

Aus der Klinik für Kinder- und Jugendmedizin
der Universität zu Lübeck
Direktor Prof. Dr. E. Herting

**Notwendigkeit und Machbarkeit
eines Hörscreenings bei
vierjährigen Kindern mit neonatalen Risikofaktoren für
Hörstörungen**

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Universität zu Lübeck
– Aus der Medizinischen Fakultät –

vorgelegt von
Luise Weitbrecht
aus Böblingen

Lübeck 2008

1. Berichterstatterin: Prof. Dr. med. Ute Thyen
2. Berichterstatter/in: Prof. Dr. med. Rainer Schönweiler

Tag der mündlichen Prüfung: 1. Juli 2009

Zum Druck genehmigt. Lübeck, den 1. Juli 2009

gez. Prof. Dr. med. Werner Solbach
- Dekan der Medizinischen Fakultät -

Inhaltsverzeichnis:

Abbildungsverzeichnis.....	5
Tabellenverzeichnis.....	5
Abkürzungsverzeichnis	5
1 Einleitung.....	6
1.1 Hörscreening bei Neugeborenen und Kindern im Vorschulalter	6
1.2 Ätiologie von Hörstörungen.....	8
1.3 Epidemiologie von Hörstörungen	12
1.4 Morbidität und Folgen für die kindliche Entwicklung	15
1.5 Diagnostik von Hörstörungen im Kindesalter	17
1.5.1 Übersicht über diagnostische Verfahren.....	17
1.5.2 Messung akustisch evozierter Potenziale (AEP)	20
1.5.3 Messung otoakustischer Emissionen (OAE)	21
1.6 Therapierbarkeit von kindlichen Hörstörungen.....	23
2 Fragestellung.....	25
3 Material und Methoden.....	26
3.1 Patientenerfassung und Datenerhebung	26
3.2 Durchführung der Nachuntersuchung	27
3.2.1 Befragung zur Entwicklung und Morbidität der Kinder.....	30
3.2.2 Soziodemographische Daten	31
3.2.3 Untersuchungen	32
3.2.3.1 Otoakustische Emissionen (OAE)	32
3.2.3.2 Automatisierte akustisch-evozierte Potenziale (aAEP)	33
3.2.3.3 Statistische Analyse	33
3.3 Neonatal-Studie	34
3.3.1 Peri- und neonatale Risikofaktoren	34
4 Ergebnisse	36
4.1 Beschreibung des Studienkollektivs.....	36
4.1.1 Teilnehmer	36
4.1.2 Soziodemographische Daten	37
4.1.3 Morbidität des Studienkollektivs	39
4.2 Ergebnisse zum Hörvermögen.....	40
4.2.1 Elternangaben	40
4.2.2 Ergebnisse der OAE-Messungen	42
4.2.3 Ergebnisse der AEP-Messungen	42
4.2.4 Ergebnisse der HNO-Nachuntersuchung	44
4.2.5 Übereinstimmung der verschiedenen Testverfahren	45
4.3 Einfluss von Risikofaktoren auf das Hörvermögen.....	46
4.4 Einfluss soziodemographischer Faktoren auf das Hörvermögen	47
5 Diskussion.....	48
5.1 Eignung der automatisierten Verfahren für ein Hörscreening bei vierjährigen Kindern	48

5.1.1	Echo-screen®	49
5.1.2	Evoflash®	51
5.1.3	HNO-Nachuntersuchung	51
5.1.4	Analyse von Risikofaktoren für Hörstörungen	52
5.2	Befundbeurteilung	54
6	Zusammenfassung	60
7	Anhang	62
8	Literaturverzeichnis	67
9	Danksagung	76
10	Lebenslauf	77

Abbildungsverzeichnis

Abb 1 Untersuchungsplan für Hörscreening im Vorschulalter

Tabellenverzeichnis

Tab 1	Risikoprofil des neonatalen Kollektivs und der teilnehmenden Kinder der Follow-up-Studie
Tab 2	Soziale Belastung der Studienteilnehmer entsprechend dem Familienadversitätsindex nach Wolke
Tab 3	Chronische Erkrankungen im Studienkollektiv
Tab 4	Ergebnisse der Elternbefragung zur Anamnese
Tab 5	Elternangaben zur Sprachfähigkeit ihres Kindes im Alter von 2 Jahren und zur Artikulationsfähigkeit und Sprache im Vergleich zu Gleichaltrigen zum Untersuchungszeitpunkt
Tab 6	Ergebnisse der Untersuchung mittels otoakustischen Emissionen
Tab 7	Abbruchraten bei den aAEP-Messungen
Tab 8	Ergebnisse bei 30 dB und 40 dB, jeweils differenziert in einseitig und beidseitig auffällig
Tab 9	Ergebnisse der HNO-Nachuntersuchung: Häufigkeit von Auffälligkeiten
Tab 10	Ergebnisse der HNO-Nachuntersuchung: Eingeleitete Behandlungen
Tab 11	Vergleich der Screeningergebnisse mit den Ergebnissen der HNO-Untersuchungen
Tab 12	Zusammenhang zwischen Sozialstatus und HNO-Ergebnis (Crosstab mit Fisher's Exact Test)
Tab 13	Zusammenhang zwischen sozialem Risiko und HNO-Ergebnis (Crosstab mit Fisher's Exact Test)

Abkürzungsverzeichnis

AABR	Automated Auditory Brainstem Response
aAEP	automatisiert Akustisch Evozierte Potentiale
AAP	American Academy of Pediatrics
AEP	Akustisch Evozierte Potentiale
BERA	Brainstem Electric Response Audiometrie
dB	Dezibel
DHZ	Deutsches Zentralregister für kindliche Hörstörungen
EEG	Elektroencephalogramm
ERA	Electric Response Audiometrie
FAEP	frühe Akustisch Evozierte Potentiale
FAI	Familien-Adversitäts-Index
h	Stunde
IVH	intraventrikuläre Haemorrhagie
kHz	Kilohertz
min	Minute
ms	Millisekunde
nHL	normalized Hearing Level
OAE	otoakustische Emissionen
PPHN	persistierender pulmonale Hypertonie
PVL	periventrikuläre Leukomalazie
SGA	hypotrophes Neugeborenes (small for gestational age)
TEOAE	transient evozierte otoakustische Emissionen

1 Einleitung

1.1 Hörscreening bei Neugeborenen und Kindern im Vorschulalter

Laut § 26.1 des Sozialgesetzbuches V haben versicherte Kinder bis zur Vollendung des sechsten Lebensjahres Anspruch auf Untersuchungen zur Früherkennung von Krankheiten, die ihre körperliche und geistige Entwicklung in „nicht geringfügigem Maße“ gefährden.

Angeborene und perinatal erworbene Hörstörungen sind ein schwerwiegender Risikofaktor für eine kindliche Entwicklungsstörung. Da der frühe Spracherwerb an eine adäquate akustische Wahrnehmung, insbesondere innerhalb der ersten sechs Lebensmonate, gebunden ist, können frühe Hörstörungen erhebliche Fehlentwicklungen verursachen [47, 107]. Unterbleiben bei einer schwerwiegenden beidseitigen Hörstörung Diagnosestellung und adäquate Therapie während der ersten Lebensmonate, bringt dies eine Reihe von Konsequenzen mit sich, welche die kognitive, soziale und emotionale Entwicklung wie auch den Bildungserfolg beeinträchtigen. Angeborene und neonatal erworbene Hörstörungen treten mit einer Inzidenz von etwa 2 auf 1000 Neugeborene auf [56, 58, 99]. Durch Screeningmaßnahmen können sie frühzeitig erkannt werden.

Für die Hördiagnostik im Säuglingsalter stehen inzwischen validierte Methoden zur Verfügung, die ein generelles neonatales Hörscreening ermöglichen. Es ist erwiesen, dass sich das Diagnosealter durch das Neugeborenenhörscreening signifikant senken lässt [13, 102, 105] und sich nach den Standards der *American Academy of Pediatrics* (AAP) effektiv durchführen lässt [58]. Amerikanische Studien haben zudem gezeigt, dass ein generelles Neugeborenenhörscreening die langfristig kostengünstigste Lösung ist [43]. Bisher gibt es in Deutschland jedoch kein bundesweites generelles Hörscreening, sondern die Durchführung wird von Bundesland zu Bundesland unterschiedlich gehandhabt. In einigen Bundesländern wird überhaupt kein Hörscreening

durchgeführt, in anderen gibt es unterschiedlich organisierte Bestrebungen, ein generelles Neugeborenen-Hörscreening einzuführen.

In Schleswig-Holstein existiert zum Beispiel seit Dezember 2003 ein freiwilliges, universelles Neugeborenen Hörscreening, das interdisziplinär organisiert ist und durch Spenden finanziert wird. Bei allen Neugeborenen wird in der Geburtsklinik oder ambulant ein Screening mittels Otoakustischer Emissionen (OAE) durchgeführt. Bei den Risikokindern werden Messungen mit automatisiert akustisch evozierten Potentialen (Automated auditory brainstem response, AABR) angewendet. Bei primär auffälligen Ergebnissen werden die Untersuchungen in einem Nachscreening von einem niedergelassenen Arzt wiederholt, bei dort bestätigtem auffälligem Screening erfolgt die Konfirmationsdiagnostik in einer pädaudiologischen Institution. Die Dokumentation und die Nachverfolgung (Tracking) erfolgen über ein eigens entwickeltes Softwareprogramm [vgl. *Universelles Neugeborenen Hörscreening Schleswig-Holstein*: www.unhs-sh.de (letzter Zugriff: 15.08.2008); 52].

Inzwischen ist jedoch entschieden, dass das Neugeborenen-Hörscreening in die Vorsorgeinhalte der Kinderrichtlinien aufgenommen wird, ab Januar 2009 bundesweit durchgeführt werden soll und von den gesetzlichen Krankenkassen bezahlt wird [48].

Bei bis zu 30% der kindlichen Hörstörungen handelt es sich jedoch um Hörstörungen, die sich jenseits der Neonatalperiode entwickeln und einem Neugeborenenenscreening nicht zugänglich sind [29, 103]. Daher ist grundsätzlich die Frage zu stellen, ob zusätzlich die Einführung eines generellen Hörscreenings für Kinder im Vorschulalter sinnvoll ist. Gefordert wird dies unter anderem seit 1999 von der AAP [3] sowie in einem Clinical Report von Michael Cunningham [16].

Da ein zusätzliches Screening sowohl die begrenzten Budgets des Gesundheitssektors als auch den individuellen Patienten nicht unerheblich belastet, setzt die Einführung voraus, dass es sich um eine Erkrankung handelt, die

1. ausreichend häufig ist, um ein flächendeckendes Screening medizinisch und ökonomisch vertretbar erscheinen zu lassen.
2. durch standardisierte Verfahren frühzeitig erkennbar ist – hochkomplexe, nur von Spezialisten durchführbare Tests sind in der Fläche nicht praktikabel.
3. bei einer frühen Erkennung deutlich bessere Behandlungs- und Heilungschancen aufweist.

Außerdem muss das Screening mit angemessenem Aufwand von zeitlichen (aus Patienten- wie aus ärztlicher Sicht) sowie finanziellen Ressourcen durchführbar sein. [28, 88].

Die technischen Voraussetzungen für ein automatisiertes Screening zum Hörvermögen von Klein- und Vorschulkindern stehen zur Verfügung. Bisher gibt es jedoch wenige Daten hinsichtlich der Durchführbarkeit eines Hörscreenings im Kindergartenalter.

Präventions- und Follow-up-Studien haben die hohe Bedeutung der Elterneinschätzung zum Gesundheitszustand und Entwicklungsstand ihrer Kinder gezeigt. Durch den gezielten Einsatz von Elternfragebögen lassen sich Ressourcen im Gesundheitswesen effizienter einsetzen. Denn nachgewiesenermaßen sind Eltern in der Regel dazu in der Lage, ihre Kinder richtig einzuschätzen [57, 71, 100]. Eine sinnvolle Verknüpfung von objektiven Screeningmethoden und der elterlichen Einschätzung der Fähigkeiten des eigenen Kindes erscheint daher eine geeignete Kombination, um jene Kinder zu identifizieren, die ausführlicherer Diagnostik bedürfen.

1.2 Ätiologie von Hörstörungen

Hören ist definiert als Vorgang, der mit der Aufnahme von akustischen Informationen aus der Umgebung beginnt und bis zur zentralen auditiven Wahrnehmung die gesamte Hörbahn umfasst. Hören ist also die komplexe Aufnahme von Schallwellen über das Mittelohr zum Innenohr, die Fortleitung des

Impulses durch den Hörnerv zum Hirnstamm, die Weiterleitung über die Stammganglien zu den primären Hörzentren der Großhirnrinde und die Verarbeitung innerhalb des Großhirns.

Für die Einschätzung der Folgen von Hörstörungen eignet sich die Einteilung nach dem Schweregrad in gering-, mittel- und hochgradige Schwerhörigkeiten, an Taubheit grenzende Schwerhörigkeit und Gehörlosigkeit. Die Einteilung des Schweregrades bezieht sich typischerweise auf den mittleren Hörverlust im Hauptsprachbereich [78]. Diese Einteilung kann sich jedoch als problematisch erweisen, da sie das Hörvermögen statisch beschreibt. Kinder, die z. B. durch rezidivierende Paukenergüsse intermittierend schwerhörig sind, leiden durchaus an einer relevanten Hörstörung. Hier kann die Erstellung einer Jahreshörbilanz sinnvoll sein, also eine kumulierte Häufigkeitsbestimmung der Zeiträume, in denen das Kind schlechter hört, um daraus Therapienotwendigkeiten abzuleiten.

Die bei Kindern vorkommenden Hörstörungen lassen sich entsprechend ihrer Topographie systematisch einteilen:

- Schallleitungsschwerhörigkeiten als Störungen des Schalltransportes bis zum ovalen Fenster des Mittelohrs
- Schallempfindungsschwerhörigkeiten als Störungen der Reizaufnahme und Reizumwandlung

Passagere Schallleitungsschwerhörigkeiten sind im Kindesalter außerordentlich häufig [34, 69, 109]. Bei ein- bis dreijährigen Kindern findet sich eine Prävalenz von 10 bis 30% und eine kumulative Inzidenz von 80% bei Vierjährigen [54]. Bei jeder Tubenventilationsstörung im Rahmen von banalen Erkältungskrankheiten [55, 62] oder aber bei vergrößerten bzw. chronisch entzündeten Rachenmandeln, bei jedem Paukenerguss oder auch bei Gaumenspalten ist eine solche Schwerhörigkeit zu vermuten. Schallleitungsschwerhörigkeiten können jedoch auch durch Traumata, Infektionen, Fehlbildungen und im Kindesalter sehr seltene Tumore hervorgerufen werden.

Paukenergüsse sind im frühen Kindesalter sehr häufig [55], unterscheiden sich hinsichtlich Dauer und Schweregrad jedoch stark und haben daher

unterschiedliche Folgen für das Hören, die Sprach- und Sozialentwicklung. 35% aller Vorschulkinder haben in der Anamnese rezidivierende Mittelohrinfektionen und intermittierende Schallleitungsstörungen, die teilweise über längere Perioden unbehandelt bleiben, was wiederum Sprache und Sozialentwicklung beeinträchtigen kann [23]. Besonderes Augenmerk ist auf Mittelohrprobleme in den ersten drei Lebensjahren zu richten, da dieser Zeitraum für die Sprachentwicklung besonders wichtig ist.

Die Bedeutung chronischer Paukenergüsse als häufigste Form der Schallleitungsstörung im Kindesalter für die sprachliche, kognitive und soziale Entwicklung wird weiterhin sehr unterschiedlich bewertet. Bekannt sind Faktoren, die ihre Entstehung begünstigen, wie frühe Betreuung in Gruppen, Rauchen der Eltern, viele Geschwister, häufige Luftwegsinfekte und das soziale Umfeld [69, 73, 86]. Viele Kinder haben besonders durch Infekthäufung in den Wintermonaten eine schlechte Jahreshörbilanz, die sich auf die Hörentwicklung auswirken kann.

Es existiert zudem eine Vielzahl an Originalarbeiten sowie deren Bewertung in Übersichtsarbeiten und Metaanalysen zur Bedeutung chronischer Paukenergüsse für die Gesamtentwicklung eines Kindes, ein Konsens wird dabei jedoch nicht erreicht. Einige Studien zeigten einen negativen Einfluss auf Sprache und Gesamtentwicklung [7, 33, 41, 76, 91, 93]. In der Mehrzahl der neueren Studien und auch Übersichtsarbeiten wird jedoch das durch Paukenergüsse entstehende Entwicklungsrisiko als eher gering bewertet [14, 26, 74, 82, 84]. Auf die Bedeutung sozialer und kognitiver Randbedingungen, die in diesen Untersuchungen nicht immer berücksichtigt werden, wird jedoch auch vereinzelt hingewiesen [14, 90].

Zentral für die Einordnung und damit auch der Behandlung der Schallleitungsschwerhörigkeit für die Sprach- und Gesamtentwicklung des Kindes ist die Dauer der Paukenergüsse [85]. Kurzfristig bestehende Störungen im Rahmen von Infekten sind sicherlich zu vernachlässigen, während länger anhaltende oder rezidivierende Paukenergüsse durchaus Relevanz für die Sprachentwicklung haben können [76, 93, 96]. Allerdings ist inzwischen bekannt, dass für die Sprachentwicklung zusätzliche Einflussfaktoren wie das soziale

Umfeld dabei eine größere Rolle spielen als der Paukenerguss selbst [41, 68, 67, 83].

Entsprechend lauten auch die Empfehlungen der *American Academy of Pediatrics* und der *American Academy of Otolaryngology Head and Neck Surgery* [85], Kinder mit Paukenergüssen und einem Risiko für Entwicklungsstörungen direkt zu behandeln bzw. zumindest engmaschig zu kontrollieren.

Die Schallempfindungsstörungen werden je nach Ort der Schädigung in cochleäre und postcochleäre Formen eingeteilt, aber auch als sensori-neurale Formen zusammengefasst. Es können sowohl Innenohrfehlbildungen, Entwicklungs- und Reifestörungen der Hörbahn als auch kortikale Hörstörungen differenziert werden, von denen wiederum die zentralen, postcochleären Schwerhörigkeiten abzugrenzen sind, die eine Störung der zeitlichen, spektralen und räumlichen Hörwahrnehmung darstellen [78].

Von hoher praktischer Relevanz ist die Abgrenzung einer uni- von einer bilateralen Hörstörung, da bei letzterer Form die Konsequenzen für die Entwicklungsprognose betroffener Kinder wesentlich schwerwiegender sind. Beidseitige Hörstörungen mit Verlust des Hörvermögens größer als 40 dB bedingen eine veränderte Lautwahrnehmung, was damit in der kritischen Phase der Sprachentwicklung besonders zu berücksichtigen ist. Doch auch einseitige Hörstörungen schränken Kinder in ihrer Entwicklung ein und müssen daher frühzeitig behandelt werden [9, 10, 15].

Weiter sollte zwischen syndromaler und nicht syndromaler Hörstörung, verzögerter Hörentwicklung, residualer, progredienter und fluktuierender Hörstörung sowie zwischen prälingual und postlingual erworbener Hörschädigung differenziert werden [75].

Genetisch bedingte (hereditäre) Hörstörungen treten einerseits polysymptomatisch im Rahmen von Syndromen zusammen mit anderen assoziierten Anomalien auf. Als Beispiele dafür seien Alport-, Goldenhar-, Franceschetti-, Pendred- und Usher-Syndrom genannt [78]. Außerdem sind 23 Formen isolierter, genetisch bedingter

monosymptomatischer Schwerhörigkeit bekannt. Sie können sich bereits kongenital oder erst im Laufe der Zeit manifestieren.

Bei 70 bis 75% aller Patienten mit genetisch bedingten Hörstörungen finden sich keine weiteren Symptome oder Krankheiten, bei 25 bis 30% werden weitere Fehlbildungen gefunden. Es gibt beim Menschen über 300 Syndrome, bei denen Hörstörungen unterschiedlichen Ausmaßes bis zur Gehörlosigkeit als Symptom vorkommen [75]. Etwa 75% der nichtsyndromalen Hörstörungen werden autosomal rezessiv vererbt, 20 bis 25% werden autosomal dominant und 1 bis 3% X-chromosomal rezessiv vererbt. Insgesamt gelten etwa 50% aller bei Neugeborenen zu diagnostizierenden Hörstörungen als genetisch determiniert [25, 79].

