

Erzieherinnen im Lärm:  
Untersuchungen zu Stimme und Hören  
von pädagogischen Mitarbeiterinnen  
in Kindertagesstätten

Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades der Philosophie (Dr. phil.)  
vorgelegt  
der Philosophischen Fakultät III  
Erziehungswissenschaften  
der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg,  
von Frau Vera Oelze  
geb. am 30.05.1968 in Spremberg

1. Gutachter: Prof. Dr. Christa Schlenker-Schulte
  2. Gutachter: apl. Prof. Dr. med. habil. Sylva Bartel-Friedrich
- Verteidigung: 02.06.2015

# INHALT

<b>1 Einleitung</b>	<b>4</b>	<b>9. Ergebnisse</b>	<b>138</b>
<b>2. Akustische Grundbegriffe</b>	<b>10</b>	9.1 Beschreibung der Stichprobe	138
<b>3. Phonetik</b>	<b>16</b>	9.2 Untersuchungen der Stimme	140
3.1. Artikulatorische Phonetik	18	9.2.1 VHI – Voice Handicap Index	141
3.2. Akustische Phonetik	24	9.2.2 Auditive Analyse	142
3.3. Auditive Phonetik	28	9.2.3 Berechnung akustischer Parameter (DSI)	144
<b>4. Lärm</b>	<b>40</b>	9.2.4 Stimmstörungen bei Erzieherinnen in Abhängigkeit vom Alter	145
4.1 Lärm als Belastungsfaktor bei Erzieherinnen	41	9.3. Hören	146
4.2 Lärmmessungen	44	9.3.1 Reintonaudiometrie	146
4.3 Raumakustik	52	9.3.2 Fragebogen zum subjektiven Hör- empfinden - Oldenburger Inventar	148
4.4 Wirkungen von Lärm	57	9.4 Stimmausbildung	149
4.4.1 Medizinischer Bereich	58	<b>10. Diskussion / Ausblick</b>	<b>152</b>
4.4.2 Psychischer Bereich	59	10.1 Untersuchung der Stimme	152
4.4.3 Sozialer Bereich	65	10.2 Untersuchungen zum Hören	158
4.4.4 Lärm und Kommunikation	66	10.3 Limitationen der Untersuchung	161
4.5 Zusammenfassung und Bezug zur vorliegenden Untersuchung	85	10.4 Lärmwirkungen und Wirkungen gestörter Stimmen und deren Bedeutung für die Arbeit in Kindertagesstätten	163
<b>5. Stimmstörungen im Beruf</b>	<b>87</b>	<b>11 Anhang</b>	<b>167</b>
5.1 Untersuchungen zur Lehrerstimme	88	Literaturverzeichnis	167
5.2 Untersuchungen zur Erzieherinnenstimme	99	DIN Normen	197
5.3 Kinderstimmstörungen	105	Abbildungsverzeichnis	197
5.4 Auswirkungen gestörter Stimmen	108	Tabellenverzeichnis	199
<b>6. Hörstörungen bei Lehrerinnen, Erzieherinnen und Kindern</b>	<b>114</b>	Fragebogen	200
<b>7. Forschungsfragen und Hypothesen</b>	<b>119</b>	Kindergartenübersicht	204
<b>8. Methode</b>	<b>123</b>	Gruppenbeurteilung RBH	204
8.1 Untersuchungsdesign	123	Werte Heiserkeitseinschätzung	205
8.2 Untersuchungsinstrumente	125	Werte DSI	208
8.2.1 Stimme	126	Berechnungen zur Hypothesenprüfung	209
8.2.2 Hören	133	Technische Daten (Audiometer)	213
8.2.3 Stimmausbildung	137	Eidesstattliche Erklärung	220

