	100	100
Piotr S	1,2	0	0	33	40	0	60
Rafal S	8,9	0	0	0	0	25	14
Zofia, Klaudia P	8	0	0	0	33	67	100
Adriana S	1,2,3,7	0	43	40	22	83	56
Angelika Z	1,2,3	0	0	0	88	0	0
Konrad O	1,2,3	0	0	0	13	0	75
Marek L	9,10	0	0	0	0	0	25
Mateusz D	1,2,3	0	0	25	0	0	13
Aleksandra J	1,2,3	0	0	0	0	0	0
Bartosz F	8,9,10	0	0	0	0	0	0
Dominika O	8,9,10	0	0	0	0	0	0
Jan Teofil D	8,9,10,4	0	0	0	0	0	0
Kasia W	1,2,3,4	0	0	0	0	0	0
Klaudia M	1,2,3	0	0	0	0	0	0
Mateusz B	8,9,10	0	0	0	0	0	0
Monika J	1,2,3	0	0	0	0	0	0
Monika M	8,9,10	0	0	0	50	0	0
Patryk W	8,9,10	0	0	0	0	0	0
Paulina N	1,2,3	0	0	0	13	25	0
Pawel P	1,2,3	0	0	0	0	0	0
Szymon Wojciech D	8,9,10,6	0	0	0	0	0	0
Tereska S	1,2,3	0	0	0	0	0	0
Zofia J	1,2,3	0	0	0	0	0	0
Zuzanna S	8,9,10	0	0	0	0	0	0
	MW % FB	0,00	1,34	6,97	20,00	18,97	25,75
	SD % FB	0,00	7,48	19,67	29,51	33,36	37,87

Tab. 59: Prozentuale Verwechslungshäufigkeit für den zweiten Untersuchungstermin U2 für Kinder im Alter von 5-7 Jahren, Klinische Stichprobe

U2 / 5-7 Jahre		<u>bis 250 Hz</u>	<u>251-500 Hz</u>	<u>501-1000 Hz</u>	<u>1001-3000 Hz</u>	<u>3001-6500 Hz</u>	<u>6501-10000 Hz</u>
<u>Name</u>	<u>U2 Liste</u>	<u>FB1</u>	<u>FB2</u>	<u>FB3</u>	<u>FB4</u>	<u>FB5</u>	<u>FB6</u>
Damian S	10,1	0	0	0	0	0	57
Dominika G							
Katarzyna S	9	0	0	0	0	0	0
Marta Aleks. L	8	0	0	0	0	33	67
Marta T	9	0	0	0	0	40	50
Natalia P	10,1	0	0	0	0	0	14
Natalia T	8,9	0	0	0	0	13	86
Paulina C	8,9	0	0	0	0	25	86
Piotr S	8,9	0	0	0	0	13	71
Rafal S	9,1	0	0	0	0	0	0
Zofia, Klaudia P	9,1	0	0	0	0	0	71
Adriana S	8,9	0	0	0	0	0	0
Angelika Z	8,9	0	0	0	0	0	0
Konrad O	8,9	0	0	0	0	0	29
Marek L	8,1	0	0	0	0	0	0
Mateusz D	4,6,10	0	0	0	0	0	0
Aleksandra J		0	0	0	0	0	0
Bartosz F		0	0	0	0	0	0
Dominika O		0	0	0	0	0	0
Jan Teofil D		0	0	0	0	0	0
Kasia W		0	0	0	0	0	0
Klaudia M		0	0	0	0	0	0
Mateusz B		0	0	0	0	0	0
Monika J		0	0	0	0	0	0
Monika M		0	0	0	0	0	0
Patryk W		0	0	0	0	0	0
Paulina N		0	0	0	0	0	0
Pawel P		0	0	0	0	0	0
Szymon Wojciech D		0	0	0	0	0	0
Tereska S		0	0	0	0	0	0
Zofia J		0	0	0	0	0	0
Zuzanna S		0	0	0	0	0	0
	MW % FB	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	17,13
	SD % FB	0,00	0,00	0,00	0,00	10,09	29,54

Tab. 60: Prozentuale Verwechslungshäufigkeit für den dritten Untersuchungstermin U3 für Kinder im Alter von 5-7 Jahren, Klinische Stichprobe