Die erworbenen Hörstörungen werden bezüglich ihres Entstehungszeitpunktes in pränatal (z. B. Cytomegalieinfektion, Rötelnembryopathie), perinatal (z. B. Sepsis, Frühgeburtlichkeit) und postnatal (z. B. Meningitis, Trauma, Tubenventilationsstörung) eingeteilt.

1.3 Epidemiologie von Hörstörungen

Permanente Hörstörungen bei Kindern haben in den letzten Jahren bezüglich Ätiologie und Prävalenz einen deutlichen Wandel erlebt. Weltweit liegt die Häufigkeit kindlicher Hörstörungen zwischen 1:1.000 und 6:1.000 für einen Hörverlust von mindestens 35 dB auf dem besser hörenden Ohr [35]. Das Ausmaß steht in enger Wechselbeziehung zum jeweiligen Stand der medizinischen Versorgung.

In den westlichen Industriestaaten liegt die Inzidenz für permanente, neonatal zu diagnostizierende Hörstörungen, bei 1 bis 3 je 1000 Neugeborene [56, 59, 99]. Für Kinder, die Risikofaktoren für das Vorliegen einer Hörstörung aufweisen („High risk“-Katalog der AAP 2000/ 2007 [1, 2]), ist die Auftretenswahrscheinlichkeit auf 2 bis 10% erhöht [56, 59, 60].

Nach den Erhebungen des *Deutschen Zentralregisters für kindliche Hörstörungen* (DZH) liegt die Prävalenz in Deutschland bei ca. 1,2 von 1000 Kindern [35].

Die Prävalenz von Hörstörungen schwankt in verschiedenen Ländern und unterschiedlichen Studien. Unter anderem auch deshalb, weil verschiedene Definitionen von Hörstörung verwendet werden und die Angaben sich auf unterschiedliche Altersgruppen beziehen.

Nach Untersuchungen aus den USA geht man zum Zeitpunkt der Einschulung von einer kumulativen Inzidenz von permanenten Hörstörungen von 6 pro 1000 aus [23]. In einer englischen Studie von 2001 zeigt sich eine Prävalenz von 0,91 pro 1000 Dreijährige und eine Prävalenz von 1,65 pro 1000 Neun- bis Sechzehnjährige [29]. Eine dänisch-englische Studie ermittelte eine Prävalenz von 1,2 pro 1000 Fünfjährige [70].

Auch die Verteilung der Ursachen unterscheidet sich in den Studien deutlich [17, 97, 98]. In einer 1998 publizierten Kölner Untersuchung von 314 Kindern waren 26,1% der Hörstörungen genetischen Ursprungs, 43,3% waren erworben und bei 30,6% blieb die Ursache ungeklärt [22]. Brookhouser nennt 1996 folgende Zahlen: 50% genetisch determiniert, 20 bis 25% prä-, peri- und postnatal erworben, 25 bis 30% unklare Ursache [11].

Im *Deutschen Zentralregister für kindliche Hörstörungen*, das im Jahr 2003 6200 Datensätze der Jahre 1996 bis 2003 umfasste, fand sich in 36% der Fälle eine genetische Ursache (vermutlich oder gesichert). 18% der Störungen sind vermutlich erworben und bei 46% bleibt die Ursache ungeklärt. In diesem Kollektiv hatte sich bei 5% die Hörstörung erst später manifestiert, obwohl sie genetisch determiniert war. 10,3% weisen eine progrediente Hörstörung auf [27, 36, 94].

Als Risikofaktoren für neonatale Hörstörungen und damit auch als Indikationskatalog für ein gezieltes Risiko-Neugeborenenhörscreening gelten die von der *American Academy of Pediatrics* (AAP) publizierten und mehrfach revidierten Erkrankungen und Komplikationen sowie anamnestische Hinweise bei Neugeborenen:

- Krankheit oder Zustand, der einen Aufenthalt für mindestens 48 h auf einer neonatologischen Intensivstation notwendig macht,

- Stigmata, die mit einem Syndrom assoziiert sein können, das mit einer Hörstörung vergesellschaftet ist,
- anamnestische Hinweise auf eine Schallempfindungsschwerhörigkeit in der Familie,
- craniofaziale Dismorphien,
- intrauterine Infektionen wie CMV, Herpes, Toxoplasmose und Röteln.

40 bis 70% der Kinder mit persistierenden Hörstörungen gehörten zu den 5 bis 12% der Neugeborenen, die einer intensivmedizinischen Behandlung bedurften [101].

Wie bereits angeführt, ist für Kinder mit Risikofaktoren für das Vorliegen einer Hörstörung die Auftretenswahrscheinlichkeit auf 2 bis 10% erhöht [1, 2, 60]. Umgekehrt treten aber nur 50% aller Hörstörungen bei Kindern mit Risikofaktoren auf. Also ist nur die Hälfte der kindlichen Hörstörungen einem risikogebundenen Hörscreening zugänglich.

Diese Zahlen rechtfertigen die Durchführung eines Screenings bei allen Kindern, insbesondere aber bei Kindern, die die genannten Risikofaktoren aufweisen.

In Lübeck wird seit 1994 bei allen Kindern mit Risikofaktoren ein Hörscreening mit AABR durchgeführt, die ersten zweieinhalb Jahre im Rahmen der Multicenter-Studie, deren Kollektiv in dieser Studie nachuntersucht wurde. Hier fand sich bei 5,3% der Kinder ein auffälliges Primärscreening [60].

Bis zu 30 % der Kinder mit Hörstörungen im späteren Kinder- und Jugendalter sind aufgrund progredienter Störungen oder erworbener Störungen nicht im Neugeborenenalter zu diagnostizieren [72, 103]. Hierzu gehören Kinder mit

- angeborenen progredienten Störungen,
- schwerwiegende Erkrankungen mit anschließender Beeinträchtigung des Hörvermögens (z.B. Meningitis, Encephalitis etc.),
- Entwicklungsstörungen,
- der Notwendigkeit der Gabe ototoxischer Medikamente aufgrund chronischer Erkrankungen,

- Tubenfunktionsstörungen aufgrund rezidivierender Entzündungen,
- kraniofaciale Missbildungen (Lippen-Kiefer-Gaumenspalten, Ohrmuschel-dysplasien, Syndrome etc.).

Das *Joint Committee of Infant Hearing* hat in seinen Position Statements von 2000 und 2007 [1, 2] auch Risikoindikatoren für sich entwickelnde bzw. verzögert auftretende Schallempfindungs- und/ oder Schallleitungsstörungen definiert. Es wird empfohlen, dass alle Kinder, auf die mindestens einer der folgenden Faktoren zutrifft, regelmäßig eine Höruntersuchung erhalten, auch wenn sie das neonatale Hörscreening unauffällig durchlaufen haben:

- klinischer Verdacht auf eine Hörstörung (Sprach-, Sprech-, Entwicklungsverzögerung),
- familiäre Schwerhörigkeit,
- bakterielle Meningitis,
- Schädel-Hirn-Trauma,
- syndromale Erkrankungen, bei denen Hörstörungen bekannt sind,
- pränatale Infektionen,
- ototoxische Medikation,
- Paukenerguss > 3 Monate.

1.4 Morbidität und Folgen für die kindliche Entwicklung

Der Zusammenhang zwischen Entwicklung des Hörvermögens und allgemeiner kindlicher Entwicklung ist von zwei Seiten zu betrachten. Einerseits treten Hörstörungen sehr häufig gekoppelt mit anderen Störungen auf, die die körperliche und geistige Entwicklung beeinflussen. Andererseits verursachen verzögert oder unzureichend behandelte Hörstörungen eine Beeinträchtigung der Sprachentwicklung und damit auch der sozialen Entwicklung der betroffenen Kinder.

Eine im Kindesalter aufgetretene permanente Hörstörung hat erhebliche Folgen für die Entwicklung und das Sozialleben; in mehreren Studien wurde nachgewiesen, dass eine frühzeitige Diagnose und zeitnahe Einleitung von

Behandlung eine bessere Sprachentwicklung zur Folge hat [12, 61, 77, 106, 107]. Für die Hörbahnreifung ist die frühzeitige Stimulation des Hörorgans im ersten Lebensjahr ausschlaggebend [37, 47].

Es ist bekannt, dass die Reifung der Hörbahnen vorwiegend in den ersten 12 Lebenswochen erfolgt und in der 40. Lebenswoche weitestgehend abgeschlossen ist [46, 47]. Da der adäquate Reiz für die Reifung akustische Informationen sind, sollte eine Schwerhörigkeit, besonders wenn sie hochgradig ist, bereits in den ersten Lebenstagen objektiviert und baldmöglichst mit Hörgeräten und Frühförderung behandelt werden. Daher hat das *Joint Committee on Infant Hearing* in den Vereinigten Staaten bereits 1982 empfohlen, dass die Diagnose einer Hörminderung bis zum Alter von 3 Monaten erfolgen sollte. Wo immer möglich sollte die Diagnostik bis zum 6. Lebensmonat abgeschlossen sein und Rehabilitationsmaßnahmen eingeleitet werden. Ziel der Therapie ist die Verbesserung der Hör-, Sprech-, Sprach- und Sozialkompetenz, um die Folgebehinderung einer kindlichen Hörstörung möglichst gering zu halten [1, 2, 4, 5].

Aufgrund der gravierenden Folgen, die eine Hörminderung und damit eine verzögerte Sprachentwicklung für den Bildungsweg eines Kindes haben kann, scheint ein Screening im Kindergartenalter gerechtfertigt. Für die vorliegende Studie wurde der Untersuchungszeitpunkt bewusst in das fünfte Lebensjahr gelegt. Mehrere Gründe haben uns hierzu veranlasst:

- Sollte aufgrund der Diagnostik eine Sprach- oder Hörstörung erkannt werden, so kann bis zur Einschulung eine Therapie des Hörens eingeleitet werden, um dazu beizutragen, in der Sprach- und Sozialentwicklung aufzuholen und einen möglichst störungsfreien Schulstart zu ermöglichen.
- Mit vier Jahren ist die Sprachenentwicklung gut zu beurteilen.
- Es ist bekannt, dass die Spontanheilungstendenz von Sprachstörungen ab dem Alter von fünf Jahren deutlich abnimmt, so dass es sinnvoll ist, eine logopädische Therapie in diesem Alter zu beginnen.

1.5 Diagnostik von Hörstörungen im Kindesalter

1.5.1 Übersicht über diagnostische Verfahren

Auswahl und Einsatz diagnostischer Verfahren richten sich einerseits nach Alter und Entwicklungsstand der Kinder und andererseits danach, ob ein Screening oder konfirmatorische Diagnostik durchgeführt werden soll. Im Kontext dieser Arbeit werden nur für Screening-Zwecke relevante Verfahren betrachtet.

Die mit dem Fachbegriff „Screening“ bezeichneten Aussonderungsuntersuchungen haben eine Grobunterscheidung zwischen gestörter und normaler Hörfähigkeit zum Ziel. Insbesondere soll durch diese Untersuchungen der für den Spracherwerb wichtige Frequenzbereich bis 4 kHz evaluiert werden und festgelegt werden, ob eine behandlungsbedürftige Hörstörung vorliegt. Demgegenüber hat die konfirmatorische Diagnostik das Ziel, möglichst exakt die tatsächliche Hörschwelle in einem weiten Frequenzbereich zu bestimmen [80].

Außerdem unterscheidet man

- subjektive Verfahren, bei denen die wichtigsten Beurteilungskriterien die Reaktionen oder Angaben des Patienten sind und der Untersucher somit auf die Mitarbeitsfähigkeit des Patienten angewiesen ist
- objektive Verfahren, bei denen mittels apparativer Messungen die Hörschwelle ohne direkte Mitarbeit der Patienten bestimmt wird.

Die Verhaltensaudiometrie im freien Schallfeld gehört zu den subjektiven Verfahren. Sie wird bei Neugeborenen sowohl für Screening als für die konfirmatorische Diagnostik eingesetzt. Es werden die Reaktionen des Kindes nach definierten Schallreizen beobachtet. Das können im Säuglingsalter zum Beispiel Augenblinzeln oder eine Kopfwendung zur Schallquelle sein.

Die benötigten Schallpegel sind stark altersabhängig. In den ersten Lebenswochen liegen sie bei ungefähr 80 bis 90 dB, mit 6 Monaten bei etwa 50 bis 60 dB. Für dieses Testverfahren ist eine ruhige, reizarme Umgebung notwendig. Sie ist zeit- und personalaufwendig, da sie streng genommen von zwei

Untersuchern durchgeführt werden muss: eine Person, die die Schallreize appliziert und eine weitere Person zur Beobachtung, damit auch diskrete Reaktionen sicher erfasst werden können [80].

Bei Kindern ab etwa drei Jahren kann als Weiterführung und Ergänzung zur Verhaltensbeobachtung in der Spielaudiometrie die Motivation dadurch gesteigert werden, dass vor der eigentlichen Hörprüfung spielerisch erlernt wird, auf einen auditiven Stimulus hin eine kleine Spielhandlung auszuführen. Die Anwendung macht jedoch erfahrene Untersucher, Einfühlungsvermögen, viel Zeit und einen entsprechend ausgestatteten Audiometrieräum erforderlich [80]. Diese Methode ist in pädaudiologisch spezialisierten Einrichtungen zur Bestimmungsuntersuchung weit verbreitet. Auch Originalarbeiten zeigen, dass die Spielaudiometrie bis zum Alter von fünf Jahren häufig schwierig durchführbar ist, da sie die Kooperation des untersuchten Kindes benötigt [8]. Einfacher durchzuführen und deshalb als Aussonderungsuntersuchung in der kinderärztlichen Routine eingesetzt ist die Sprachabstandsprüfung.

Im Rahmen der Vorsorgeuntersuchungen U3 bis U7 werden primär Reflex- und Verhaltensaudiometrie eingesetzt – Testverfahren, die nachweislich nicht sehr treffsicher sind, selbst wenn die Untersuchung von einem eingespielten, erfahrenen Untersucherpaar in einem schallgedämmten Raum ohne Schatten- und Lichtwirkung durchgeführt wird. Die Reflexe ermüden bei Testwiederholung schnell und die Ergebnisse werden von der Vigilanz des Kindes stark beeinflusst [53].

Eine gute Ergänzung bilden Elternfragebögen hinsichtlich der bisherigen Reaktionen des Kindes auf Lärm, leise Geräusche und ähnliches. Aus verschiedenen Studien ist bekannt, dass in Zeiten vor der Einführung des Neugeborenenhörscreenings in bis zu 75% der Fälle der Verdacht einer Hörstörung von den Eltern geäußert wurde [44, 64, 100].

Je nach Entwicklungsstand und Mitarbeitsfähigkeit können etwa ab dem fünften Lebensjahr auch die subjektiven Verfahren der Erwachsenenaudiometrie mit Überprüfung des tonalen Gehörs und der Sprachdiskriminationsfähigkeit mittels

Kopfhörer eingesetzt werden. Damit stehen bei entsprechend guter Mitarbeit sehr valide Verfahren zur differenzierten Hördiagnostik zu Verfügung, mit denen Ausmaß und Lokalisation einer Hörstörung prinzipiell gut diagnostiziert werden können, wenn das Kind kooperativ und altersgerecht entwickelt ist.

Für die Anwendung dieser Verfahren bei Kindern ist jedoch große Erfahrung der Untersucher, Geduld und genügend Zeit für das Kind erforderlich. Deshalb empfiehlt sich für das Screening der Einsatz eines objektiven Verfahrens.

Goldstandard für die objektiven Verfahren ist die Ableitung akustisch evozierter Hirnstammpotentiale als objektives Verfahren. Sie wird mit verschiedenen Abkürzungen bezeichnet, die zum Teil synonym verwendet werden, da sie letztlich die gleiche diagnostische Aussage ermöglichen. ERA steht für Electric Response Audiometrie und wird als Überbegriff für alle akustisch evozierten Potentiale verwendet. Da im klinischen Alltag vor allem die frühen Potentiale beurteilt werden, die bis 10 ms nach dem Stimulus nachweisbar sind, werden sie auch als frühe akustisch evozierte Potentiale (FAEP) bezeichnet. Weil der Ursprung dieser frühen Potentiale zum Teil noch im Ganglion spirale des Innenohres und zum Teil im Bereich des Hirnstamms liegt, werden sie auch als Hirnstammpotentiale bezeichnet und das Nachweisverfahren analog dazu als Brain stem Electric Response Audiometrie (BERA).

Meist werden als Stimuli breitbandige Geräusche (Clicks) verwendet, es ist jedoch auch möglich, frequenzspezifische Tests durchzuführen. Mit der BERA kann eine objektive Hörschwellenbestimmung durchgeführt werden. Bei jüngeren Kindern ist aufgrund der Notwendigkeit des Stillliegens und der Dauer der Untersuchung dazu meist eine Sedierung notwendig.

Die automatisierten, untersucherunabhängigen Verfahren der akustisch evozierten Potentiale (AEP) sowie die Messung otoakustischer Emissionen sind für Screeninguntersuchungen besonders geeignet [59, 60]. Sie werden daher im Folgenden ausführlicher dargestellt.

1.5.2 Messung akustisch evozierter Potenziale (AEP)

Ein akustischer Reiz erzeugt innerhalb von einigen Millisekunden eine Folge von Entladungen in den neuronalen Kerngebieten der Hörbahn. Diese Entladungen lassen sich mit Hilfe von Oberflächen Elektroden am Kopf messen. Voraussetzung dafür ist, dass diese Hirnstammantworten mit Hilfe eines Computers aus der viel höheren Spannung des Elektroencephalogramms (EEG) und möglicher Muskelaktivität herausgefiltert werden können. Die praktische Bedeutung dieses Verfahrens liegt darin, dass bei einer genauen und sorgfältig durchgeführten Messung die elektrische Reaktionsschwelle sehr eng an die Hörschwelle gekoppelt ist, wenn keine zusätzlichen zentralen Störungen vorliegen. Dies ermöglicht einem erfahrenen Untersucher, sowohl die Hörschwelle abzuschätzen als auch Aussagen zur Differenzialdiagnostik zu machen, das heißt eine mögliche Störung zu lokalisieren. Diese Methode ist zum Goldstandard der Audiologie geworden.

Für die Anwendung im Screening muss eine Entscheidung darüber getroffen werden, welche Kriterien für „pass“ bzw. „fail“ zugrunde gelegt werden. Die meisten Empfehlungen gehen heute davon aus, dass eine spracherwerbsrelevante periphere Hörstörung dann vorliegt, wenn der Durchschnitt der Hörschwellen bei 500, 1000, 2000 und 4000 Hz oberhalb von 40 dB liegt [31]. Legt man daher als Kriterium für einen unauffälligen Befund eine sichere Hirnstammantwort für einen Klickreiz von 35 dB nHL (normalized Hearing Level) zugrunde, wird man nur in sehr wenigen Ausnahmefällen eine therapiewürdige Störung übersehen.

Einer Entwicklung des amerikanischen Audiologen A. R. Thorntons folgend, wurde bereits vor mehr als 20 Jahren ein automatisch arbeitendes Screening-System auf dem Markt vorgestellt, mit dessen Hilfe die akustisch evozierte Hirnstammantwort auf einen Klickreiz mit dem Pegel 35 dB nHL gemessen wird (ALGO[®]-1). Durch eine Reihe von technischen Besonderheiten kann dieses Gerät selbst bei beträchtlichem Geräuschpegel, zum Beispiel auf einer Neugeborenen-Intensivstation, eingesetzt werden.