## 1 EINLEITUNG

Nicht zuletzt durch die internationalen OECD-Studien zu Schülerleistungen (PISA) sind in Deutschland Kindertageseinrichtungen als erste sozialisierende Bildungsinstitution wieder verstärkt ins gesellschaftliche und politische Bewusstsein und in den Fokus wissenschaftlichen Interesses gerückt. Politisch erwünscht ist dabei der Ausbau der vorschulischen Betreuung und die Verbesserung der Qualität der Unterstützung früher Bildungsprozesse der Kinder. Entsprechend § 5 des Gesetzes zur Förderung und Betreuung von Kindern in Tageseinrichtungen und in Tagespflege des Landes Sachsen-Anhalt (KiFöG) sind u. a. folgende Aufgaben der Tagesbetreuungseinrichtungen formuliert:

„(1) Tageseinrichtungen erfüllen einen eigenständigen alters- und entwicklungsspezifischen Betreuungs-, Bildungs- und Erziehungsauftrag im Rahmen einer auf die Förderung der Persönlichkeit des Kindes orientierten Gesamtkonzeption. Sie sollen die Gesamtentwicklung des Kindes altersgerecht fördern und durch allgemeine und erzieherische Hilfen und Bildungsangebote die körperliche, geistige und seelische Entwicklung des Kindes anregen, seine Gemeinschaftsfähigkeit fördern und Benachteiligungen ausgleichen [...]

(2) Sie sollen insbesondere den Erwerb sozialer Kompetenzen, wie Selbständigkeit, Verantwortungsbereitschaft und Gemeinschaftsfähigkeit, Toleranz und Akzeptanz gegenüber anderen Menschen, Kulturen und Lebensweisen, interkulturelle Kompetenz und Sensibilität, sowie die Ausbildung von geistigen und körperlichen Fähigkeiten, insbesondere zum Erwerb von Wissen und Können, einschließlich der Gestaltung von Lernprozessen, fördern. Die Bildungsarbeit der Tageseinrichtungen unterstützt die natürliche Neugier der Kinder, fordert Bildungsprozesse heraus, greift Themen der Kinder auf und erweitert sie. Sie schließt die geeignete Vorbereitung des Übergangs in die Grundschule ein. Zu diesem Zweck sollen insbesondere sprachliche Kompetenzen, elementare Fähigkeiten im Umgang mit Mengen, räumliche Orientierungen, eine altersgerechte Grob- und Feinmotorik sowie die Wahrnehmung mit allen Sinnen und das Denken gefördert werden. Tageseinrichtungen fördern die emotionale und musische Entwicklung der Kinder“ (KIFÖG 2013, § 5).

Soziales Miteinander und Bildungsprozesse sind wesentlich an Kommunikation gebunden. Innerhalb aller Aufgabenfelder in Kindertagesstätten ist die mündliche Kommunikation die Basis jedes Handelns. Sie besteht aus ‚miteinander reden‘ und ‚einander zuhören‘ und ermöglicht in ihrer dialogischen Struktur Kontaktaufnahme, Informationsaustausch, soziales Zusammenleben und soziales Handeln. Das gemeinsame Leben der Menschen ist ebenso wie die Bildung und Persönlichkeitsentfaltung jedes einzelnen Kindes ohne Sprache und Kommunikation nicht denkbar.

So selbstverständlich diese Aussagen getroffen werden können, so deutlich zeigen Untersuchungen, dass die bewusste Gestaltung von Kommunikationssituationen in Kindertageseinrichtungen keineswegs selbstverständlich zu sein scheint, dass Erzieherinnen<sup>1</sup> erstaunlich wenig mit den einzelnen Kindern sprechen. So zeigte eine Untersuchung von Kusma et al. (2011), dass die von ihnen beobachteten Erzieherinnen (N=11) den überwiegenden Teil des Tages zwei oder mehr Tätigkeiten parallel ausführen und sich nur durchschnittlich 5,38 Minuten ihres Arbeitstages (durchschnittliche Arbeitszeit 7,47 Stunden) einem einzelnen Kind zuwenden (vgl. KUSMA ET AL. 2011, S. 3). In den meisten Fällen wendet sich die Erzieherin gleichzeitig an mehrere Kinder.