U3 / 5-7 Jahre		<u>bis 250 Hz</u>	<u>251-500 Hz</u>	<u>501-1000 Hz</u>	<u>1001-3000 Hz</u>	<u>3001-6500 Hz</u>	<u>6501-10000 Hz</u>
<u>Name</u>	<u>U3 Liste</u>	<u>FB1</u>	<u>FB2</u>	<u>FB3</u>	<u>FB4</u>	<u>FB5</u>	<u>FB6</u>
Damian S	8,2	0	0	33	20	0	0
Dominika G							
Katarzyna S							
Marta Aleks. L	10,1	0	0	0	0	33	14
Marta T	10,1	0	0	0	0	0	29
Natalia P							
Natalia T	10,4	0	0	0	67	0	0
Paulina C	10,3	0	0	0	0	0	71
Piotr S	10,3	0	0	0	0	33	43
Rafal S	2,3	0	0	0	0	0	0
Zofia, Klaudia P	10,2	0	0	0	0	25	33
Adriana S	10,4,6	0	0	0	0	0	0
Angelika Z	10,5	0	0	0	0	0	0
Konrad O	10,5	0	0	0	0	0	0
Marek L		0	0	0	0	0	0
Mateusz D		0	0	0	0	0	0
Aleksandra J		0	0	0	0	0	0
Bartosz F		0	0	0	0	0	0
Dominika O		0	0	0	0	0	0
Jan Teofil D		0	0	0	0	0	0
Kasia W		0	0	0	0	0	0
Klaudia M		0	0	0	0	0	0
Mateusz B		0	0	0	0	0	0
Monika J		0	0	0	0	0	0
Monika M		0	0	0	0	0	0
Patryk W		0	0	0	0	0	0
Paulina N		0	0	0	0	0	0
Pawel P		0	0	0	0	0	0
Szymon Wojciech D		0	0	0	0	0	0
Tereska S		0	0	0	0	0	0
Zofia J		0	0	0	0	0	0
Zuzanna S		0	0	0	0	0	0
	MW % FB	0,00	0,00	1,14	3,00	3,14	6,55
	SD % FB	0,00	0,00	6,02	12,63	9,32	16,37

U1, U2, U3: Untersuchungstermine U1 bis U3
 FB1-FB6: Frequenzbereiche FB1 bis FB6, Angaben in %
 MW % FB: Mittelwert in % in entsprechenden Frequenzbereich

DANKSAGUNG

Wissenschaftliches Arbeiten über mehrere Jahre kann nicht ohne die Unterstützung vieler lieber Menschen durchgeführt werden. Bei vielen, die vor allen Dingen zum Gelingen meiner Promotion beigetragen haben, möchte ich mich nachfolgend bedanken:

Meiner Doktormutter, Frau Prof. Dr. U. Horsch, die mich bereits seit vielen Jahren eng wissenschaftlich begleitet, möchte ich von ganzem Herzen für die kontinuierlich geleistete Unterstützung danken. Durch sie konnte ich als Jahresstipendiat des DAAD (2000/2001) Vorarbeiten zu meiner vorliegenden Dissertation in Polen realisieren. Als Stipendiat der Landesstiftung Baden-Württemberg (2003/2004) stand sie mir ebenso mit Rat und Tat zur Seite, wodurch ich innerhalb eines zehnmonatigen Aufenthaltes in Polen die Datenerhebung meiner Promotion abschließen konnte. Ihre dialoggeleitete Unterstützung meiner Vorhaben ließen mich neben manchen Mühen die Freude an der Forschungsarbeit nicht vergessen.

Dem Zweitkorrektor meiner Arbeit, Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. R. Laszig möchte ich für die Bereitschaft danken, dass er sich der vorliegenden Dissertation angenommen hat. Darüber, dass er in seiner Funktion als Ordinarius für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg mein OHR-Verfahren begutachtet, freue ich mich ganz besonders.

Im Rahmen meiner dreijährigen Tätigkeit als wissenschaftlicher Assistent an der Ermland Masuren Universität/Polen danke ich besonders Herrn Prof. Dr. R. Górecki, dem Rektor der Ermland Masuren Universität Olsztyn/Polen, sowie dem ersten stellvertretenden Rektor, Herrn Prof. Dr. J. Górniewicz für diese Möglichkeit der interkulturellen Zusammenarbeit. Sie bildete einen Grundstein für die Entwicklung meines polnischen OHR-Verfahrens. Die Kooperation zwischen der Pädagogischen Hochschule Heidelberg und der Ermland Masuren Universität/Polen, wurde durch das große Engagement von Herrn Dr. h.c. G. Dietrich möglich.