Das durch einen einzelnen akustischen Reiz hervorgerufene FAEP (frühe akustisch evozierte Potential) hat eine sehr kleine Amplitude und würde daher im auf übliche Weise abgeleiteten EEG nicht erkannt werden. Daher wird ein Averaging-Verfahren (reizsynchrone Mitteilung) eingesetzt, wobei in Folge eine Anzahl von Reizen appliziert und die Post-stimulus-Abschnitte des EEG (sogenannte Sweeps) summiert werden. Unter der Annahme, dass das störende Spontan-EEG Zufallscharakter hat, wird mit fortschreitender Summierung der Anteil des Spontan-EEG im Messergebnis immer geringer. Die Mittelung wird entsprechend so lange durchgeführt, bis ein auswertbares AEP vorliegt. Die Entscheidung, ob ein auswertbares AEP vorliegt, muss bei der konventionellen Ableitung durch den Untersuchenden gefällt werden. Dadurch wird die Messmethodik in der Datenerfassung zwar objektiv, jedoch in der Auswertung subjektiv. Bei den Screeninggeräten wird deshalb ein statistischer Algorithmus eingesetzt: ausgehend von einer bestimmten Anzahl von Sweeps erfolgt eine Vormittelung [65, 50].

1.5.3 Messung otoakustischer Emissionen (OAE)

Otoakustische Emissionen liefern eine Aussage zur Integrität des Innenohrs. Nach dem heutigen Wissensstand repräsentieren sie die Aktivität der äußeren Haarzellen, die der Verstärkung schwacher Eingangssignale, der Dynamikkompression und der Erhöhung der Frequenzselektivität dienen. Die Haarzellenfunktion lässt sich mit Hilfe einer Miniatursonde im äußeren Gehörgang nachweisen, wenn das Rauschen durch ein Averaging-Verfahren verringert wird.

Der Funktionsverlust der äußeren Haarzellen führt zu einer Erhöhung der Hörschwelle um etwa 40 dB. Da die äußeren Haarzellen wegen des hohen Energiebedarfes die höchste Vulnerabilität aller Innenohr-Strukturen aufweisen, ist der Nachweis ihrer Funktionsfähigkeit in der Regel gleichbedeutend mit einer ausreichenden Innenohrfunktion. Dagegen ist die Nicht-Nachweisbarkeit von Emissionen kein Beweis für eine klinisch relevante Beeinträchtigung der äußeren Haarzellen. Bereits geringe Einflüsse bei der Messung, zum Beispiel eine nicht optimale Sondenposition, Cerumen, Nebengeräusche im Gehörgang und vor allem Schallleitungsstörungen machen häufig eine Messung vorhandener

Emissionen unmöglich. Damit ist die Spezifität für spracherwerbsrelevante Innenohrstörungen das entscheidende Problem beim Einsatz dieser Methode [40].

Bei konventionellen Systemen muss der Auswerter durch Beurteilung der Kurvenform auf dem Bildschirm eines Computers, unter Zuhilfenahme einer mathematischen Signalanalyse, das Ergebnis der Messung selbst ermitteln. In eindeutigen Fällen ist dies meist kein Problem, dagegen gibt es häufig Grenzfälle, die immer wieder zu Fehlbeurteilungen führen, insbesondere im Rahmen eines Massenscreenings. Signalstatistisch arbeitende Geräte können hier einen wesentlichen Beitrag zur Vermeidung häufiger Fehler und zu einer Optimierung des Aufwandes beitragen.

Schalleitungsstörungen sind die wichtigste Einschränkung für die Brauchbarkeit der Methode. Eine Dämpfung um jeweils 20 dB reduziert ein Signal um den Faktor 10. Im Fall der Emissionen muss bedacht werden, dass dies sowohl für das Eingangs- als auch das Ausgangssignal gilt. Da das Signal durch reizsynchrone Mitteilung (Averaging) von immer vorhandenem Rauschen separiert werden muss, bedeutet dies theoretisch eine Messzeiterhöhung auf das mehr als Hundertfache der sonst notwendigen Zeit. Damit wird eine Messung häufig unmöglich [31].

In der kinderärztlichen Routine stellt sich eine völlig andere Situation als bei einer pädaudiologischen Diagnostik dar. Eine Screening-Untersuchung ist nur dann sinnvoll, wenn die Entscheidung, ob eine kontrollbedürftige Situation vorliegt, nicht vom Ausbildungsstand des Untersuchenden abhängt. Der Kinderarzt ist auch nicht an der individuellen Ausprägung von Potential- oder Emissionskurven interessiert, sondern an der Beantwortung der Frage, ob eine Reaktion vorhanden ist oder nicht. Diese Frage lässt sich aber weniger durch die Darstellung eines Signals als durch signalstatistische mathematische Algorithmen lösen. Daher wurden in den letzten Jahren physiologische Messverfahren für diesen Zweck entsprechend ausgerüstet.

Mit Hilfe solcher Algorithmen lässt sich eine durch Signifikanztests abgesicherte Aussage machen. Die Restwahrscheinlichkeit dafür, dass die Aussage „Antwort vorhanden“ falsch ist, wird damit statistisch definiert – das heißt beispielsweise auf

5 oder nur 1 Prozent reduziert. Der Grad der Signifikanz wird dann alleine durch den zeitlichen Aufwand bestimmt.

1.6 Therapierbarkeit von kindlichen Hörstörungen

Die klassische Therapie der Schalleitungsschwerhörigkeit ist die operative Beseitigung des Hindernisses. Gemeint sind Sanierungen des Mittelohrs und/ oder des Nasenrachenraums und der Nebenhöhlen einschließlich Maßnahmen zur Verbesserung der Nasen-Luftpassage und des schalleitenden Apparates.

Bei Paukenergüssen wird mittlerweile empfohlen zu evaluieren, ob ein erhöhtes Risiko für eine Sprach- oder sonstige Entwicklungsstörung vorliegt oder es Hinweise auf eine relevante Hörstörung gibt. Wenn dies nicht der Fall ist, kann zunächst abgewartet werden und der Befund lediglich im Abstand von drei Monaten kontrolliert werden. Nach drei Monaten sollten jedoch Hörtests durchgeführt werden. Wichtig ist aber, dass bei Kindern mit Risikoprofil direkt Hördiagnostik veranlasst wird und ggf. auch bei geringen Hörverlusten zeitnah operativ vorgegangen wird, um diesen Kindern die bestmögliche Ausgangsbasis für ihre weitere Entwicklung zu ermöglichen. Als operative Therapie wird die Paukenröhrcheneinlage empfohlen und im deutschsprachigen Raum (im Gegensatz zum angloamerikanischen) auch die Adenotomie, da adenoide Vegetationen die Tubenfunktion beeinträchtigen und ein Erregerreservoir darstellen können [85, 90].

Da es bei den Schallempfindungsstörungen in der Regel keine kurativen Therapieansätze gibt, steht hier die Hörgeräteversorgung im Mittelpunkt, da nur sie häufig eine adäquate oder gar überhaupt eine Sprachentwicklung ermöglicht. Diese Therapie besteht aus Hörgeräteanpassung, Erfolgskontrolle und regelmäßiger Kontrolle, sie stellt jedoch nur eine Teilmaßnahme im Rahmen einer umfassenden, interdisziplinären Betreuung und Förderung des hörgeschädigten Kindes dar. Neben den medizinischen Gesichtspunkten sind auch entwicklungspsychologische, pädagogische und linguistische Aspekte zu berücksichtigen.

Bei angeborenen und perinatal erworbenen Hörstörungen ist eine frühestmögliche Hörgeräteanpassung notwendig. Bei postnatalen Schäden unmittelbar nach Schadenseintritt und in allen Fällen sind umgehend Maßnahmen der Hör- bzw. Spracherziehung einzuleiten. Klinische Studien haben gezeigt, dass Kinder, die bis zum 6. Lebensmonat mit Hörgeräten versorgt wurden, signifikant bessere sprachliche Fähigkeiten und ein besseres Lernvermögen gegenüber später versorgten Kindern besitzen [42, 45, 61, 77, 106, 107]. Der frühestmögliche Zeitpunkt ist jedoch häufig ein Kompromiss zwischen theoretischer Forderung und praktischer Durchführbarkeit. Es zeichnet sich ein Entwicklungsalter zwischen dem 4. und 6. Lebensmonat als realistisch ab [38, 110].

Eine Hörgeräteanpassung ist beim Kind indiziert, wenn das binaurale Sprachverstehen eingeschränkt ist und nicht durch entsprechende konservative oder operative Maßnahmen behandelt werden kann. Bereits ein Hörverlust von 30 bis 40 dB führt zu einer Störung der Sprachentwicklung. Deshalb ist schon bei einer mittelgradigen Schwerhörigkeit ab 40 dB eine Hörgeräteanpassung bei Kindern notwendig. Bei einer hochgradigen Schwerhörigkeit ab 70 dB wäre ohne Hörgerät kein Lauterwerb möglich. Auch bei nach audiologischen Gesichtspunkten so genannter Gehörlosigkeit wird zunächst eine Hörgeräteversorgung versucht, da nicht ausgeschlossen werden kann, dass für die Sprachentwicklung noch nutzbare Hörreste existieren. Bei einem weiteren Ausbleiben oder Stagnieren der Sprachentwicklung trotz optimaler Hörgeräteversorgung und Frühförderung wäre dann die Indikation für ein Cochlear Implant gegeben [38].

Ausgenommen von diesem Vorgehen sind erworbene Hörstörungen, z. B. nach Meningitis oder Trauma. Hier muss unmittelbar die Indikation zur Cochlear-Implantation überprüft werden [51].

Vorübergehend kann auch bei beidseitiger Schalleitungsschwerhörigkeit eine Hörgeräteversorgung indiziert sein.

2 Fragestellung

Das neonatale Hörscreening von Risikokindern ist inzwischen in Deutschland Routine geworden, in einzelnen Bundesländern wird es sogar bei allen Neugeborenen durchgeführt. Es gibt jedoch wenige Studien/ Daten zur weiteren Entwicklung der Kinder, die als Neugeborene ein erhöhtes Risiko für eine Hörstörung hatten.

Im Studienkollektiv zeigten 5,3% der Früh- und Neugeborenen mit Risikofaktoren für Hörstörungen neonatal auffällige Hörscreening-Ergebnisse [60]. Im Wissen um die Heterogenität dieses Kollektivs soll die weitere Entwicklung dieser Kinder hinsichtlich des Hörens und ihrer weiteren Entwicklung verfolgt werden.

Die Methoden *automatisierte Otoakustische Emissionen* (OAE) und *automatisiert akustisch evozierte Potentiale* (aAEP) sind im Neugeborenenhörscreening gut evaluiert und werden weltweit in Routineuntersuchungen eingesetzt, es fehlen jedoch Daten hinsichtlich ihrer Eignung für ein Screening im Alter von vier Jahren.

Ziel der Studie war die Erprobung eines Screening-Instrumentariums zur Messung von Hörstörungen von vierjährigen Kindern sowie die Ermittlung der Auftretenshäufigkeit von Hörstörungen in einem ehemaligen Risikokollektiv.

Die vorliegende Studie dient dabei der Beantwortung folgender Fragen:

- Sind automatisierte Messungen akustisch-evozierter Potenziale (aAEP) oder otoakustischer Emissionen (OAE) geeignete Methoden für ein Hörscreening im fünften Lebensjahr?
- Wie häufig treten sich entwickelnde Hörstörungen in einem Risikokollektiv für Hörstörungen auf?
- Wie häufig tritt Schalleitungs-Schwerhörigkeit in unserem Risikokollektiv auf und in welchem Zusammenhang steht das Auftreten mit bekannten Risikofaktoren?
- Lassen sich weitere potentielle Risikofaktoren für das Auftreten von Hörstörungen bei Vierjährigen ermitteln?

3 Material und Methoden

3.1 Patientenerfassung und Datenerhebung

In der vorliegenden Studie wurde ein Kollektiv von Neu- und Frühgeborenen der Klinik für Kinder- und Jugendmedizin des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein, Campus Lübeck, im fünften Lebensjahr nachuntersucht. Das Primärkollektiv wurde 1995 bis 1997 im Rahmen einer multizentrischen Studie gebildet, deren Ziel die Evaluation des neonatalen Risikohörscreening war [60]. Untersucht wurden alle Neu- und Frühgeborenen, die mindestens einen der vom *Joint Committee of Infant Hearing* definierten Risikofaktoren (siehe Kap. 1.2) aufwiesen.

Zusätzlich wurden als Einschlusskriterien definiert:

- intracranielle Haemorrhagie III – IV nach Papile [66],
- periventrikuläre Leukomalazie nach Hill [39],
- hypotrophe Früh-/ Neugeborene („small for gestational age“),
- mütterlicher Drogenkonsum.

Im Rahmen dieser Multicenter-Studie wurde bei 230 Kindern, für die mindestens einer der genannten Risikofaktoren zutraf, ein neonatales Hörscreening in Lübeck durchgeführt. Kinder, die auf der neonatologischen Intensivstation behandelt wurden, wurden vor Entlassung aus der Klinik untersucht, Neugeborene mit Risikofaktoren, die nicht auf der Intensivstation behandelt wurden, 2 bis 7 Tage nach der Geburt. Untersuchungsmethoden waren automatisiert akustisch evozierte Potentiale (ALGO 1[®]) und automatisierte OAE (ILO 88[®]).

Außerdem wurden Angaben über die Familienanamnese, den pränatalen Verlauf, die Geburt, die postnatale Behandlung, die während des stationären Aufenthaltes entwickelten Folgeerkrankungen und Komplikationen erhoben.

Als Aufnahmekriterium der vorliegenden Studie galt die Teilnahme an der neonatalen Studie. Die Daten aus der Neugeborenen Studie standen für diese Studie zur Verfügung.

3.2 Durchführung der Nachuntersuchung

Die Nachuntersuchung wurde im Zeitraum von September 1999 bis Februar 2001 durchgeführt.

Alle zum Nachuntersuchungstermin überlebenden Kinder wurden eingeschlossen. Die Adressen wurden den Patientenakten der Kinderklinik entnommen, bei Adressenänderung wurde versucht, die neue Anschrift über Kinderärzte und die Auskunft der Telekom zu recherchieren.

Alle überlebenden Kinder der neonatalen Studie mit korrekten Anschriften wurden im fünften Lebensjahr schriftlich zu einem Nachuntersuchungstermin eingeladen. Die Eltern wurden gebeten, einen Beobachtungsbogen mit Daten zum sozialen Umfeld, zur körperlichen Entwicklung, zur Krankheitshäufigkeit sowie zu Entwicklungsmeilensteinen auszufüllen und zur Untersuchung mitzubringen.

Die Nachuntersuchung in der Lübecker Kinderklinik, bei der immer mindestens ein Elternteil oder eine Bezugsperson anwesend war, umfasste eine Höruntersuchung mit automatisiert akustisch evozierten Potentialen (Evoflash®) und otoakustischen Emissionen (Echo-Screen®). Zusätzlich wurden den Eltern anhand eines Fragebogens weitere Fragen zu Vorerkrankungen des Kindes und zur bisherigen Entwicklung gestellt, um Risiken für eine sich entwickelnde Hörstörung und das generelle Entwicklungsrisiko erheben zu können.

Das Ergebnis des Hörscreenings wurde den behandelnden niedergelassenen Kinderärzten schriftlich mitgeteilt.

Traten bei der Hörscreeninguntersuchung kontrollbedürftige Befunde auf, gleichgültig ob ein Ohr bei einer Untersuchungsmethode oder beide Ohren bei

einer oder beiden Untersuchungsmethoden betroffen war, wurde ein Kontrolltermin in der Abteilung für Pädaudiologie des Universitätsklinikums Lübeck vereinbart.

Hier fand eine Hals-Nasen-Ohrenärztliche Untersuchung mit Durchführung von Tympanometrie, OAE und von einem Audiogramms statt, bei Bedarf außerdem eine Sprachstatuserhebung durch eine Logopädin. Wünschten die Eltern diese Untersuchung nicht, wurde alternativ eine Kontrolle bei einem niedergelassenen HNO-Arzt empfohlen. In einigen Fällen erfolgte die Kontrolle durch den Kinderarzt.

Aus der Pädaudiologie erhielten wir die Ergebnisse direkt nach der Untersuchung; die Untersuchungsergebnisse und ggf. Behandlungen bei niedergelassenen Ärzten wurden durch uns anschließend telefonisch erfragt.

Abbildung 1 gibt einen Überblick über den Untersuchungsplan.

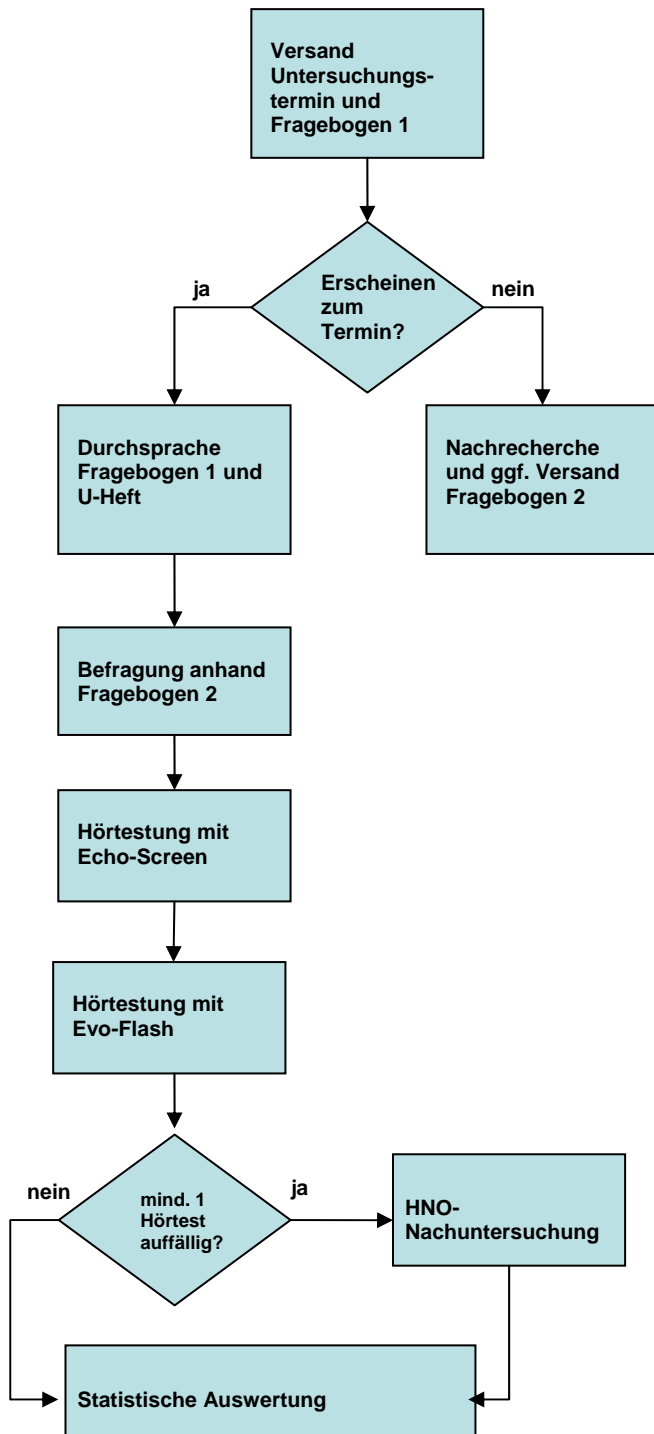


Abb 1 Untersuchungsplan für Hörscreening im Vorschulalter

3.2.1 Befragung zur Entwicklung und Morbidität der Kinder

Folgende Variablen wurden im Fragebogen 1 abgefragt, der mit der Einladung zur Nachuntersuchung den Eltern zugeschickt wurde (siehe Anhang 1):

- unterstützende Therapien seit der Geburt (Physiotherapie, Logopädie, Ergotherapie, Frühförderung),
- Meilensteine der Entwicklung,
- Eckdaten der Sprachentwicklung:
 - o Silbenketten im Alter von 6 Monaten,
 - o Fähigkeit, im Alter von 24 Monaten 50 Einzelworte zu sprechen,
 - o Fähigkeit des Kindes, mit Gleichaltrigen sprachlich in Kontakt zu treten,
 - o Einschätzung der sprachlichen Fähigkeiten des Kindes im Vergleich zu Gleichaltrigen (schlechter, gleich, besser).
- Anamnestische Fragen zum Hörvermögen:
 - o Ergab sich jemals der Verdacht auf eine Hörstörung?
 - o Versteht das Kind Aufforderungen, ohne den Sprechenden zu sehen?
 - o Hört das Kind leise Geräusche?