Eine Übersicht über den diesbezüglichen Forschungsstand in Deutschland findet sich bei Remsperger (2011), die auf die entscheidende Bedeutung feinfühligem Interaktionsverhaltens von Erzieherinnen hinweist. Demnach nimmt ein solches Verhalten erheblichen Einfluss auf die Hirnentwicklung von Kindern und unterstützt entscheidend Lernprozesse. Eine wesentliche Erkenntnis der Bindungsforschung und der Lehr-Lern-Forschung ist, dass stabile emotionale Beziehungen zwischen pädagogischen Fachkräften und den Kindern Einfluss auf die soziale, emotionale, sprachliche, kognitive und moralische Entwicklung der Kinder haben. Damit ist das Handeln der Erzieherinnen in den Interaktionen mit den Kindern unmittelbar bildungswirksam und entwicklungsfördernd. Weiterhin hat „...das Verhalten der pädagogischen Fachkräfte und die dadurch entstehende emotionale Lernatmosphäre [...] mit hoher Wahrscheinlichkeit einen bedeutenden Einfluss darauf, ob die Lernmotivation der Kinder aufrechterhalten bleibt und ob sie weiterhin ihre Umwelt erforschen“ (REMSPERGER 2011, S. 85).

---

<sup>1</sup> Aufgrund des höheren Anteils an weiblichen Personen innerhalb des Erzieherinnenberufes werden in der vorliegenden Arbeit aus Gründen der besseren Lesbarkeit Personenbezeichnungen lediglich in der weiblichen Form verwendet, diese schließen das andere Geschlecht mit ein.

Es ist aufgrund der Ausbildungscurricula anzunehmen, dass auch Erzieherinnen um die grundsätzliche Bedeutung kommunikativer Prozesse wissen und sie Kommunikationssituationen mal mehr, mal weniger bewusst aktiv gestalten. Dann ergäbe sich allerdings eine erhebliche Diskrepanz zu dem oben beschriebenen tatsächlichen Interaktionsverhalten. Könnten die Ursachen dafür auch in den berufsbedingten Belastungen zu finden sein? Erzieherinnen sind Expertinnen ihrer Arbeitsplatzsituation, dementsprechend können aus deren Befragung Belastungsfaktoren abgeleitet werden, aus denen vermutlich Probleme im Arbeitsalltag resultieren.

Verschiedene Befragungen von Erzieherinnen zeigen neben der hohen Identifikation der Erzieherinnen mit ihrer Tätigkeit und der grundsätzlichen Zufriedenheit mit der Arbeitssituation auch Faktoren auf, die überwiegend in Verbindung mit Zeit- und Personalmangel stehen und die Zuwendung zu dem einzelnen Kind kaum möglich machen. Aber auch Beeinträchtigungen, die durch die Arbeitsumgebung bedingt sind, zeigten sich deutlich und stellten sich als stark belastend heraus (vgl. 4.1.).

Erzieherinnen beschreiben neben körperlichen Belastungen und Stress vor allem Lärm als arbeitsumgebungsbedingten Hauptbelastungsfaktor ihres Berufsalltags. Immer wieder wurde und wird Lärm aus medizinischer und pädagogischer Perspektive (neben den explizit aufgeführten stimmlichen Belastungen) als Ursache für Stimm- bzw. Hörstörungen diskutiert (vgl. NAWKA/WIRTH 2008, S. 200 ff.; WENDLER ET AL. 2005, S. 106; BÖHME 2003, S. 154 ff.; PASCHER/BAUER 1998, S. 45 ff.; SPIECKER-HENKE 1997, S. 192 ff.; MIETHE/HERMANN-RÖTTGEN 1993, S. 106; SCHULZE 2002, S. 138; ZAHNERT 2011, S. 433).