Sowohl bei der Leiterin des Phoniatrich Audiologischen Zentrums der Wojewodschaftskinderklinik Olsztyn/Polen, Frau Dr. I. Bogucka, sowie bei der ärztlichen Leitung der Wojewodschaftskinderklinik Olsztyn, Frau Dr. E. Kolender

möchte ich mich für die Möglichkeit der Datenerhebung meiner Klinischen Stichprobe bedanken. Ohne die Bereitsstellung eines Zimmers im Eltern-Kind Bereich der Klinik für den Zeitraum von zehn Monaten und die Möglichkeit der Datenerhebung der Klinischen Stichprobe in den Räumlichkeiten der Klinik, wäre vieles nicht so unkompliziert möglich geworden.

Frau J. Kossakowska, der Leiterin des Rehabilitationszentrums für hörgeschädigte Kinder und Jugendliche PZG/Olsztyn möchte ich mich für die gute Zusammenarbeit während meines zehnmonatigen Polenaufenthaltes (2003/2004) bedanken. Sie hat hörgeschädigte Kinder im Alter von 3-7 Jahren aus Olsztyn und der Umgebung Masurens zur Datenerhebung für die Klinische Stichprobe an mich überwiesen, bzw. führte im Anschluss an meine Untersuchung selbst die Optimierung der Einstellungen an den Hörgeräten der Kinder durch.

Frau E. Sierotka, Direktorin des städtischen Kindergartens von Elk/Masuren, möchte ich von Herzen danken. Ohne ihre Bereitschaft und die Kooperation aller Erzieherinnen ihres Kindergartens hätte ich meine Untersuchungen zur Normierung der OLSZTYNER HÖR REIME nicht in diesem Umfang durchführen können.

Ein besonders kindgerechtes Verfahren benötigt in hohem Maße kindgerechte Aufsprachen. Frau Dr. B. Sapala, die polnische Nativspeakerin hat die gesamten Sprachaufnahmen im teacherese am AVZ der Pädagogischen Hochschule Heidelberg geduldig durchgeführt, wofür ich ihr von ganzem Herzen danken möchte.

Dem gesamten Team des AVZ der Pädagogischen Hochschule Heidelberg, allen voran Herrn A. Konold und Herrn M. Klug, möchte ich für die kompetente Beratung bezüglich der Sprachaufnahmen des OHR-Verfahrens danken.

Herrn Dr. F. Geider gilt besonderer Dank für die gute Beratung und Unterstützung bei der statistischen Auswertung der Ergebnisse zur Standardisierung der OLSZTYNER HÖR REIME.

Frau H. Schön, der Leiterin des Akademischen Auslandsamtes an der Pädagogischen Hochschule Heidelberg möchte ich für ihr ausgesprochen großes Engagement danken, wodurch ich DAAD-Jahresstipendiat (2000/2001) zur Vorbereitung meiner Promotion und Stipendiat der Landesstiftung Baden-Württemberg (2003/2004) zur Datenerhebung des OHR-Verfahrens werden konnte.

Bei meinen beiden Schwestern Alexandra und Nina möchte ich mich ebenso von ganzem Herzen bedanken. Sie haben beide in mühevoller Arbeit die gesamten bildlichen Darstellungen des OHR-Verfahrens künstlerisch gestaltet.

Meiner gesamten Familie, sowie lieben Freunden möchte ich ebenso herzlich danken. Sie haben mich in meiner Arbeit nicht nur bestärkt, sondern mich als Hörerinnen und Hörer im subjektiven Lautheitsausgleich und für ein angemessenes Nutzschaall-Störschaallverhältnis tatkräftig und sehr geduldig unterstützt.

Lars, Kathrin und Markus danke ich dafür, dass sie mit großer Geduld und Zuverlässigkeit meine Arbeit Korrektur lasen.

Zuletzt, aber besonders von Herzen, möchte ich mich bei meiner Frau Christiane bedanken, der ich diese Arbeit gewidmet habe. Sie hat mich nicht nur als Ehefrau während der gesamten Entstehungszeit der vorliegenden Arbeit sehr liebevoll unterstützt, sondern sie hat mich als kenntnisreiche Diskussionspartnerin stets geduldig begleitet.