Während des Untersuchungstermins in der Kinderklinik wurde der Fragebogen 2 gemeinsam mit den Eltern ausgefüllt (siehe Anhang 2). Dabei wurden folgende Variablen erhoben:

- chronische Erkrankungen,
- akute Erkrankungen in den letzten vier Wochen,
- Otitiden/ Paukenergüsse,
- Meningitis/ Schädel-Hirn-Trauma,
- Häufigkeit von Luftwegsinfekten im letzten Jahr, ggf. deren Behandlung,
- Häufigkeit von antibiotischen Behandlungen,
- Anzahl, Dauer und Indikation von stationären Krankenhausaufenthalten,
- Dauermedikation,
- Teilnahme an den gesetzlichen Vorsorgeuntersuchungen/ dort eventuell festgestellte Auffälligkeiten,
- Häufigkeit von Arztbesuchen außerhalb der Vorsorgeuntersuchungen, kategorisiert in weniger als fünf, mehr als fünf und mehr als zehn Besuche,

- Kontakt zu anderen Ärzten außer dem Kinderarzt,
- Einschätzung der Mundmotorik anhand der Fähigkeit, Seifenblasen zu pusten oder eine Kerze auszublasen,
- Hypersalivation,
- Auffälligkeiten der Artikulation/ des Redeflusses.

Das etwaige Vorliegen eines oder mehrerer Risikoindikatoren für sich entwickelnde bzw. verzögert auftretende Schallempfindungsstörungen und/ oder Schalleitungsstörungen wurde anhand des Elternfragebogens und der neonatal erhobenen Daten geprüft.

3.2.2 Soziodemographische Daten

Zur Einschätzung der sozialen Belastung der Familien wurde der Familien-Adversitätsindex (FAI) nach Wolke herangezogen [81]. Er umfasst 8 Variable, die kindliche Entwicklung ungünstig beeinflussen.

- frühe Elternschaft (Mutter < 20 Jahre bei Geburt des Studienkindes),
- enge Wohnverhältnisse (<15 qm/ Person im Haushalt),
- Mutter oder Vater ohne qualifizierenden Berufsabschluss und/ oder weiterführende Berufsausbildung,
- Mutter/ Vater Einzelerzieher oder kritisch gespannte Partnerschaft,
- vier oder mehr Kinder in der Familie,
- Heim- oder Fremdpflege für das Studienkind notwendig,
- keine personalen Hilfen im Notfall,
- psychopathologische Verhältnisse, die einer Behandlung bedürfen, von Mutter oder Vater geäußert oder von Untersucher vermutet.

Die Summe belastender Faktoren ergibt den FAI als Maß für die familiäre Belastung.

Zusätzlich wurden die Berufsausbildung und die aktuelle Berufstätigkeit der Eltern erfragt, um den Sozialstatus der Familien mit Hilfe der Sozialschichteneinteilung nach Deck und Röckelein [19] zu bestimmen. Diese differenziert in drei Kategorien, von Kategorie 1 für die untere Sozialstufe über Kategorie 2 für die mittlere Sozialstufe bis Kategorie 3 für die obere Sozialstufe.

Es wurden zum Untersuchungstermin in der Kinderklinik folgende Parameter erhoben und in den Fragebogen eingetragen:

- Schulabschluss/ Ausbildung/ aktuelle berufliche Tätigkeit beider Eltern,
- Erhalt finanzieller Unterstützung (z. B. Sozialhilfe, Rente),
- erhält die der Familie Unterstützung in schwierigen Situationen,
- Wohnungsgröße,
- eigenes Zimmer des Kindes,
- Staatsangehörigkeit und Familienstand der Eltern,
- Anzahl der im Haushalt lebenden Personen,
- Anzahl der Geschwister,
- Anzahl der älteren Geschwister,
- Betreuung des Kindes (zu Hause, Tagesmutter, Halbtages-/ Ganztageseinrichtung).

3.2.3 Untersuchungen

3.2.3.1 Otoakustische Emissionen (OAE)

Von den zwei Formen der Messung otoakustischer Emissionen, die zur Verfügung stehen, wurden in dieser Studie transient evozierte otoakustische Emissionen (TEOAE) eingesetzt, da sie für Screening-Zwecke im untersucherunabhängigen Setting besser geeignet sind [6, 92].

Der für unsere Untersuchung verwendete „Echo-screen®“ der österreichischen Firma „Fischer-Zoth Diagnosesysteme“ ist ein Handgerät mit automatischer Versuchssteuerung und selbsttätigem Abbruch der Messung, sobald das Kriterium für bestanden („pass“) erreicht ist.

Es handelt sich um ein transportables, batteriebetriebenes Hörtestgerät im Kitteltaschenformat, mit dem klick-evozierte otoakustische Emissionen über eine in den äußeren Gehörgang eingebrachte Sonde abgeleitet werden können.

Nach Aussendung von Klickreizen in einer Lautstärke von 70 bis 75 dB erfolgt die Messung der rückgespiegelten Emissionen mit Hilfe eines Mikroprozessors. Die Ergebnisse werden mit einem geräteinternen Algorithmus verglichen, einem Artefaktabgleich zugeführt und sind als „pass“ (bestanden) oder „fail“ (nicht bestanden) auf einem Display ablesbar. Voraussetzung für „pass“ sind vier

aufeinanderfolgende positive und negative Abweichungen von der Zufallsverteilung auf einem Signifikanzniveau von 99,9%. Der Stimulus wird automatisch kalibriert und seine Stabilität während der Messung überwacht.

Die Messzeit des Echo-screen® hängt sehr stark von den akustischen Umgebungsbedingungen, dem Alter des Kindes und möglichen Hörbeeinträchtigungen ab. Im Optimalfall beträgt sie nur einige Sekunden. In sehr geräuschvoller Umgebung, bei Unruhe des Kindes oder Hörbeeinträchtigung kann sie mehrere Minuten dauern.

Da das Gerät ein untersucherunabhängiges Screeninggerät ist, kann das Testergebnis direkt abgelesen werden. Möglich sind nur bestanden oder nicht bestanden.

3.2.3.2 Automatisierte akustisch-evozierte Potenziale (aAEP)

Das Gerät „Evoflash®“ ist ebenfalls ein untersucherunabhängiges Screeninggerät, bei dem nach Ende der Messung „fail“ bzw. „pass“ angezeigt wird. Es ist ein diagnostisches Gerät für die Stimulation, Ableitung, Auswertung und Registrierung von akustisch evozierten Potentialen. Die Signalerzeugung geschieht mittels eines digitalen Signalprozessors, womit reproduzierbare Reizbedingungen garantiert werden.

Die Messung erfolgte zunächst bei 30db, wenn diese Messung nicht bestanden wurde, folgte eine weitere bei 40dB.

3.2.3.3 Statistische Analyse

Die erhobenen Daten wurden in eine Access Datenbank eingegeben. Die vorliegenden Ergebnisse wurden mit der Statistiksoftware SPSS X [95] ausgewertet.

Unterschiede im Ergebnis kategorischer Variablen wurden mit dem Pearson-Chi-Square-Test in der Mehrfeldertafel ermittelt [87].

Die Ergebnisse, die sich mittels Vierfeldertafeln darstellen ließen, wurden mit dem exakten Test nach Fisher auf ihre Differenzen beurteilt.

Unterschiede zwischen den jeweiligen Gruppen hinsichtlich der Häufigkeitsverteilungen einer Variabel wurden bei allen angewandten statistischen

Tests als signifikant anerkannt, wenn die Nullhypothese (kein Unterschied zwischen den Ergebnissen) auf einem Signifikanzniveau von 5% abgelehnt werden konnte. Somit kann eine Irrtumswahrscheinlichkeit von unter 5% angenommen werden ($p < 0,05$).

3.3 Neonatal-Studie

Für die neonatale Studie wurden die Daten den pädiatrischen Patientenakten entnommen. Falls die Akten der Kinderklinik keine eindeutigen Angaben enthielten, wurden ergänzend die mütterlichen stationären Akten aus der Universitätsfrauenklinik der Medizinischen Universität zu Lübeck eingesehen.

3.3.1 Peri- und neonatale Risikofaktoren

Die nachfolgend genannten Variablen wurden den Krankenakten der Kinderklinik bzw. der Datenbank der neonatalen Studie entnommen, um Risikofaktoren für eine erhöhte Auftretenswahrscheinlichkeit allgemeiner und spezieller Entwicklungsstörungen ermitteln zu können. Größtenteils handelt es sich dabei auch um Risikofaktoren für Hörstörungen:

- intrauterine Infektion,
- mütterlicher Abusus,
- SGA,
- Asphyxie,
- Geburtsgewicht < 1500g,
- neonatale Sepsis,
- Beatmung > 5 Tage,
- PPHN,
- Hyperbilirubinämie,
- IVH >3 / PVL.

Außerdem wurden zusätzlich die speziellen Risikofaktoren für Hörstörungen erhoben:

- syndromale Erkrankung
- kraniofaciale Dysmorphie
- familiäre Schwerhörigkeit

Im neonatalen Kollektiv fanden sich bei 12 Kindern auffällige Hörscreeningbefunde. Die neonatal Screeningauffälligen wurden nicht von der Untersuchung ausgeschlossen.

- bei 5 von 12 Kindern mit auffälligen Hörscreeningbefunden konnte der Verdacht einer Hörstörung entkräftet werden. Zwei der Kinder waren direkt nach dem pathologischen Screening untersucht worden. Bei zweien erfolgte erst im Alter von 12 Monaten bei altersgerechter Sprachentwicklung eine Sicherung des unauffälligen Befundes. Ein Kind wurde erst bei der Nachuntersuchung mit 4 Jahren wieder gesehen, wobei sich ein dann unauffälliger Untersuchungsbefund fand.
- Bei 2 schwerstmehrfach behinderten Kindern war bis zur Vorstellung mit 4 Jahren keine Sicherung oder Ablehnung des Verdachts einer Hörstörung erfolgt, obwohl beide Kinder wegen schwerer Krankheitsbilder regelmäßig in ärztlicher Behandlung waren.
- 2 Kinder gelten als lost to follow-up der neonatalen Studie, es fanden keine weiteren Untersuchungen statt, bzw. es sind keine Ergebnisse bekannt. Auch im Alter von vier Jahren konnten die Familien nicht erreicht werden.
- Bei 3 Kindern konnten die Hörstörungen bestätigt werden.
Ein Mädchen leidet unter einer sensorineuralen Schwerhörigkeit und wurde im Alter von 2 Monaten mit Hörgeräten versorgt.
Ein Junge mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalte hat anhaltende Schalleitungsprobleme aufgrund von Paukenergüssen und wird diesbezüglich behandelt.
Ein Mädchen leidet unter einer einseitigen Ohrmuschel- und Gehörgangsfehlbildung mit Schalleitungsblock.

4 Ergebnisse

4.1 Beschreibung des Studienkollektivs

4.1.1 Teilnehmer

In die neonatale Hörscreeningstudie wurden von 1995 bis 1997 insgesamt 230 Kinder aufgenommen, für die mindestens einer der erwähnten Risikofaktoren zutraf.

Bis zum Beginn der vorliegenden Studie verstarben zwei der Kinder. An die Eltern der 228 verbleibenden Kinder wurden Einladungen zu einer Nachuntersuchung verschickt. 36 Briefe erreichten ihren Adressaten nicht. Trotz ausführlicher Recherche konnten weder die aktuellen Adressen noch die Telefonnummern herausgefunden werden. 43 Familien wurden erreicht, kamen aber nicht zu einer Nachuntersuchung nach Lübeck, da sie zu weit entfernt wohnten (7 Studienkinder) oder kein Interesse an einer Untersuchung hatten (36 Studienkinder). 27 der nicht teilnehmenden Familien füllten Fragebögen aus.

149 Kinder, entsprechend 65% des Primärkollektivs haben an der Nachuntersuchung teilgenommen. Diese untersuchte Untergruppe unterscheidet sich in den Häufigkeiten der erhobenen perinatalen Risikofaktoren nicht signifikant von der Gesamtgruppe (vgl. Tabelle 1).

Die Nachuntersuchung wurde im Zeitraum von September 1999 bis Februar 2001 durchgeführt. 85% der Kindern wurden im Winterhalbjahr (Oktober bis März) untersucht.

Risikofaktor	Studie neonatales Hörscreening n=230(100%)	Follow-up Studie im Vorschulalter N=149(65%)	p- Wert
familiäre Schwerhörigkeit	1,3%	0,8%	n.s.
intrauterine Infektion	0,4%	0,7%	n.s.
mütterlicher Abusus	3,5%	2,7%	n.s.
SGA	23%	22,8%	n.s.
Asphyxie	17%	19,5%	n.s.
Geburtsgewicht<1500g	30,4%	35,6%	n.s.
neonatale Sepsis	9,6%	10,1%	n.s.
Beatmung > 5d	5,2%	3,4%	n.s.
PPHN	0,4%	0%	n.s.
Hyperbilirubinämie	5,1%	7,4%	n.s.
IVH >3° / PVL	2,2%	2,7%	n.s.
syndromale Erkrankung	1,7%	1,7%	n.s.
kraniofaciale Dymorphie	5,2%	5,4%	n.s.
ototoxische Medikation	67%	64,4%	n.s.

Tab 1 Risikoprofil des neonatalen Kollektivs und der teilnehmenden Kinder der Follow-up-Studie

4.1.2 Soziodemographische Daten

Das Alter der Kinder in der Follow-up-Studie betrug 47 bis 62 Monate (im Mittel 51,6 Monate). Die überwiegende Anzahl (88,5%) war zwischen 48 und 57 Monaten alt.

79 der untersuchten Kinder (entspricht 53%) sind männlichen, 70 (entspricht 47%) weiblichen Geschlechts.

135 der Kinder haben eine Mutter mit deutscher Staatsangehörigkeit, bei 14 Kindern hat die Mutter eine andere Nationalität. 9 Kinder (entspricht 6%) wachsen zweisprachig auf.

Zum Untersuchungszeitpunkt besuchten 94 Kinder bzw. 63%) halbtags den Kindergarten, 16 Kinder (10,7%) besuchten eine Ganztageseinrichtung. Dagegen wurden 23 Kinder (15,4%) ganztägig zu Hause betreut. 3 Kinder (2%) besuchten einen Sonderkindergarten, 11 (7,4%) einen regulären Kindergarten als Integrationskind. Jeweils ein Kind wurde von einer Tagesmutter bzw. in einem Kinderheim betreut. In den ersten 3 Lebensjahren waren 10 Kinder (6,7%) in Institutionen (z. B. Kinderkrippen) betreut worden.

Die überwiegende Anzahl der Kinder im untersuchten Kollektiv wuchs mit beiden Elternteilen auf. 11 Kinder wurden von allein erziehenden Müttern und 2 von allein erziehenden Vätern betreut.

In den Haushalten lebten zwischen einem und sechs Kindern (Median 2,0). Bei 43 Kindern (28,9%) handelte es sich um Einzelkinder. Ebenfalls 43 Kinder (28,9%) haben ältere Geschwister, 63 nachfolgend jüngere.

Differenziert man den Sozialstatus der Eltern nach Ausbildung und Beruf, so sind 33 Kinder (22,1%) der unteren Sozialstufe, 83 Kinder (55,7%) der mittleren Sozialstufe und 31 Kinder (20,8%) der oberen Sozialstufe zugeordnet. Bei 2 Kindern fehlen die zur Bestimmung notwendigen Angaben.

Legt man den Ansatz des Familienadversitätsindex nach Wolke als Maß für die soziale Belastung einer Familie an, so weisen 38,4% aller Kinder ein leicht oder deutlich erhöhtes Risiko auf.

Variable FAI nach Wolke	Anzahl	Anteil an Kollektiv in %
kein erhöhtes Risiko	89	59,7
leicht erhöhtes Risiko	50	33,6
deutlich erhöhtes Risiko	7	4,8
keine Angabe	3	2,0

Tab 2 *Soziale Belastung der Studienteilnehmer entsprechend dem Familienadversitätsindex nach Wolke*

4.1.3 Morbidität des Studienkollektivs

Zum Zeitpunkt der Durchführung der Studie waren die in Tabelle 3 dargestellten chronischen Erkrankungen bei den Teilnehmern festzustellen:

Variable	Anzahl (aus n=149) (%)
Asthma	10 (6,7%)
Allergien	2 (1,3%)
atopische Dermatitis	6 (4%)
Hydrocephalus	4 (2,7%)
Cerebralparese	3 (2%)
Herzfehler	3 (2%)
Stoffwechseldefekt	2 (1,3%)
Epilepsie	1 (0,7%)
schwere Entwicklungsverzögerung	3 (2%)
Rett-Syndrom	1 (0,7%)
AGS	1 (0,7%)
sensorineurale Schwerhörigkeit	1 (0,7%)

Tab 3 *Chronische Erkrankungen im Studienkollektiv*

4.2 Ergebnisse zum Hörvermögen

4.2.1 Elternangaben

Die Ergebnisse der Elternbefragung zum Hörvermögen sind in den Tabellen 4-7 dargestellt.

anamnestische Angaben	mit „ja“ beantwortet	mit „nein“ beantwortet	fehlende Angabe
Kann Ihr Kind gut hören?	131 (87,9%)	14 (9,4%)	4 (2,7%)
Luftwegsinfekt in den 4 Wochen vor der Untersuchung	73 (49%)	73 (49%)	3 (2%)
Hatten Sie jemals einen Verdacht auf eine Hörstörung bei Ihrem Kind?	34 (22,8%)	115 (77,2%)	0
Hatte das Kind bereits eine Otitis media?	76 (51%)	73 (49%)	0
- eine Otitis media mit Hörstörung?	17 (11,4%)	132 (88,4%)	0
- eine Otitis media mit Erguss?	30 (20,1%)	119 (79,9%)	0
Sind bei Ihrem Kind Paukenröhrchen eingesetzt worden?	8 (5,4%)	141 (94,6%)	0
Sind Adenoide bekannt?	26 (17,4%)	123 (82,6%)	0
Wurde eine Adenektomie durchgeführt?	18 (12,4%)	131 (87,6%)	0
Schnarcht das Kind?	24 (16,1%)	125 (83,9%)	0
Hatte das Kind eine Meningitis?	3 (2%)	146 (98%)	0
Hatte das Kind ein Schädel-Hirn-Trauma?	5 (3,4%)	144 (96,6%)	0
Trat im ersten Lebensjahr ein akut lebensbedrohliches Ereignis auf?	3 (2%)	146 (98%)	0

Tab 4 Ergebnisse der Elternbefragung zur Anamnese

Die Eltern gaben an, dass 73 Kinder (49,7%) bisher keine Otitis media hatten, 40 Kinder (26,8%) eine oder zwei Otitiden, 25 Kinder (16,8%) bereits 3-5mal an einer Otitis erkrankten und 10 Kinder (6,7%) bereits mehr als 5 Otitiden durchlitten.

Laut der Eltern hatten 76 Kinder (51%) in den letzten 12 Monaten vor dem Untersuchungszeitpunkt bis zu 4 Luftwegsinfekte, 46 Kinder (30,9%) 5-9 Luftwegsinfekte und 20 Kinder (13,4%) 10 oder mehr Luftwegsinfekte. Die Eltern von 7 Kindern konnten hierzu keine Angaben machen.

Auf die Frage nach der Häufigkeit der antibiotischen Behandlungen von der Geburt bis zum Untersuchungszeitpunkt war bei 5 Kindern (4,2%) die Antwort, sie seien noch nie antibiotisch behandelt worden. 82 Kinder (69,5%) hatten bereits bis zu fünfmal Antibiotika erhalten, 19 Kinder (16,1%) 6-10mal und 12 Kinder (10,2%) waren mehr als zehnmal antibiotisch behandelt worden.