Lärm und eventuell daraus resultierende Sprech- bzw. Stimm- und/oder Hörstörungen haben Auswirkungen auf die Lebensqualität der Betroffenen und führen zu Einschränkungen im kommunikativen Verhalten. Wenn das Sprechen und Hören zu anstrengend wird, vermeidet man Kommunikationssituationen bzw. beschränkt sie auf ein Minimum. Dementsprechend könnte der von den Erzieherinnen benannte Belastungsfaktor, auch wenn es sich nicht auf den ersten Blick ergibt und sofern er tatsächlich zu häufigen Stimm- und Hörstörungen führt, auch eine – bisher zu wenig beachtete – Ursache für die beschriebene unbefriedigende Kommunikationssituation in Kindergärten sein.

Aus sprachwissenschaftlicher Sicht werden verschiedene strukturelle sprachliche Ebenen differenziert (vgl. BÜNTING 1993, S. 62 ff.; MÜLLER 2009, S. 47 ff.; FISCHER 2009, S. 22 ff.; CRYSTAL 1995, S. 82 ff.), die alle wichtig für mündliche Kommunikationsprozesse sind. Bestimmend, weil ausschließlich für die mündliche Kommunikation von Bedeutung, ist die phonetische Ebene: die stimmlich-artikulatorisch gebildete Lautkette verlässt als Schallsignal den Mund des Sprechers, wird über das Medium Luft zum Ohr des Hörers transportiert, um dort hörend aufgenommen, in elektrische Impulse umgewandelt und weitergeleitet zu werden. Erst durch die Analyse des Signals und durch Vergleiche mit bereits vorhandenem Wissen im mentalen Lexikon wird dann der Inhalt bzw. Sinn der Nachricht generiert. Über die stimmlich artikulatorischen Mittel (Prosodie) werden allerdings nicht nur der Bedeutungsinhalt, sondern auch Stimmungen, Gefühle usw. transportiert, die ebenso wesentlichen Einfluss auf kommunikative Prozesse haben (vgl. FUCHS 2010, S. 9). Das wechselseitig aufeinander Bezogene von Hören und Sprechen ist wichtig für den Sprechenden selbst im Sinne der Kontrolle des Gesprochenen über das Gehör (vgl. PÉTURSSON/NEPERT 2002, S. 40) und die wechselseitige mündliche Verständigung zwischen Sprecher und Hörer.

Sowohl die Sprech- als auch die Hörfähigkeit werden in der Regel als selbstverständlich vorhandene Voraussetzungen für Kommunikation erlebt und ihre Bedeutung für kommunikative Situationen wenig reflektiert, da ihre Entwicklung zwar durchaus komplex und stör anfällig ist, jedoch größtenteils unbewusst abläuft. Dieses implizite Lernen schafft ein bestimmtes Repertoire von Verhaltensweisen, das in der aktiven Interaktion mit und in einer Umwelt erworben wird und das zwar prinzipiell reversibel, aber doch relativ resistent gegen Veränderungsversuche ist (vgl. TREML/BECKER 2006, S. 105).

Veränderungsprozesse bezogen auf Stimme und Hören beginnen schleichend, sind lange Zeit kompensierbar und werden deshalb erst sehr spät wahrgenommen. Allerdings haben sowohl Stimmveränderungen als auch Hörbeeinträchtigungen Einfluss auf mündliche kommunikative Situationen (unabhängig davon, ob die Störungen durch Lärm, Beeinträchtigungen des Stimm- oder Hörorgans bzw. der auditiven Verarbeitung entstehen).

Mündliche Kommunikation ist gekennzeichnet durch ihre Kurzlebigkeit bzw. Flüchtigkeit, weshalb Produktion und Rezeption zeitlich praktisch zusammenfallen müssen. Bestand haben diese mündlichen Äußerungen lediglich als Repräsentationen im Kurz- oder Langzeitgedächtnis der Kommunikationspartner. Fiehler et al. (2004) sehen als Konsequenz der Kurzlebigkeit, dass Mitteilungen deutlich sein sollten, also funktional und strukturell transparent, eindeutig, möglichst frei von Ambiguitäten und redundant, damit die Verständigung möglichst ungestört und effektiv verlaufen kann (vgl. FIEHLER ET AL. 2004, S. 58). Dass das akustische Signal gut wahrnehmbar, also nicht von Lärm beeinträchtigt ist, ist eine selbstverständliche Voraussetzung für die Verarbeitung kurzlebiger Schallereignisse.