Aufgrund des geschilderten Zusammenhangs von Hören und Sprechen wurden den Eltern überdies wenige Schlüsselfragen zur Sprachentwicklung ihrer Kinder gestellt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 dargestellt.

	mit „ja“ beantwortet	mit „nein“ beantwortet	keine Erinnerung
Sprach das Kind mit 2 Jahren 50 Wörter?	86 (57,7%)	41 (27,5%)	22 (14,8%)
Zeigt Ihr Kind eine auffällige Aussprache?	38 (25,5%)	107 (71,8%)	4 (2,7%)

„Mein Kind spricht besser als andere“	„Mein Kind spricht schlechter als andere“	„Mein Kind spricht so gut wie andere“	keine Angabe
33 (22,1%)	34 (22,8%)	71 (47,7%)	11 (7,4%)

Tab 5 *Elternangaben zur Sprachfähigkeit ihres Kindes im Alter von 2 Jahren sowie zur Artikulationsfähigkeit und Sprache im Vergleich zu Gleichaltrigen zum Untersuchungszeitpunkt*

11 der Kinder im Studienkollektiv hatten bislang eine logopädische Therapie bekommen.

4.2.2 Ergebnisse der OAE-Messungen

Bei 148 der 149 Kinder war die Untersuchung mit otoakustischen Emissionen (OAE) möglich. Eine Untersuchung kam aufgrund technischer Probleme mit dem Gerät nicht zustande.

Bei 62 Kindern (entsprechen 41,9%) ergaben sich auf beiden Ohren unauffällige Screeningbefunde mittels OAE (siehe Tabelle 6). Bei 29 Kindern (entsprechen 19,6%) ergaben sich nur auf einem Ohr unauffällige Befunde. Bei 57 Kindern (entsprechen 38,5%) fanden sich auf beiden Ohren auffällige Screeningbefunde für OAE.

Insgesamt ergibt sich daraus, dass 86 Kinder (entsprechen 58,1%) entweder einseitig oder beidseitig ein auffälliges OAE Screening aufwiesen und der Befund damit kontrollbedürftig war.

Variable	Anzahl (aus n=148)	Anteil an Kollektiv in %
OAE einseitig auffällig	29	19,6
OAE beidseits auffällig	57	38,5
OAE beidseits unauffällig	62	41,9

Tab 6 Ergebnisse der Untersuchung mittels otoakustischen Emissionen

4.2.3 Ergebnisse der AEP-Messungen

Bei 31 Kindern konnte die Untersuchung mittels aAEP wegen mangelnder Kooperation oder Unruhe nicht durchgeführt werden. Die Untersuchung mittels aAEP wurde bei 118 Kindern begonnen, bei weiteren 56 Kindern (37,6%) musste sie jedoch aufgrund von Unruhe teilweise ohne Ergebnis abgebrochen werden. aAEP-Ergebnisse liegen nur von 43% der Kinder vor, da nur zu Ende geführte Untersuchungen gewertet wurden. Teilmessungen (nur ein Ohr oder nur Messungen bei einer Lautstärke) wurden ebenfalls nicht einbezogen.

Variable	Anzahl (aus n=149)
nicht durchgeführt	31 (20,8%)
aAEP abgebrochen	54 (36,2%)
aAEP zuende geführt	64 (43,0%)

Tab 7 Abbruchraten bei den aAEP-Messungen

Die Messdauer mit dem Evoflash® betrug bei den 118 untersuchten Kindern minimal 7 und maximal 27 Minuten (im Mittel 15,1 min). Die Dauer bei Kindern mit unauffälligem Ergebnis betrug minimal 7 min bis maximal 27 min mit im Mittel 14,8 Minuten. Bei auffälligem Ergebnis betrug die Zeit zwischen 9 und 25 Minuten (im Mittel 16,5 min). Die abgebrochenen Messungen dauerten zwischen 10 und 25 Minuten (im Mittel 14,9 min).

Tabelle 8 zeigt das Ergebnis der zu verwertenden Untersuchungen. Bei 30dB und 40 dB wird jeweils in einseitig und beidseitig auffällig differenziert.

	aAEP durchgeführt (n=64)
aAEP bei 30 dB unauffällig	40 (62,5%)
aAEP bei 30 dB einseitig auffällig	5 (7,8%)
aAEP bei 30 dB beidseits auffällig	19 (29,7%)
aAEP bei 40 dB unauffällig	45 (70,3%)
aAEP bei 40 dB einseitig auffällig	7 (10,9%)
aAEP bei 40 dB beidseits auffällig	12 (18,8%)

Tab 8 Ergebnisse bei 30 dB und 40 dB, jeweils differenziert in einseitig und beidseitig auffällig

4.2.4 Ergebnisse der HNO-Nachuntersuchung

96 von 149 Kindern (64,4%) zeigten in einer oder mehreren Höruntersuchungen einseitig oder beidseitig kontrollbedürftige Befunde. Dazu zählen auch alle Kinder, bei denen die Evoflash-Untersuchung während der Durchführung abgebrochen wurde, bei denen aber bis zum Zeitpunkt des Abbruchs mindestens ein auffälliger Befund aufgetreten wurde.

Von den Kindern mit auffälligem Screening-Ergebnis wurden 82,6% nachuntersucht, d. h. von 86 Kindern liegen uns die HNO-Ergebnisse vor. Die Nachuntersuchung erfolgte bei 59 Kindern (68,6%) beim HNO-Arzt, bei 13 Kindern (15,1%) beim Kinderarzt und bei 14 Kindern (16,3%) in der Pädaudiologie der Uniklinik Lübeck.

Bei 10 Kindern gelang es nicht, eine Untersuchung zu veranlassen bzw. konnten wir keine Ergebnisse erhalten. Diese 17,4% gelten als „lost for follow-up“.

Etwa bei der Hälfte der HNO- Untersuchungen fanden sich auffällige Ergebnisse.

Variable	Anzahl	Anteil am Gesamtkollektiv in %
HNO Untersuchung unauffällig	44 (51,2%)	29,5
HNO Untersuchung auffällig	42 (48,8%)	28,2

Tab 9 Ergebnisse der HNO-Nachuntersuchung: Häufigkeit von Auffälligkeiten

Bei 40 Kindern fanden sich Paukenergüsse. Darüber hinaus wurde in einem Fall eine Sinusitis diagnostiziert, die antibiotisch behandelt wurde, sowie in einem weiteren Fall eine Gehörgangsverlegung durch Cerumen, das entfernt wurde, woraufhin das Audiogramm unauffällig war. Zu erwähnen ist, dass in keinem Fall eine bis dahin unbekannte Schallempfindungsschwerhörigkeit diagnostiziert wurde.

HNO Behandlung bei Paukenergüssen im Kollektiv	Anzahl (von n=42)	Anteil am Gesamtkollektiv (n=149) in %
Adenektomie	6 (14,3%)	4,0
Mukolytika	20 (47,6%)	13,4
Paukenröhrchen	11 (26,2%)	7,4
keine Behandlung	3 (7,1%)	2,0

Tab 10 Ergebnisse der HNO-Nachuntersuchung: Eingeleitete Behandlungen

4.2.5 Übereinstimmung der verschiedenen Testverfahren

In der HNO-ärztlichen Kontrolluntersuchung von 20 der 24 mittels aAEP auffällig getesteten Kinder zeigte sich eine Bestätigung des auffälligen Screeningergebnisses bei 12 nachuntersuchten Patienten.

Die Untersuchung mittels OAE ergab bei 86 Kindern (58,1%) einen auffälligen Befund, 78 (90,7%) davon wurden nachuntersucht. Bei 40 der nachuntersuchten Kinder fand sich ein pathologischer HNO-Befund. Das entspricht 27% aller mit OAE getesteten Kinder.

Screening-methode	auffällig	... davon nach-untersucht?	... davon HNO-auffällig	... davon HNO-unauffällig	lost to follow-up
OAE	86	78	40 [51,3%]	38 [48,7]	8
aAEP	24	20	12 [60,0%]	8 [40,0]	4

Tab 11 Vergleich der Screeningergebnisse mit den Ergebnissen der HNO-Untersuchungen (%-Angaben beziehen sich auf die jeweils nachuntersuchten Kinder)

Die Auswertung der gesammelten Daten zeigt einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen dem aAEP-Screening und dem Befund bei der HNO-Nachuntersuchung ($p < 0,05$). Kein signifikanter Zusammenhang besteht zwischen den Ergebnissen des OAE-Screenings und der HNO-Nachuntersuchung.

4.3 Einfluss von Risikofaktoren auf das Hörvermögen

Bezogen auf das Ergebnis der HNO-Untersuchung bei kontrollbedürftigem Hörscreening mit vier Jahren ergibt sich ein statistisch hochsignifikanter Zusammenhang zwischen pathologischem Befund und der Angabe mindestens einer Otitis media mit Hörstörung in der Vergangenheit ($p < 0,01$).

Ein signifikanter Zusammenhang ist zwischen einem Luftwegsinfekt in den letzten vier Wochen vor dem Untersuchungstermin und einem auffälligem OAE-Ergebnis ($p < 0,05$) zu erkennen, jedoch nicht bezogen auf das HNO Untersuchungsergebnis oder das Ergebnis der aAEP.

Die 6 Kinder, denen bereits Paukenröhrchen eingesetzt worden waren, zeigten weiterhin auffällige HNO-Befunde. Eine Aussage hinsichtlich statistischer Signifikanz ist aufgrund einer geringen Fallzahl nicht möglich.

Hinsichtlich der erhobenen Risikofaktoren Häufung von Luftwegsinfekten oder Otitiden, früheren Paukenergüssen, bekannten Adenoiden und bekanntem Schnarchen, ergab sich kein signifikanter Zusammenhang mit den Screeningergebnissen oder dem HNO-Befund.

Ein signifikanter Zusammenhang findet sich jeweils zwischen der nach Elterneinschätzung auffälligen Artikulation und einem pathologischen Befund bei der HNO-Nachuntersuchung ($p < 0,05$), zwischen laut Eltern schlechtem Hörvermögen und einem pathologischen Befund bei der HNO-Nachuntersuchung ($p < 0,05$) sowie zwischen dem Sprachvermögen im Vergleich zu gleichaltrigen Kindern und einem pathologischen Befund bei der HNO-Nachuntersuchung ($p < 0,05$).

Da in unserem Kollektiv keine später aufgetretenen oder sich entwickelnden sensorineuralen Hörstörungen diagnostizierbar waren, kann auch keine Analyse dieses Kollektivs bezüglich der erhobenen Risikofaktoren für eben diese Art von Hörstörungen wie z. B. nach abgelaufener Meningitis oder Schädel-Hirn-Trauma erfolgen.

4.4 Einfluss soziodemographischer Faktoren auf das Hörvermögen

Ein niedriger sozialer Status beziehungsweise ein höhere soziale Belastung der Familie (FAI) zeigt einen signifikanten Zusammenhang mit einem pathologischen Befund bei der HNO-Nachuntersuchung (siehe Tabelle 12).

Keinen Zusammenhang konnten wir zwischen Geschlecht des Kindes und Ergebnis des Screenings oder der HNO-Untersuchung ermitteln. Weder Kinder, die in den ersten 3 Lebensjahren in Institutionen oder bei Tagesmüttern betreut wurden, noch die Kinder, die aktuell eine Institution besuchen oder die Kinder mit Geschwistern, zeigten ein erhöhtes Auftreten von auffälligen HNO-Befunden.

	untere Sozialstufe	mittlere Sozialstufe	obere Sozialstufe	Summe
HNO-Ergebnis auffällig	12	24	6	42
HNO-Ergebnis unauffällig	4	29	11	44
Summe	16	53	17	86

p < 0,05

Tab 12 Zusammenhang zwischen Sozialstatus und HNO-Ergebnis (Crosstab mit Fisher's Exact Test)

	erhöhter FAI	kein erhöhter FAI	Summe
HNO-Ergebnis auffällig	24	17	41
HNO-Ergebnis unauffällig	10	34	44
Summe	34	51	85

p < 0,01

Tab 13 Zusammenhang zwischen sozialem Risiko und HNO-Ergebnis (Crosstab mit Fisher's Exact Test)

5 Diskussion

5.1 Eignung der automatisierten Verfahren für ein Hörscreening bei vierjährigen Kindern

Die klassische Methode, um das Hörvermögen eines vierjährigen Kindes zu untersuchen, stellt die Verhaltens-Audiometrie dar. Dieses Verfahren ist jedoch zum einen zeit- und personalintensiv und zum anderen nicht objektiv, da das Messergebnis von der Kooperation des Patienten abhängig ist. Selbst bei altersgerecht entwickelten Vierjährigen ist die Durchführung der Verhaltens-Audiometrie daher nicht immer möglich. Bei Kindern, die in ihrer geistigen und/oder körperlichen Entwicklung deutlich beeinträchtigt sind, ist die Verhaltens-Audiometrie in den seltensten Fällen überhaupt durchführbar, weil diese zu der notwendigen Mitarbeit nicht in der Lage sind. In solchen Situationen muss eine apparative Diagnostik, z.B. mit BERA, angewendet werden, die allerdings mit erheblichem Aufwand und Belastung für das Kind verbunden ist.

Ziel der Studie war es, vor diesem Hintergrund zwei automatisierte, objektive Testverfahren zur Messung der Hörfähigkeit daraufhin zu untersuchen, ob sie zur Screeninguntersuchung bei vierjährigen Kindern geeignet sind. Aufgrund der Vorerfahrung aus dem Neugeborenenhörscreening war die Erwartung, dass sich mit Hilfe von automatisierten Verfahren wie OAE und aAEP schnell (d. h. innerhalb weniger Minuten) ein zuverlässiges Ergebnis erzielen lässt. Zu betonen ist dabei, dass die Messung keine Diagnose, sondern Hinweise auf die Notwendigkeit weiterer fachärztlicher Untersuchung hinsichtlich Hörvermögens liefern sollte.

Die Erwartungen an Schnelligkeit und Zuverlässigkeit beider Methoden wurden durch die im Rahmen der Studie durchgeführten Untersuchungen nicht erfüllt. Überraschend war dabei die hohe Anzahl der auffällig getesteten Kinder. 96 der untersuchten Kinder (64,4% der insgesamt untersuchten Kinder) mussten aufgrund von auffälligen Befunden in einer oder beiden Methoden HNO-ärztlich nachuntersucht werden. Aus dieser Gruppe erwiesen sich dagegen nur 40 Kinder als behandlungsbedürftig (49% der HNO-ärztlich untersuchten Kinder).

Für die Diskrepanz zwischen Screening und individueller Hals-Nasen-Ohren-ärztlicher Kontrolluntersuchung gibt es zwei mögliche Erklärungsansätze:

- Es handelt sich um Messfehler beim Screening.
- Es handelt sich zum Untersuchungszeitpunkt um kurzfristige transiente Schalleitungsstörungen, die sich jedoch bis zur HNO-Nachuntersuchung bereits normalisiert hatten.

Im Folgenden sollen die angewandten Methoden und Ergebnisse erläutert und vor dem Hintergrund dieser beiden Erklärungsansätze diskutiert werden.

5.1.1 Echo-screen®

Die Messung automatisierter OAE mittels Echo-screen® erwies sich als grundsätzlich anwendbar. Die Untersuchung wurde bei allen Studienkindern durchgeführt und mit Ergebnis beendet.

Die Messzeiten mit dem Echo-screen® lagen im für vierjährige Kinder zu tolerierenden Zeitrahmen. Es zeigte sich, daß bestandene Messungen („pass“) in der Regel nach wenigen Minuten beendet waren, während sich bei nicht bestandenen Messungen („fail“) die Dauer erheblich verlängerte.

Dies ist durch das zugrunde liegende physikalische Verfahren zu erklären: Schalleitungsstörungen sind die wichtigste Einschränkung für die Brauchbarkeit der Methode. Eine Schalleitungsstörung, die eine Dämpfung von 20 dB hervorruft, reduziert die Signalamplitude um den Faktor 10. Im Fall der Emissionen muss bedacht werden, dass dies sowohl für das Eingangs- als auch das Ausgangssignal gilt. Die Messzeit, die theoretisch notwendig ist, um damit ein vorhandenes Echo nachzuweisen, wird dadurch mindestens um den Faktor 100 erhöht. Damit macht eine Messung häufig unmöglich und diese wird als „fail“ beendet.

Die Häufigkeit von Schalleitungsproblemen im Vorschulalter ist einer der Gründe für die hohe Rate pathologischer OAE-Screening Ergebnisse. Ein weiterer Grund für die Anfälligkeit der Untersuchung von jüngeren Kindern ist, dass die Messung durch Störungen wie Reizartefakte, Bewegungsartefakte und Störgeräusche von

außen beeinträchtigt wird. Bei sehr ungünstigen Verhältnissen, wie großer Unruhe des Kindes, wird der Test selbstständig abgebrochen.

Selbst zu einer wegen der Häufigkeit der Infekte ungünstigen Untersuchungszeit erscheint eine Anzahl von über 50% pathologischer OAE Ableitungen nicht wahrscheinlich.

In diesen Untersuchungen ergaben sich bei 58,1% der Kinder kontrollbedürftige Befunde. In der HNO-Nachuntersuchung der kontrollbedürftigen Gruppe fand sich jedoch bei nur 51,3% dieser im Screening auffällig getesteten Kinder (und damit 26,8% aller ursprünglich untersuchten Kinder) ein pathologischer Befund.

Es gibt mehrere Erklärungsansätze für die Tatsache, dass jedes zweite mit dem Echo-screen® kontrollbedürftig getestete Kind unauffällige HNO-Ergebnisse zeigt:

- Es handelt sich um tatsächlich falsch positive Ergebnisse, möglicherweise weil der Echo-screen® bei der Untersuchung eines wachen, bewegungsaktiven vierjährigen Kindes aufgrund von Störungsartefakten die Messungen zu häufig mit „fail“ beendet hat. Dabei ist zu bedenken, dass die Geräte ursprünglich für schlafende Neugeborene konzipiert wurden.
- Es lagen transiente Schallleitungsstörungen vor, die sich zwischen dem Zeitpunkt der Screening-Untersuchung und der HNO-Nachuntersuchung normalisiert haben. Wahrscheinlich ist, dass es sich bei einem Großteil der Mittelohrproblematiken, die das Screening haben auffällig werden lassen, um kurzzeitige selbstlimitierende Tubenfunktionsstörungen und Ergüsse gehandelt hat. Bestätigt wird dies durch Langzeituntersuchungen von Kindern in diesem Alter, die zeigen, dass sich Paukenergüsse bei 80% der Kinder innerhalb von zwei Monaten spontan zurückbilden [85]. Für die Untersuchungsmethode spricht auch, dass neuere Untersuchungen zeigen konnten, dass OAE-Messungen einerseits und Tympanometrie- und Audiometriebefund andererseits sehr gut korrelierten [49, 63, 89].
- Die vorliegenden Daten zeigen einen signifikanten Zusammenhang zwischen einem Luftwegsinfekt in den letzten vier Wochen vor dem Untersuchungszeitpunkt und einem kontrollbedürftiges Echo-screen®-Ergebnis, was bei den Evoflash®-Messungen nicht der Fall ist. Diese Tatsache zeigt, dass der Echo-screen® sensibel auf Veränderungen im

Rahmen von akuten Luftwegsinfekten reagiert. Auch in anderen Studien konnte gezeigt werden, dass OAE sensibler auf milde Schallleitungsschwerhörigkeiten reagieren als AABR [50].

Zusammenfassend liegen die Ursachen für die hohe Rate zu kontrollierender OAE-Messungen sicherlich in einer Kombination dieser vorgestellten Tatsachen.

5.1.2 Evoflash®

Die Messung automatisierter AEP mittels Evoflash® erwies sich nur als eingeschränkt anwendbar, da die bei Konzeption der Studie angenommene Untersuchungsdauer deutlich überschritten wurde. Die durchschnittliche Messdauer mit 15 Minuten sowie Spitzenwerte von bis zu 27 Minuten übersteigen die Geduld der meisten vierjährigen Kinder, zumal der Messung bereits diejenige mit dem Echoscreen vorausging. 37,6% der 118 Untersuchungen mit dem Evoflash®, die überhaupt möglich waren, mussten aus diesen Gründen abgebrochen werden. Somit ist abzuleiten, dass das Gerät nach unseren Erfahrungen nur bedingt für wache Kinder dieses Alters geeignet ist. Bei ruhigen, geduldigen Kinder ist jedoch ein rascher Untersuchungsablauf möglich und die Methode damit anwendbar. Aus dem Neugeborenenhörscreening wissen wir, dass die Sensitivität der Methode über 98% liegt, so dass ein unauffälliges Ergebnis sicher nicht in Frage zu stellen ist [59].

Für zukünftige Untersuchungen empfiehlt sich die Messung bei nur einer Lautstärke, was die Messdauer deutlich verkürzt, ohne dabei die Aussagekraft für ein Screening einzuschränken. In unserer Studie hätten so retrospektiv mehr Untersuchungen zu Ende geführt werden können.

5.1.3 HNO-Nachuntersuchung

Um die Ergebnisse der HNO-Nachuntersuchungen zuverlässig vergleichen zu können, hätten alle kontrollbedürftigen Kinder an einer standardisierten Untersuchung teilnehmen müssen. Im ursprünglichen Studienkonzept war geplant, dass alle Kinder in der Pädaudiologie der HNO-Universitätsklinik Lübeck untersucht werden sollten, um die Vergleichbarkeit von Diagnostik und Therapie zu gewährleisten. Mit der in den Untersuchungen angefallenen hohen Zahl an

kontrollbedürftigen Befunden, auch wenn sie teilweise durch akute banale Infekte hervorgerufen wurden, war jedoch nicht gerechnet worden. Diese Fallzahl überstieg die Kapazität der Pädaudiologie, die auf die Behandlung schwer hörgeschädigter Kinder ausgerichtet ist. Allerdings wurde darauf geachtet, dass Kinder mit gleichzeitig bestehenden Sprachstörungen dort einen Termin zur Hör- und Sprachdiagnostik erhielten.

Einen wichtigen Faktor für die Vergleichbarkeit der Befunde bildet neben der standardisierten Nachuntersuchung die zeitliche Nähe zum Screening. Bei unseren Studienkindern lag bis zum Follow-up ein Zeitraum zwischen einer und zehn Wochen, so dass sich nicht nachvollziehen lässt, ob eventuelle Infekte abgeklungen bzw. neu aufgetreten sind. Es ist daher nicht möglich, eine Beurteilung des jeweiligen HNO-Befundes für den Screening-Zeitpunkt abzugeben und damit eine Aussage über die Spezifität der Methoden zu machen.

5.1.4 Analyse von Risikofaktoren für Hörstörungen

Für einige der aus der Literatur [24, 69, 73] bekannten und abgefragten Risikofaktoren für Schalleitungsstörungen zeigte sich in dieser Untersuchung kein statistisch relevanter Zusammenhang mit dem HNO-Untersuchungsergebnis. Dies gilt für häufige Luftwegsinfekte, akute Otitiden und Otitiden mit Paukenergüssen in der Vorgeschichte.

Kürzlich durchlaufene Luftwegsinfekte hatten eine Bedeutung für das Vorliegen von auffälligen OAE-Screeningergebnissen.

Bei 24 Kindern waren bereits adenoide Vegetationen festgestellt worden, davon waren 75% bereits operiert. Weder bei der Gesamtgruppe der Kinder mit Adenoiden noch bei der Differenzierung nach operierten/ nicht operierten Adenoiden ließ sich ein signifikanter Zusammenhang zum HNO-Ergebnis herstellen.

Ebenso wenig waren Schalleitungsstörungen signifikant häufiger bei Kindern festzustellen, die einen Kindergarten besuchten, bereits im Alter von unter drei Jahren in Gruppen betreut worden waren oder ältere Geschwister hatten.

Bei den Kindern, die bereits Paukenröhrchen erhalten hatten und Auffälligkeiten im Screening zeigten, fand sich bei den sechs nachuntersuchten Kindern weiterhin ein pathologischer HNO-Befund, obwohl diese Kinder nachweislich eine spezifische Behandlung erhalten hatten. Das Therapieziel eines normalen Hörvermögens wurde hier bis zum Untersuchungszeitpunkt nicht erreicht.

Von den zwölf Kindern, die bereits eine Otitis media mit Hörstörung durchlitten hatten, zeigten zehn auch jetzt einen auffälligen HNO-Befund.

Um das soziale Risiko abzuschätzen, haben wir den FAI-Index nach Wolke verwendet. Hier zeigt sich ein hochsignifikanter Zusammenhang zwischen einer erhöhten sozialen Belastung und einem pathologischen HNO-Befund ($p=0,01$). Ebenso zeigten Kinder, die in Familien mit niedrigem Sozialstatus aufwachsen, vermehrt Schalleitungsstörungen.

Aus den Studien der großen Arbeitsgruppen ist bekannt, dass niedriger Sozialstatus und soziale Belastung Risikofaktoren für die Entwicklung von Paukenergüssen sind. Diese Kinder sollten besondere Aufmerksamkeit bekommen, da bekannt ist, dass bei genau diesen Kindern die Auswirkung der Paukenergüsse gravierender sind und sie für Sprachstörungen besonders anfällig sind [67].

Als besserer Prädiktor als die Screeninguntersuchung erwies sich die Angabe der Eltern, dass ihr Kind schlecht hört. Von den zehn nachuntersuchten Kindern, deren Eltern angaben, dass ihre Kinder schlecht hörten, fand sich bei acht ein pathologischer HNO-Befund.

Interessanterweise findet sich auch ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Elterneinschätzung von Artikulationsfähigkeit und Sprachvermögen im Vergleich zu Gleichaltrigen sowie einem pathologischen HNO-Befund.

5.2 Befundbeurteilung

Angesichts der vorliegenden Ergebnisse soll nun versucht werden, die eingangs gestellten Fragen zu beantworten:

- Ist ein Hörscreening für vierjährige Kinder sinnvoll?
- Wenn ja, welche Risikogruppen sollten besonders beachtet werden?
- Welche Methoden sollte ggf. für ein solches Screening eingesetzt werden?

Die Bedeutung chronischer Paukenergüsse als häufigster Form der Schallleitungsstörung im Kindesalter für die sprachliche, kognitive und soziale Entwicklung wird weiterhin sehr unterschiedlich bewertet.

So werden Untersuchungen zum Hörvermögen im Vorschulalter generell durch die in diesem Alter häufigen Mittelohrprobleme und passageren Höreinschränkungen erheblich in ihrer Durchführbarkeit und der Validität der Aussage eingeschränkt. Viele Kinder haben durch die Infekthäufung in den Wintermonaten eine schlechte Jahreshörbilanz, die sich auf die Hörentwicklung auswirken kann.

Entscheidend ist jedoch nicht die Häufigkeit des Auftretens von Paukenergüssen, sondern deren mögliche Konsequenz für die kindliche Entwicklung. Die am häufigsten genannten Befürchtungen sind, dass vor allem längerfristig bestehende Paukenergüsse/ Schallleitungsstörungen Auswirkungen auf Spracherwerb und soziale Entwicklung haben könnten [85, 93]. Tatsache ist, dass ein Paukenerguss die Hörschwelle auf bis zu 40 dB erhöht und damit die Fähigkeit, Gesprächen in normaler Lautstärke zu folgen, deutlich einschränkt. Neuere Fallkontroll-Studien aus den USA machen deutlich, dass die tatsächliche Konsequenz von Paukenergüssen auf die kindliche Entwicklung von verschiedenen Faktoren, z. B. dem sozialen Umfeld oder der bisherigen Sprachentwicklung des Kindes, abhängig ist [41, 67, 68, 69, 83].

Es ist bekannt, dass mehr als drei Monate bestehende oder häufig rezidivierende Paukenergüsse, die in unserem Untersuchungssetting mit erfasst wurden, von Bedeutung für die Gesamtentwicklungsprognose sein können. In den aktuellen Richtlinien wird in solchen Fällen derzeit eine abwartende Haltung empfohlen, da die Bedeutung dieser Paukenergüsse für die Sprach- und Sozialentwicklung als

eher gering eingestuft wird. Anders verhält es sich, wenn es sich um Kinder mit Komorbiditäten, Risikofaktoren für Entwicklungsstörungen, Sprachauffälligkeiten oder mit Verdacht auf eine relevante Hörstörung handelt [85]. Aus diesem Grund ist es wichtig, die Dauer von Paukenergüsse und ihr Auftreten gemeinsam mit Risikofaktoren festzustellen.

Wir wissen aus der Literatur, dass Paukenergüsse häufig und bei bis zu 30% aller Kinder im untersuchten Alter zu finden sind [83]. Dennoch hat uns die hohe Zahl an Auffälligkeiten innerhalb unseres Kollektivs überrascht. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass 85% der Kindern im Winterhalbjahr (Oktober bis März) untersucht wurden – der Zeit, in der Infekte und damit Paukenergüsse bei Kindern besonders häufig auftreten [55, 62, 104]. Aufgrund der Studienorganisation war es nicht möglich, den Idealfall zu realisieren, in dem alle Kinder im infektfreien Intervall untersucht worden wären.

Im Vergleich zu anderen Studien [8, 20, 23, 30], die ebenfalls Kinder ähnlichen Alters mit OAE untersuchten und weniger hohe Auffälligkeitsraten erbracht haben (hier bestehen 20-30% der Vorschulkinder das erste Screening nicht), zeigt sich, dass die praktische Umsetzung der Untersuchungen von großer Bedeutung ist:

- In einigen Studien wurden alle Kinder fachärztlich otoskopiert und es wurde ggf. Cerumen entfernt; die Tests wurden von ausgebildeten Fachkräften durchgeführt [23]. Bei unserer Untersuchung handelte es sich bewusst um ein Screening. Der Anspruch war, die Untersuchung untersucherunabhängig durchzuführen. Alle Tests wurden von einer Person durchgeführt, die zwar eingearbeitet, aber nicht spezifisch vorgebildet war. Es gab keine Möglichkeit vor dem Hörscreening Cerumen zu entfernen und die Trommelfelle waren im Vorfeld mit einem Handotoskop nur bedingt beurteilbar.
- Ein mehrstufiges Screening mit erneuten Testversuchen im Abstand von zwei bis vier Wochen, wie es zum Beispiel in der Studie von Eiserman [23] der Fall ist, war in unserem Setting nicht möglich.
- Ebenfalls war es nicht möglich, die beiden Hörtestungen und die Befragung der Eltern auf zwei Termine zu verteilen. Möglicherweise hätten so mehr Evoflash[®]-Untersuchungen zu Ende geführt werden können.

Zur Durchführbarkeit der Untersuchungen in dieser Studie ist weiterhin zu bedenken, dass es sich um ein Kollektiv mit einem überdurchschnittlich großen Anteil von Kindern mit Entwicklungsverzögerungen bei Zustand nach Frühgeburtlichkeit handelt, die schwieriger zu untersuchen sind und erfahrungsgemäß auch infektanfälliger sind. Driscoll et al. untersuchten Kinder in Spezialschulen mit OAE. Bei nur 80% ließ sich die Untersuchung überhaupt durchführen, 40% der untersuchten Kinder hatten pathologische OAE [21].

Die Ergebnisse der Untersuchung an einem Risikokollektiv zeigen, dass es notwendig ist, das Hörvermögen systematisch zu untersuchen. Die Relevanz zeigt sich darin, dass bei 42 von 149 Kindern im Kollektiv eine Therapie beim HNO-Arzt eingeleitet wurde. Die gesetzlichen Vorsorgeuntersuchungen waren überwiegend durchgeführt worden, hatten der Überprüfung des Hörvermögens aber offensichtlich nicht hinreichend Raum gegeben.

Der Zeitpunkt der Untersuchung im fünften Lebensjahr des Kindes erscheint aufgrund der fortgeschrittenen Sprachentwicklung einerseits und des zeitlichen Abstandes zur Einschulung andererseits optimal. Evident ist, dass Hörtests während eines Infektes nicht die eigentliche Hörrealität eines Kindes widerspiegeln. Dies lässt sich jedoch sowohl in unserem Untersuchungssetting als auch in der kinderärztlichen Praxis nicht immer einhalten. Bei den Kindern mit dauerhaft rezidivierenden Infekten erscheint die Hörtestung hingegen auch während des Infektes sinnvoll, da bei diesen die überwiegende Hörrealität wiedergespiegelt wird.

Wichtiger als die Momentaufnahme ist sicherlich die Betrachtung der Jahreshörbilanz. Es scheint sinnvoll, hier den von der AAP definierten Risikofaktor „Schallleitungsstörungen länger als 3 Monate oder rezidivierend“ zu übernehmen [85]. Um bei letztlich begrenzten finanziellen und personellen Ressourcen im Gesundheitswesen genau solchen Kindern eine angemessene Diagnostik und Therapie zukommen zu lassen, erscheint uns die Durchführung einer Form von Hörscreening im Rahmen der gesetzlichen Vorsorgeuntersuchungen sinnvoll.

Die in den Untersuchungen bestätigte Häufigkeit von Schallleitungsstörungen zeigt, dass es sinnvoll wäre, die Hörfähigkeit aller Vorschulkinder zu prüfen, sofern die Ergebnisse nicht dadurch beeinflusst sind, dass in dieser Studie ein Risikokollektiv nachuntersucht wurde. Dabei sind zwei Aspekte von Bedeutung: Auf der einen Seite stehen die sich entwickelnde und progressiven Hörstörungen, auf der anderen die Häufigkeit der Schallleitungsstörungen. Letztere mögen für den Großteil der Kinder keine wesentliche Konsequenz haben. Es wird aber deutlich, dass nur durch Screeninguntersuchungen diejenigen Kinder erfasst werden, die auf die Früherkennung angewiesen sind, um rechtzeitig Aufmerksamkeit und Therapie zu bekommen.

Begründet durch die geringe Größe dieses Kollektivs konnten zwar keine sich entwickelnden Schallempfindungsschwerhörigkeiten aufgedeckt werden, aber aus der Literatur ist bekannt, dass einem neonatalen Hörscreening nur 70 bis 80% aller Störungen zugänglich sind [29, 103], da später manifest werdende und sich entwickelnde Hörstörungen nicht erfasst werden. Gerade vor diesem Hintergrund scheint es sinnvoll, die Untersuchung des Hörvermögens in der kinderärztlichen Praxis noch stärker in den Vordergrund zu stellen.

Die Notwendigkeit einer Höruntersuchung in diesem Alter ist trotz der Vulnerabilität der Methode deutlich geworden. Aufgrund der vorliegenden Daten erscheint es sinnvoll, die Höruntersuchung in diesem Alter beizubehalten, dabei aber methodisch zu verbessern. Die in dieser Studie mit Echo-screen® und Evoflash® erzielten Ergebnisse werden den Anforderungen an die Treffsicherheit einer Screening-Methode nicht gerecht. Insgesamt muss festgestellt werden, dass sich weder die automatisierten OAE (aufgrund einer sehr hohen Rate nachzuuntersuchender Befunde) noch die aAEP (aufgrund schlechter Durchführbarkeit) als alleinige Screeningmethoden für die Erkennung von Hörstörungen bei vierjährigen Kindern eignet. Hinsichtlich der aAEP wäre allerdings die Durchführbarkeit günstiger, wenn nur mit einer Lautstärke getestet worden wäre und nicht zeitaufwendige Untersuchungsteile vor- und nachgeschaltet gewesen wären.

Sinnvoll erscheint vielmehr ein Stufenprogramm, um dadurch diejenigen Kinder zu ermitteln, die tatsächlich weiterführender fachärztlicher Hördiagnostik und gegebenenfalls der Therapie bedürfen. OAE und aAEP sind als alleinige Methoden nicht zuletzt aufgrund der langen Messzeiten nicht geeignet. Der Evoflash® erscheint uns von der Treffsicherheit besser. Allerdings ist die Fallzahl für eine endgültige Beurteilung zu gering.

Kombiniert werden sollten diese Verfahren in jedem Fall mit einer Tympanometrie und einer Abfrage der Elterneinschätzung, da die Studie zeigt, dass die Elterneinschätzung hinsichtlich Hörvermögen in der Regel realitätsnah ist.

Sollte bei der Tympanometrie ein Paukenerguss festgestellt werden, muss die Frage geklärt werden, ob es sich um ein akutes, ein längerfristiges oder rezidivierendes Problem handelt.

Wir gehen davon aus, dass die Kombination dieser Methoden mit hoher Wahrscheinlichkeit dazu führen würde, Messfehler zu kompensieren. Dies hätte im Rahmen dieser Studie die Zahl der nachzuuntersuchenden Kinder nicht verringert, da zur Evaluation der Methoden jedem pathologischen Befund nachgegangen werden musste. In einem nicht zwangsläufig standardisierten Untersuchungssetting ist aber die Möglichkeit gegeben, eventuell auffällige OAE auf einen Tympanometriebefund zu beziehen und so Mittelohrbelüftungsprobleme zu diagnostizieren und dann ggf. nachzuuntersuchen oder abzuwarten, wenn keine Risikofaktoren bestehen.

Kinder mit auffälligem Mittelohrbefund und Risikofaktoren oder einer bereits bestehenden Sprachentwicklungsverzögerung könnten dann gezielt zu einer genaueren Hörprüfung überwiesen werden. Aus der Literatur wissen wir um die hohe Sensitivität von OAE und aAEP [65], so dass bei einem unauffälligen Screeningergebnis von normaler Hörfähigkeit ausgegangen werden kann.

Besondere Aufmerksamkeit ist hierbei sozial belasteten Familien zu widmen, deren Kinder gefährdeter für Entwicklungsstörungen sind.

Eine Ausstattung von Kinderarztpraxen mit OAE- oder aAEP-Geräten würde einen erheblichen finanziellen Aufwand bedeuten, der sich nur rechtfertigen ließe, wenn Hörstörungen damit in signifikantem Umfang früher oder besser erkannt würden. Um dies zu klären, sind weitere Untersuchungen wünschenswert, in deren Rahmen die Risikofaktoren der Kinder mit erhoben werden. Diese sollten die Tympanometrie mit einer der objektiven Screeningmethoden – unserer Meinung nach eher der aAEP – und einem Sprachentwicklungstest kombiniert werden. Die HNO-Nachuntersuchung sollte unmittelbar nach dem Untersuchungszeitpunkt erfolgen, um eine schnelle Diagnose und Intervention zu gewährleisten. Eine solche Projektstudie würde die Grundidee der vorliegenden Arbeit aufgreifen, allerdings das Setting entsprechend der heute vorhandenen Erkenntnisse optimieren.

Aus den Untersuchungsbefunden folgernd erscheint es uns sehr wichtig, die Hördiagnostik im Kindesalter insgesamt weiter zu verbessern. Hören ist für jedes Kind die Voraussetzung für eine physiologische, altersgerechte Sprachentwicklung. Ohne diese kann das Kind nicht in Kommunikation mit der Welt treten und sich die Welt nicht erschließen.

6 Zusammenfassung

Unzureichend behandelte Hörstörungen beeinträchtigen die Sprachentwicklung und damit auch die soziale Entwicklung betroffener Kinder. Das neonatale Hörscreening von Risikokindern ist inzwischen in Deutschland Routine geworden, ab 2009 soll es in ganz Deutschland bei allen Neugeborenen durchgeführt werden. Es gibt jedoch bislang wenige Studien/ Daten zur weiteren Entwicklung der Kinder, die als Neugeborene ein erhöhtes Risiko für eine Hörstörung hatten. In der vorliegenden Studie wird diskutiert, ob eine Höruntersuchung bei vierjährigen Kindern generell notwendig ist und mit welchen Verfahren ein solcher Hörtest durchgeführt werden sollte.

Hierfür wurde ein Kollektiv von Neu- und Frühgeborenen der Klinik für Kinder- und Jugendmedizin des Universitätsklinikums Schleswig- Holstein, Campus Lübeck, im fünften Lebensjahr nachuntersucht. Das Primärkollektiv wurde 1995 bis 1997 im Rahmen einer Multizentrischen Studie gebildet, deren Ziel die Evaluation des neonatalen Risikohörscreening war [60].

Alle 230 Kinder der neonatalen Studie wurden im fünften Lebensjahr zu einem Nachuntersuchungstermin eingeladen; an der Nachuntersuchung teilgenommen haben 149 Kinder. Die untersuchte Untergruppe unterscheidet sich in den Häufigkeiten der erhobenen perinatalen Risikofaktoren nicht signifikant von der Gesamtgruppe.

Es wurden Daten zum sozialen Umfeld, Risikofaktoren für sich entwickelnde Hörstörungen (Schallleitungs- und Schallempfindungsstörungen), chronischen Erkrankungen, zur bisherigen Entwicklung und zur Gesamtmorbidität erhoben. Die Nachuntersuchung in der Lübecker Kinderklinik umfasste eine Höruntersuchung mit automatisiert akustisch evozierten Potentialen (Evoflash[®]) und otoakustischen Emissionen (Echo-screen[®]). Für Kinder mit auffälligen Ergebnissen wurde eine HNO-Nachuntersuchung veranlasst.

Von den 149 Kindern im Kollektiv zeigten 64% mindestens in einer der beiden automatisierten Methoden kontrollbedürftige Befunde. Bei 42 Kindern, also 49% der Nachuntersuchten (das entspricht 28,2% des Gesamtkollektivs), wurde von den nachuntersuchenden Ärzten eine Therapie wegen Schalleitungsstörungen eingeleitet. Sich entwickelnde Schallempfindungsschwerhörigkeiten wurden im Kollektiv nicht diagnostiziert.

Für die meisten aus der Literatur bekannten Risikofaktoren für Schalleitungsstörungen ergibt sich kein statistisch relevanter Zusammenhang mit einem pathologischen HNO-Ergebnis. Ein signifikant höheres Auftreten von Schalleitungsstörungen haben Kinder aus Familien mit erhöhter sozialer Belastung ($p=0,01$).

Die Einschätzung der Eltern bezüglich des Hörens ihrer Kinder zeigt eine gute Übereinstimmung mit den Ergebnissen der HNO-Nachuntersuchung.

Die Auswertung der gesammelten Daten zeigt keinen signifikanten Zusammenhang zwischen den Ergebnissen des OAE-Screenings und der HNO-Nachuntersuchung. Um einen signifikanten Zusammenhang zwischen einem auffälligen aAEP-Screening und einem pathologischen Befund bei der HNO-Nachuntersuchung zu zeigen, war die Zahl der untersuchten Kinder mit dieser Methode zu gering.

OAE und aAEP sind nach unseren Erfahrungen als alleinige Methoden zur Untersuchung des Hörvermögens Vierjähriger, nicht zuletzt aufgrund der langen Messzeiten, nicht geeignet.

Die Häufigkeit des Auftretens von Schalleitungsstörungen gibt uns Anlass, eine intensivere Prüfung des Hörvermögens bei vierjährigen Kindern zu empfehlen. Wir empfehlen ein Stufenprogramm, um die Zahl der nachzuuntersuchenden Kinder möglichst gering zu halten und trotzdem alle relevanten Schalleitungs- und sich entwickelnden Schallempfindungsstörungen zu diagnostizieren. Dabei könnte die Tympanometrie mit einer der objektiven Screeningmethoden – z.B. aAEP – und der Elternbefragung zu Risikofaktoren, der bisherigen Sprachentwicklung und der Einschätzung des Hörvermögens kombiniert werden.

7 Anhang

Anhang 1 Elternfragebogen Hörscreening Follow-up

Liebe Eltern, bitte beantworten Sie die folgenden Fragen, indem Sie Zutreffendes ankreuzen und/ oder Zahlen ergänzen. In einigen Fällen sind auch Ihre schriftlichen Ausführungen gefragt, falls der Punkt für Sie zutrifft.

Alle Daten werden selbstverständlich vertraulich behandelt und unterliegen der Schweigepflicht.

Name:.....Vorname:.....

Geb.-Datum:.....

- 1) Derzeitige Adresse:
Aktuelle Telefonnummer:
- 2) Name der Mutter:, Alter:Jahre
- 3) Staatsangehörigkeit:
- 4) Familienstand: ledig verheiratet geschieden verwitwet
- 5) Sind Sie alleinerziehend? Ja Nein
- 6) Name des Vaters:, Alter:Jahre
- 7) Staatsangehörigkeit:
- 8) Familienstand: ledig verheiratet geschieden verwitwet
- 9) Sind Sie alleinerziehend? Ja Nein
- 10) Wie viele Personen leben in Ihrem Haushalt? Personen
- 11) Wie viele Kinder leben in Ihrem Haushalt? Kinder
- 12) Wie viele Kinder sind älter als? Kinder
- 13) Wo wurde und wird Ihr Kind überwiegend betreut?

Bitte geben Sie für das jeweilige, auf der nächsten Seite angegebene Lebensalter Die entsprechende Betreuungsform mit Hilfe der Ziffern an!

- zu Hause (1)
- bei einer Tagesmutter (2)
- in einer Kinderkrippe halbtags (3)
- in einer Kinderkrippe ganztags (4)
- im Kindergarten halbtags (5)
- im Kindergarten ganztags (6)
- Sonstiges (z.B. integrative Einrichtung / Sprachheilkindergarten etc.):
..... (7)

Betreuung: im 1.Lebensjahr:.....
im 2.Lebensjahr:.....
im 3.Lebensjahr:.....
im 4.Lebensjahr:.....
im 5.Lebensjahr:.....

- 14) Ist/war Ihr Kind in
- | | | |
|---|--------------------------|--|
| Logopädischer | <input type="checkbox"/> | vom bis Lebensmonat |
| Krankengymnastischer | <input type="checkbox"/> | vom bis Lebensmonat |
| Ergotherapeutischer | <input type="checkbox"/> | vom bis Lebensmonat |
| heilpädagogischer Behandlung/ Frühförderung | <input type="checkbox"/> | vom bis Lebensmonat |
| sonstiger (..... | <input type="checkbox"/> | Behandlung
vom bis Lebensmonat? |

- 15) Wird zu Hause deutsch gesprochen?
 Ja Nein
- 16) Wird zu Hause deutsch und eine andere Sprache gemischt gesprochen?
 Ja Nein

Fragen zur Entwicklung Ihres Kindes

- 1) Wann etwa konnte Ihr Kind sicher sitzen? Monate
- 2) Wann etwa hat Ihr Kind angefangen zu krabbeln? Monate
- 3) Wann etwa konnte Ihr Kind stehen? Monate
- 4) Wann etwa konnte Ihr Kind frei laufen? Monate
- 5) Wann etwa hat es sein erstes Wort gesprochen? Monate
- 6) Wann etwa den ersten Zweiwortsatz? Monate
- 7) Wann etwa konnte Ihr Kind alleine Treppen steigen? Monate
- 8) Hat Ihr Kind mit ca.6 Monaten Silbenketten gebildet (geplappert)?
 Ja Nein
- 9) Hat Ihr Kind versucht, sich im Alter von 8 - 16 Monaten mit Gesten auszudrücken?
 Ja Nein
- 10) Hat Ihr Kind mit 24 Monaten 50 verschiedene Worte gesprochen?
 Ja Nein
- 11) Kann Ihr Kind selbstständig Dreirad fahren?
 Ja Nein
 Wenn ja, seit welchem Alter? Monate
- 12) Kann Ihr Kind auf einem Bein stehen?
 Ja Nein
- 13) Kann Ihr Kind Knöpfe zumachen?
 Ja Nein
- 14) Kann Ihr Kind sich ohne Hilfe komplett ausziehen?
 Ja Nein
 Seit welchem Alter? Monate
- 15) Kann es sich ohne Hilfe anziehen?
 Ja Nein
 Seit welchem Alter? Monate
- 16) Hatten Sie jemals den Verdacht, daß bei Ihrem Kind eine Hörstörung vorliegen könnte?
 Ja Nein
- 17) Erkennt Ihr Kind leise bekannte Geräusche, wie z.B. eine Mücke?
 Ja Nein
- 18) Findet es leicht sprachlichen Kontakt zu Spielgefährten?
 Ja Nein
- 19) Versteht Ihr Kind Aufforderungen, auch ohne, daß es Sie sieht?
 Ja Nein
- 20) Spricht Ihr Kind besser oder schlechter als Gleichaltrige in seiner Umgebung?
 besser gleich schlechter
- 21) Kann Ihr Kind gut Hören?
 Ja Nein
- 22) Kann Ihr Kind gut Sehen?
 Ja Nein

Bemerkungen:.....

Anhang 2 Anamnesebogen Hörscreening Follow-up

Untersuchungsdatum:.....

Personalien des Kindes:

Name:.....**Vorname:**.....

Geb.-Datum:.....

1) Von wem wird/wurde Ihr Kind überwiegend betreut?

Mutter	(1)	<u>Betreuung</u>	im 1.Lebensjahr:.....
Vater	(2)		im 2.Lebensjahr:.....
Tagesmutter	(3)		im 3.Lebensjahr:.....
Großeltern(-teil)	(4)		im 4.Lebensjahr:.....
Sonstige:.....	(5)		im 5.Lebensjahr:.....

2) Wird/wurde Ihr Kind gemeinsam mit anderen Kindern betreut?

Betreuung mit anderen Kindern	im 1.Lebensjahr	<input type="checkbox"/>
	im 2.Lebensjahr	<input type="checkbox"/>
	im 3.Lebensjahr	<input type="checkbox"/>
	im 4.Lebensjahr	<input type="checkbox"/>
	im 5.Lebensjahr	<input type="checkbox"/>

3) Schulabschluss der Mutter:.....

Berufsausbildung der Mutter:.....

Ausgeübte Tätigkeit der Mutter:.....

4) Schulabschluss des Vaters:.....

Berufsausbildung des Vaters:.....

Ausgeübte Tätigkeit des Vaters:.....

5) Erhalten Sie staatliche oder andere finanzielle Unterstützung (Bsp: Sozialhilfe, Rente)?

Ja Nein

6) Wie viele Meter Bücher besitzen Sie ungefähr?.....m

7) Gibt es in Ihrer Familie Schwerhörigkeit (1)
Legasthenie (2)
Sprachentwicklungsverzögerungen (3)

8) Wer unterstützt Sie, wenn Ihr Kind krank ist?

.....

9) Sprache Vater / Mutter?

10) Wie groß ist Ihre Wohnung?qm

11) Hat ihr Kind ein eigenes Zimmer?

Ja Nein

II Erkrankungen des Kindes

1) Sind bei Ihrem Kind chronische Krankheiten bekannt?

Ja Nein

Wenn ja welche?

2) War Ihr Kind in den letzten vier Wochen krank?

Ja Nein

Wenn ja, was hatte es?

- 3) Hat Ihr Kind schon einmal eine Mittelohrentzündung gehabt?
 Ja Nein
 Wie oft?Mal
 Traten dabei Hörstörungen auf? Ja Nein
 Wurden dabei Flüssigkeitsansammlungen im Ohr festgestellt? Ja Nein
- 4) Hat Ihr Kind jemals eine Hirnhautentzündung gehabt?
 Ja Nein
- 5) Hat Ihr Kind schon einmal ein Schädel-Hirn-Trauma erlitten?
 Ja Nein
- 6) Wie häufig pro Jahr hat Ihr Kind Luftwegsinfekte?Mal
- 7) War Ihr Kind schon einmal stationär im Krankenhaus?
 Ja Nein
 Wie oft?Mal
 Weshalb?
 Wie lange insgesamt?Tage
- 8) Gab es im ersten Lebensjahr Ihres Kindes ein lebensbedrohliches Ereignis?
 Ja Nein
 Welches?
- 9) Nimmt Ihr Kind dauerhaft Medikamente ein?
 Ja Nein
 Welche?
- 10) Inhaliert Ihr Kind regelmäßig?
 Ja Nein
 Womit?
- 11) Bekommt Ihr Kind regelmäßig Nasentropfen?
 Ja Nein
- 12) Wie oft hat Ihr Kind schon Antibiotika bekommen?Mal
- 13) Waren Sie regelmäßig mit Ihrem Kind bei den Vorsorgeuntersuchungen?
 Ja Nein
 Wurden dabei Auffälligkeiten festgestellt?
 Ja Nein
 Wenn ja, welche?
- 14) Wie oft sind Sie außerhalb der Vorsorgeuntersuchungen mit Ihrem Kind beim Kinderarzt gewesen?Mal
- 15) Hat Ihr Kind alle empfohlenen Schutzimpfungen?
 Ja Nein
 Welche nicht?
- 16) Hat Ihr Kind Kontakt zu anderen Ärzten / außer dem Kinderarzt?
 Ja Nein
- 17) Wenn ja, zu welchen?
- 18) Wissen Sie weshalb das Hörvermögen Ihres Kindes als Neugeborenes untersucht wurde?
 Ergebnis:
 Therapie:
- 19) Hat Ihr Kind Geschwister mit längerdauernden Krankheiten?
 Ja Nein
 Welche?

III Hören & Sprechen

1) Kann Ihr Kind Seifenblasen pusten?

Ja Nein

2) Kann es eine Kerze ausblasen?

Ja Nein

3) Hält es den Mund geschlossen?

Ja Nein

4) Neigt Ihr Kind zur Hypersalivation?

Ja Nein

6) Schnarcht Ihr Kind?

Ja Nein

6) Auffälligkeiten in der Artikulation?

Ja Nein

Welche?

7) Auffälligkeiten des Redeflusses?

Ja Nein

Welche?

8) Bildet Ihr Kind alle Laute korrekt?

Ja Nein

Notieren Sie welche Laute falsch gebildet werden und ob diese immer falsch gebildet werden:

.....

8 Literaturverzeichnis

- 1. American Academy of Pediatrics:**
Year 2007 Position Statement. Principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs.
Pediatrics 120, 898-921 (2007)
- 2. American Academy of Pediatrics:**
Year 2000 Position Statement. Principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs.
Pediatrics 106, 798- 817 (2000)
- 3. American Academy of Pediatrics:**
Newborn and Infant Hearing Loss: Detection and intervention. Task Force on newborn and infant hearing.
Pediatrics 103, 527-30 (1999)
- 4. American Academy of Pediatrics:**
Joint Committee on Infant Hearing. Year 1994 Position Statement: Principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs.
Pediatrics 95, 152-6 (1995)
- 5. American Academy of Pediatrics:**
Joint Committee on Infant Hearing. Position Statement 1982.
Pediatrics 70, 496-7 (1982)
- 6. Barker EB, Lesperance MM, Kileny PR:**
Outcome of newborn hearing screening by ABR compared with four different DPOAE pass criteria.
Am J Audiol 9, 142-8 (2000)
- 7. Bennett KE, Haggard MP, Silva PA, Stewart IA:**
Behaviour and developmental effects of otitis media with effusion into the teens.
Arch Dis Child 85, 91-5 (2001)
- 8. Berg AL:**
Screening methods for childhood impairment in rural Bangladesh.
Int J Pediatr Otorhinolaryngol 70, 107-14 (2006)
- 9. Bess FH:**
The minimally hearing-impaired child.
Ear Hear 6, 43-7 (1985)
- 10. Bess FH, Tharpe AM:**
Unilateral hearing impairment in children.
Pediatrics 74, 206-16 (1984)
- 11. Brookhouser PE:**
Sensorineural hearing loss in children.
Pediatr Clin North Am 43, 1195-216 (1996) review
- 12. Bubbico L, Di Castelbianco FB, Tangucci M, Salvinelli F:**
Early hearing detection and intervention in children with prelingual deafness, effects on language development.
Minerva Pediatr 59, 307-13 (2007)
- 13. Canale A, Favero E, Lacilla M, Recchia E, Schindler A, Roggero N, Albera R:**
Age at diagnosis of deaf babies: a retrospective analysis highlighting the advantage of newborn hearing screening.
Int J Pediatr Otorhinolaryngol 70, 1283-9 (2006)

- 14. Casby MW:**
Otitis media and language development. A meta-analysis.
Am J Speech Lang Pathol 10, 65-80 (2001)
- 15. Culbertson JL, Gilbert LE:**
Children with unilateral sensorineural hearing loss: cognitive, academic, and social development.
Ear Hear 7, 38-42 (1986)
- 16. Cunningham M, Cox EO:**
Committee on practice and ambulatory medicine and the section on otolaryngology and bronchoesophagology: Hearing assessment in infants and children. Recommendations beyond neonatal screening.
Pediatrics 111, 436-440 (2003)
- 17. Das VK:**
Aetiology of bilateral sensorineural hearing impairment in children: a 10 year study.
Arch Dis Child 74, 8-12 (1996)
- 18. Davis A, Parving A:**
Toward appropriate epidemiology data on childhood hearing disability: Comparative European study of birth cohorts 1982-88.
J Audiol Med 3, 35-47 (1993)
- 19. Deck R, Röckelein E:**
Zur Erhebung soziodemographischer und sozialmedizinischer Indikatoren in den rehabilitationswissenschaftlichen Forschungsverbänden.
DRV Schriften 16, 84-102 (1999)
- 20. Driscoll C, Kei J, McPherson B:**
Outcomes of transient evoked otoacoustic emission testing in 6 year old school children.
Int J Pediatr otorhinolaryngol 57, 67-76 (2001)
- 21. Driscoll C, Kei J, Bates D, McPherson B:**
Transient evoked otoacoustic emissions in children studying in special schools.
Int J Pediatr Otorhinolaryngol 64, 51-60 (2002)
- 22. Eckel HE, Richling F, Streppel M, Roth B, Walger M, Zorowka P:**
Ätiologie mittel- und hochgradiger Schwerhörigkeiten im Kindesalter.
HNO 46, 252-63 (1998)
- 23. Eiserman WD, Hartel DM, Shisler L, Buhrmann J, White KR, Foust T:**
Using otoacoustic emissions to screen for hearing loss in early childhood care settings.
Int J Pediatr Otorhinolaryngol 72, 475-82 (2008)
- 24. Engel J, Anteunis L, Volovics A, Hendriks J, Marres E:**
Risk factors of otitis media with effusion during infancy.
Int J Pediatr Otorhinolaryngol 48, 239-49 (1999)
- 25. Epstein S, Reilly JS:**
Sensorineural hearing loss.
Pediatr Clin North Am 36, 1501-20 (1989) review
- 26. Feldman HM, Dollaghan CA, Campbell TF, Colborn DK, Kurs-Lasky M, Janosky JE, Paradise JL:**
Parent-reported language and communication skills at one and two years of age in relation to otitis media in the first two years of life.
Pediatrics 104, e52 (1999)
- 27. Finckh-Krämer U, Spormann-Lagodzinski M, Gross M:**
German registry for hearing loss in children: results after 4 years.
Int J Pediatr Otorhinolaryngol 56, 113-27 (2000)

- 28. Fletcher RH, Fletcher SW, Wagner EW:**
Clinical Epidemiology: The Essentials.
2. Aufl., Md: Williams and Wilkins, Baltimore, 1980
- 29. Fortnum HM, Summerfield AQ, Marshall DH, Davis AC, Bamford JM:**
Prevalence of permanent childhood hearing impairment in the United Kingdom and implications for universal neonatal hearing screening: questionnaire based ascertainment study.
BMJ 323, 1-6 (2001)
- 30. Georgalas C, Xenellis J, Davilis D, Tzangaroulakis A, Ferekidis E:**
Screening for hearing loss and middle-ear effusion in school-age children, using transient evoked otoacoustic emissions: a feasibility study.
J Laryngol Otol 21, 1-6 (2008)
- 31. Giebel A:**
Technische Grundlagen des Hörscreenings.
In: Dudenhausen JW, Gortner L (Hgg.): Hören und Entwicklung. Risikoerkennung beim Neugeborenen. Ein Leitfaden der Stiftung für das behinderte Kind zur Förderung von Vorsorge und Früherkennung. 26-30, Med. Verl.-Ges. Umwelt und Medizin, Frankfurt/Main, 1998
- 32. Giebel A:**
Zur Frühdiagnostik von Hörstörungen in der kinderärztlichen Praxis.
Sozialpäd u KiPra 18, 248-50 (1996)
- 33. Gravel JS:**
Auditory consequences of early mild hearing loss associated with otitis media.
Acta Otolaryngol 116, 219-221 (1996)
- 34. Gravel JS, Wallace IF**
Effects of otitis media with effusion on hearing in the first 3 years of life.
J Speech Lang Hear Res 43, 631-44. (2000)
- 35. Gross M, Finckh-Krämer U, Spormann-Lagodzinski ME:**
Angeborene Erkrankungen des Hörvermögens bei Kindern.
HNO 48, 879-886 (2000)
- 36. Gross M, Finckh-Krämer U, Spormann-Lagodzinski ME:**
Deutsches Zentralregister für kindliche Hörstörungen. Bilanz nach den ersten zwei Jahren.
Dtsch Ärztebl 96, A-45 – A-50 (1999)
- 37. Heid S, Hartmann R, Klinke R:**
A model for prelingual deafness, the congenitally deaf white cat-population statistics and degenerative changes.
Hear Res 115, 101-12 (1998)
- 38. Hildmann A:**
Versorgung bei neonatalen Hörstörungen.
In: Dudenhausen JW, Gortner L (Hgg.): Hören und Entwicklung. Risikoerkennung beim Neugeborenen. Ein Leitfaden der Stiftung für das behinderte Kind zur Förderung von Vorsorge und Früherkennung. 50-64, Med. Verl.-Ges. Umwelt und Medizin, Frankfurt/Main, 1998
- 39. Hill A, Melson GL, Clark HB, Volpe JJ:**
Hemorrhagic periventricular leukomalacia: diagnosis by real time ultrasound and correlation with autopsy findings.
Pediatrics 69, 282-4 (1982)

- 40. Janssen T:**
Otoakustische Emissionen – Schallaussendungen des Ohres. Entstehung, Registrierermethode, Eigenschaften und klinische Bedeutung.
Z Med Phys 2, 146-57 (1991)
- 41. Johnson DL, Swank PR, Owen MJ, Baldwin CD, Howie VM, McCormick DP:**
Effects of early middle ear effusion on child intelligence at three, five, and seven years of age.
J Pediatr Psychol 25, 5-13 (2000)
- 42. Kennedy CR, McCann DC, Campbell MJ, Law CM, Mullee M, Petrou S, Watkin P, Worsfold S, Yuen, HM:**
Language ability after early detection of permanent childhood hearing impairment.
N Engl J Med 354, 2131-41 (2006)
- 43. Keren R, Helfand M, Homer C, McPhillips H, Lieu TA:**
Projected cost-effectiveness of statewide universal newborn hearing screening.
Pediatrics 110, 855-64 (2002)
- 44. Kiese-Himmel C, Kruse E:**
Hörstörung im Kindesalter. Wer hat als Erster den Verdacht? Deskriptive Analysen.
HNO 53, 810-6 (2005)
- 45. Kiese-Himmel C, Schroff J, Kruse E:**
Identifikation and diagnostic evaluation of hearing impairments in early childhood in german speaking infants.
Eur Arch Otorhinolaryngol 254, 133-9 (1997)
- 46. Klinke R:**
Hören lernen: Die Notwendigkeit frühkindlicher Hörerfahrungen.
Sozialpädiatrie 21, 330-9 (1999)
- 47. Klinke R:**
Hören lernen: Es geht nicht ohne frühkindliche Erfahrung.
In: Dudenhausen JW, Gortner L (Hgg.): Hören und Entwicklung. Risikoerkennung beim Neugeborenen. Ein Leitfaden der Stiftung für das behinderte Kind zur Förderung von Vorsorge und Früherkennung. 31-43, Med. Verl.-Ges. Umwelt und Medizin, Frankfurt/Main, 1998
- 48. Kinderrichtlinien:**
Richtlinien des Bundesausschusses von Ärzten und Krankenkassen zur Früherkennung von Krankheiten bei Kindern bis zur Vollendung des 6. Lebensjahres, Gemeinsamer Bundesausschuss,
[<http://www.g-ba.de/informationen/richtlinien/15/>; letzter Zugriff: 31.08.2008]
- 49. Koike KJ, Wetmore SJ:**
Interactive effects of the middle ear pathology and the associated hearing loss on transient-evoked otoacoustic emission measures.
Otolaryngol Head Neck Surg 121, 238-44 (1999)
- 50. Kurman B, Spivak LG:**
Instrumentation for newborn hearing screening.
In: Spivac LG (Hg.): Newborn hearing screening. 87-119, Thieme, New York, 1998
- 51. Laszig R:**
Cochlear Implant bei Kindern.
Monatsschr Kinderheilkd 149, 900-6 (2001)

- 52. Linder R, Katalinic A, Thyen U, Schönweiler R:**
A multidisciplinary approach to the newborn hearing screening in Schleswig-Holstein. 24. Kongress der Union europäischer Phoniater zusammen mit der 22. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie, 16. bis 18. September 2005 in Berlin.
In: Gross M, Kruse E: Aktuelle phoniatisch-pädaudiologische Aspekte 2005/2006, Bd. 13, 111-4, Niebüll, Videel, 2005
- 53. Löwe A:**
Hörprüfung in der kinderärztlichen Praxis. Edition Schindele, Rheinstetten, 1989
- 54. Lous J:**
Grommets for hearing loss associated with otitis media with effusion in children.
Cochrane Database Syst Rev 25, CD001801 (2005)
- 55. Mandel EM, Doyle WJ, Winther B, Alper CM:**
The incidence, prevalence and burden of OM in unselected children aged 1-8 years followed by weekly otoscopy through the "common cold" season.
Int J Pediatr Otorhinolaryngol 72, 491-9 (2008)
- 56. Mason JA, Herrmann KR:**
Universal infant hearing screening by automated auditory brainstem response measurement.
Pediatrics 101, 221-8 (1998)
- 57. McCormick B:**
Screening and surveillance for hearing impairment in pre-school children.
In: Kerr AG (Hg.), Scott-Brown's Otolaryngology. Bd. 6, Adams DA, Cinnamond MJ: Paediatric Otolaryngology, 6. Aufl., 6/6/1-6/6/5, Butterworth Heinemann, Oxford, 1997
- 58. Mehl AL, Thomson V:**
The Colorado newborn hearing screening project, 1992-1999: on the threshold of effective population-based universal newborn hearing screening.
Pediatrics 109, E7 (2002)
- 59. Mehl AL, Thomson V:**
Newborn hearing screening: the great omission.
Pediatrics 101, E4 (1998)
- 60. Meyer C, Witte J, Hildmann A, Hennecke KH, Schunck KU, Maul K, Franke U, Fahnenstich H, Rabe H, Rossi R, Hartmann S, Gortner L:**
Neonatal screening for hearing disorders in infants at risk: incidence, risk factors, and follow-up.
Pediatrics 104, 900-4 (1999)
- 61. Moeller MP:**
Early intervention and language development in children who are deaf.
Pediatrics 106, E43 (2000)
- 62. Moody SA, Alper CM, Doyle WJ:**
Daily tympanometry in children during the cold season: association of otitis media with upper respiratory tract infections.
Int J Pediatr Otorhinolaryngol 45, 143-50 (1998)
- 63. Nozza RJ, Sabo DL, Mandel EM:**
A role for otoacoustic emissions in screening for hearing impairment and middle ear disorders in school-age children.
Ear Hear 18, 227-39 (1997)
- 64. Omondi D, Ogol C, Otieno S, Macharia I:**
Parental awareness of hearing impairment in their school-going children and healthcare seeking behavior in Kisumu district, Kenya.
Int J Pediatr Otorhinolaryngol 71, 415-23 (2007)

65. Orlando MS, Prieve BA:

Models for universal newborn hearing screening programs.

In: Spivac LG (Hg.): Newborn hearing screening. 50-66, Thieme, New York, 1998

66. Papile LA, Burstein J, Burstein R, Kofler H:

Incidence and evolution of subependymal and intraventricular hemorrhage: a study of infants with birth weights less than 1,500 gm.

J Opediatr 92, 529-34 (1978)

67. Paradise JL, Dollaghan CA, Campbell TF, Feldman HM, Bernard BS, Colborn DK, Rockette HE, Janosky JE, Pitcairn DL, Kurs-Lasky M, Sabo DL, Smith CG:

Otitis media and tympanostomy tube insertion during the first three years of life: developmental outcomes at the age of four years.

Pediatrics 112, 265-77 (2003)

68. Paradise JL, Dollaghan CA, Campbell TF, Feldman HM, Bernard BS, Colborn DK, Rockette HE, Janosky JE, Pitcairn DL, Sabo DL, Kurs-Lasky M, Smith CG:

Language, speech sound production, and cognition in three-year-old children in relation to otitis media in their first three years of life.

Pediatrics 105, 1119-30 (2000)

69. Paradise JL, Rockette HE, Colborn DK, Bernard BS, Smith CG, Kurs-Lasky M, Janosky JE:

Otitis media in 2253 Pittsburgh-area infants: prevalence and risk factors during the first two years of life.

Pediatrics 99, 318-33 (1997).

70. Parving A:

Congenital hearing disability – epidemiology and identification: a comparison between two health authority districts.

Int J Pediatr Otorhinolaryngol 27, 29-46 (1993)

71. Parving A:

Epidemiology of hearing loss and aetiological diagnosis of hearing impairment in childhood.

Int J Pediatr Otorhinolaryngol 5, 151-165 (1983)

72. Parving A, Christensen B:

Epidemiology of permanent hearing impairment in children in relation to costs of a hearing health surveillance program.

Int J Pediatr Otorhinolaryngol 34, 9-23 (1996)

73. Paterson JE, Carter S, Wallace J, Ahmad Z, Garrett N, Silva PA:

Pacific islands families study: risk factors associated with otitis media with effusion among Pacific 2-year-old-children.

Int J Pediatr Otorhinolaryngol 71, 1047-54 (2007)

74. Peters SA, Grievink EH, van Bon WH, van den Bercken JH, Schilder AG:

The contribution of risk factors to the effect of early otitis media with effusion on later language, reading, and spelling.

Dev Med Child Neurol 39, 31-9 (1997)

75. Ptok M, Ptok A:

Formen kindlicher Schwerhörigkeit.

Monatsschr Kinderheilkd 149, 870-6 (2001)

76. Rach GH, Zielhuis GA, van den Broek P:

The influence of chronic persistent otitis media with effusion on language development of 2- to 4-year-olds.

Int J Pediatr Otorhinolaryngol 15, 253-61 (1988)

- 77. Ramkalawan TW, Davis AC:**
The effects of hearing loss and age of intervention on some language metrics in young hearing-impaired children.
Br J Audiol 26, 97-107 (1992)
- 78. Rapin I:**
Hearing Impairment.
In: Swayman K (Hg.): Pediatric Neurology, 77-89, Mosby, St. Louis, 1999
- 79. Reardon W, Pembrey M:**
The genetics of deafness.
Arch Dis Child 65, 1196-7 (1990)
- 80. Richter B, Löhle E:**
Audiologische Diagnostik bei Kindern.
Monatsschr Kinderheilkd 149, 877-82 (2001)
- 81. Riegel K, Ohrt B, Wolke D, Österlund K:**
Die Entwicklung gefährdeter geborener Kinder bis zum fünften Lebensjahr. Die Arvo Ylppö-Neugeborenen-Nachfolgestudie in Südbayern und Südfinnland.
Enke, Stuttgart, 1995.
- 82. Roberts JE, Burchinal MR, Zeisel SA:**
Otitis media in early childhood in relation to children's school age language.
Pediatrics 110, 696-706 (2002)
- 83. Roberts JE, Burchinal MR, Jackson SC, Hooper SR, Roush J, Mundy M, Neebe EC, Zeisel SA:**
Otitis media in childhood in relation to preschool language and school readiness skills among black children.
Pediatrics 106, 725-35 (2000)
- 84. Roberts JE, Rosenfeld RM, Zeisel SA:**
Otitis media and speech and language: A meta-analysis of prospective studies.
Pediatrics 113, e238-48 (2004)
- 85. Rosenfeld RM, Culpepper L, Doyle KJ, Grundfast KM, Hoberman A, Kenna MA, Lieberthal AS, Mahoney M, Wahl RA, Woods CR Jr, Yawn B; American Academy of Pediatrics Subcommittee on Otitis Media with Effusion; American Academy of Family Physicians; American Academy of Otolaryngology – Head and Neck Surgery:**
Clinical practice guideline: Otitis media with effusion.
Otolaryngol Head Neck Surg 130, S95-118 (2004).
Auch in: Pediatrics 113, 1412-1429 (2004)
- 86. Rovers MM, de Kok IM, Schilder AG:**
Risk factors for otitis media: An international perspective.
Int J Pediatr Otorhinolaryngol 70, 1251-6 (2006)
- 87. Sachs L:**
Angewandte Statistik: Anwendung statistischer Methoden.
8. Aufl., Springer-Verlag, Berlin, 1997
- 88. Sackett DL, Haynes RB, Tugwell P:**
Clinical Epidemiology: A basic science for clinical medicine. 2. Aufl, MD: Little, Brown and Company, Boston 1991
- 89. Saleem Y, Ramachandran S, Ramamurthy L, Kay NJ:**
Role of otoacoustic emission in children with middle-ear effusion and grommets.
J Laryngol Otol 121, 943-6 (2007)
- 90. Schönweiler R:**
Conductive hearing and speech-language-delay: correlation, causality and consequences.
Laryngorhinotologie 83, 757-8 (2004)

- 91. Schönweiler R, Ptok M, Radü HJ:**
A cross-sectional study of speech- and language-abilities of children with normal hearing, mild fluctuating conductive hearing loss, or moderate to profound sensorineural hearing loss.
Int J Pediatr Otorhinolaryngol 44, 251-8 (1998)
- 92. Schönweiler R, Tioutou E, Tolloczko R, Pankau R, Ptok M:**
Hörscreening mit automatisch bewerteten TEOAE und einem neuen Verfahren automatisch bewerteter FAEP. Optimierung und Feldversuch.
HNO 50, 649-56 (2002)
- 93. Shriberg LD, Friel-Patti S, Flipsen P Jr, Brown RL:**
Otitis media, fluctuant hearing loss, and speech-language outcomes: a preliminary structural equation model.
J Speech Lang Hear Res 43, 100-20 (2000)
- 94. Spormann-Lagodzinski ME:**
Ätiologie und Prävalenz permanenter kindlicher Hörstörungen in Deutschland, Vortrag Deutsche Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie. 20. Wissenschaftliche Jahrestagung der DGPP. Rostock, 12.-14.09.2003.
Düsseldorf, Köln: German Medical Science, Doc V37 (2003).
[Die elektronische Version dieses Artikels ist vollständig und ist verfügbar unter: <http://www.egms.de/en/meetings/dgpp2003/03dgpp085.shtml>; letzter Zugriff: 01.09.08]
- 95. SPSS I:**
SPSS for Windows 10.0. Chicago, Illinois, USA
- 96. Teele DW, Klein JO, Chase C, Menyuk P, Rosner BA:**
Otitis media in infancy and intellectual ability, school achievement, speech, and language at age 7 years. Greater Boston Otitis Media Study Group.
J Infect Dis 162, 685-94 (1990)
- 97. Van Naarden K, Decoufle P, Caldwell K:**
Prevalence and characteristics of children with serious hearing impairment.
Pediatrics 103, 570-577 (1999)
- 98. Walch C, Anderhuber W, Köhle W, Berghold A:**
Bilateral sensorineural hearing disorders in children: etiology of deafness and evaluation of hearing tests.
Int J Pediatr Otorhinolaryngol 9, 31-8 (2000)
- 99. Watkin PM:**
Outcomes of neonatal screening for hearing loss by otoacoustic emission.
Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed 75, F158-68 (1996)
- 100. Watkin PM, Baldwin M, Laoide S:**
Parental suspicion and identification of hearing impairment.
Arch Dis Child 65, 846-50 (1990)
- 101. Watson DR, McClelland RJ, Adams DA:**
Auditory brainstem response screening for hearing loss in high risk neonates.
Int J Pediatr Otorhinolaryngol 36, 147-83 (1996)
- 102. Weichbold V, Nekahm-Heis D, Welzl-Mueller K:**
Ten-year-outcome of newborn hearing screening in Austria.
Int J Pediatr Otorhinolaryngol 70, 235-40 (2006)
- 103. Weichbold V, Nekahm-Heis D, Welzl-Mueller K:**
Universal newborn hearing screening and postnatal hearing loss.
Pediatrics 117, e631-6 (2006)
- 104. Winther B, Doyle WJ, Alper CM:**
A high prevalence of new onset otitis media during parent diagnosed common colds.
Int J Pediatr Otorhinolaryngol 70, 1725-30 (2006)

105. Yoshinaga-Itano C, Coulter D, Thomson V:

Developmental outcomes of children with hearing loss born in Colorado hospitals with and without universal newborn hearing screening programs.
Semin Neonatol 6, 521-9 (2001)

106. Yoshinaga-Itano C, Coulter D, Thomson V:

The Colorado Newborn Hearing Screening Project: effects on speech and language development for children with hearing loss.
J Perinatol 20, S132-7 (2000)

107. Yoshinaga-Itano C, Sedey AL, Coulter DK, Mehl AL:

Language of early- and later-identified children with hearing loss.
Pediatrics 102, 1161-71 (1998)

108. Zeisel SA, Roberts JE, Neebe EC, Riggins R Jr, Henderson FW:

A longitudinal study of otitis media with effusion among 2- to 5-year-old African-American children in child care.
Pediatrics 103, 15-9 (1999)

109. Zielhuis GA, Rach GH, van den Broek P:

Screening for otitis media with effusion in preschool children.
Lancet 11, 311-4 (1989)

110. Zorowka PG:

Hörgeräteversorgung bei Kindern.
Monatsschr Kinderheilkd 149, 883-9 (2001)

9 Danksagung

Zuallererst gilt mein Dank den Kindern und ihren Familien, die an unserer Untersuchung teilgenommen haben und ohne deren Bereitschaft diese Studie nicht möglich gewesen wäre.

Prof. Dr. Ute Thyen danke ich für die freundliche Überlassung des Themas, die stets konstruktive und geduldige Unterstützung sowie die Vielzahl wertvoller Hinweise und Anregungen.

Ganz besonders möchte Dr. Christiane Meyer für die gute Zusammenarbeit bei der Konzeption der Studie danken. Ohne ihre Begeisterung für wissenschaftliches Arbeiten und ihr Engagement, ihre Betreuung und freundschaftliche Zuwendung, die weit über den Rahmen der Studie hinausging, wäre diese Arbeit nicht entstanden und vor allen Dingen auch nicht abgeschlossen worden.

Ich danke den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Poliklinik und neuropädiatrischen Ambulanz der Kinderklinik des Uniklinikums Lübeck für ihre Unterstützung und dafür, dass ich ihre Räumlichkeiten und technische Ausstattung nutzen durfte.

Der Abteilung für Phoniatrie und Pädaudiologie der HNO-Klinik des Uniklinikums Lübeck danke ich für die fachliche Unterstützung und Nachuntersuchung der auffällig gescreenten Kinder.

Abschließend danke ich den Menschen in meinem persönlichen Umfeld, die mich bei meiner Arbeit unterstützt haben.

10 Lebenslauf



Luise Weitbrecht

geboren am 14. September 1973 in Böblingen
eine Tochter, geb. 2007

SCHULBILDUNG

1980 – 1984	Franz-Schubert-Schule, Stuttgart
1984 – 1993	Karls-Gymnasium, Stuttgart, abgeschlossen mit Abitur

HOCHSCHULAUSSCHULUNG

1994 – 2002	Medizinische Universität zu Lübeck Studium der Humanmedizin
--------------------	---

09.1996	Ärztliche Vorprüfung
09.1997	1. Staatsexamen, Humanmedizin
09.1998	2. Staatsexamen, Humanmedizin

Praktisches Jahr:

02.01 – 05.01	Kinder- und Jugendmedizin, Medizinische Universität zu Lübeck
05.01 – 09.01	Chirurgie, Hvidovre Hospital, Kopenhagen
11.01 – 03.02	Innere Medizin, Medizinische Universität zu Lübeck

05.2002	3. Staatsexamen, Humanmedizin
---------	-------------------------------

PROMOTION

09.99 – 02.01	Durchführung der dieser Arbeit zugrunde liegenden Untersuchungen
---------------	--

BERUFSERFAHRUNG

07.2002 – 09.2002	Hvidovre Hospital, Kopenhagen zentrale Notaufnahme
--------------------------	--

10.2002 – 05.2007	Katholisches Kinderkrankenhaus Wilhelmstift, Hamburg
10.2002 – 1.2005	Allgemeinpädiatrie
02.2005 – 05.2007	Neonatologie und Pädiatrische Intensivmedizin

seit 09.2008	Kinderarztpraxis Drs. Bußmann/ Jaritz, Frankfurt/M.
---------------------	--