Obwohl gerade im Kindergarten überwiegend mündliche Kommunikation möglich und nötig ist (die Schriftform ist im Erwachsenen-Kind-Kontakt altersbedingt irrelevant), sind die Auswirkungen des Lärms als Belastungsfaktor im Bildungsbereich Kindergarten wesentlich schlechter untersucht als für den schulischen Bereich (vgl. HUBER ET AL. 2002; SCHICK ET AL. 2003, KLATTE/SCHICK 2007). Aber nicht nur zum Thema Lärm, sondern im gesamten Forschungs- und Professionalisierungsbereich der Elementaren Bildung steht Deutschland im Vergleich mit anderen Ländern noch am Anfang (vgl. RABE-KLEBERG 2008, S. 248).

Die vorliegende Arbeit geht der Frage nach, welche Auswirkungen der von den Erzieherinnen beschriebene Hauptbelastungsfaktor Lärm vor allem auf kommunikative Prozesse bzw. deren Grundlage – das Sprechen und Hören – hat.

Der erste Teil der Arbeit widmet sich den theoretischen Überlegungen zum Thema. Nach einem kurzen Überblick über akustische Grundbegriffe befasst sich das dritte Kapitel mit der phonetischen Beschreibungsebene der Sprache; es werden die Grundlagen des Sprechens und Hörens als Voraussetzung der mündlichen Kommunikation beschrieben: die Produktion, der Transport und die Wahrnehmung bzw. Verarbeitung des Sprachsignals.

Das vierte Kapitel beleuchtet die verschiedenen Auswirkungen von Lärm unter der besonderen Berücksichtigung der Lärmwirkung auf kommunikative Prozesse sowie seine Auswirkungen auf Stimme und Hören. Im fünften und sechsten Kapitel wird



der Forschungsstand zu Untersuchungen von Stimme und Hören bei Erzieherinnen dargestellt. Vor dem Hintergrund dieser theoretischen Überlegungen werden anschließend im siebten Kapitel das Anliegen der eigenen Untersuchung und die konkreten Untersuchungsfragen formuliert.

Im zweiten – empirischen – Teil folgt die Darstellung einer Untersuchung von stimmlich/sprecherischen Leistungen und der Hörfähigkeit von Erzieherinnen in Kindertagesstätten der Stadt Halle.

Das achte Kapitel dient der Beschreibung der Methodik der Untersuchung. Im neunten Kapitel erfolgt die Darstellung der Ergebnisse der quantitativen Analyse der Hör- und Stimmuntersuchung bei den Erzieherinnen. Diese Ergebnisse werden in der anschließenden Diskussion im zehnten Kapitel der Arbeit zusammengeführt und hinsichtlich ihrer Bedeutung für die pädagogische Arbeit im Kindergarten diskutiert.

## 2. AKUSTISCHE GRUNDBEGRIFFE

Bevor phonetische Grundlagen und Grundlagen des Lärms beschrieben werden, sollen einige physikalische Grundbegriffe der Akustik näher erläutert werden. Die Akustik, ein Teilgebiet der allgemeinen Schwingungslehre, befasst sich mit den Schwingungsvorgängen in elastischen Körpern. Psychoakustische Erkenntnisse sind ebenso wichtig für das Verständnis der Wahrnehmung von Schallereignissen und sollen im Folgenden beschrieben werden.

Aus physikalisch-akustischer Sicht bestehen Sprachlaute aus Schall, der sich im Medium Luft in Form von Druckschwankungen, die von einem schwingenden Körper ausgehen, ausbreitet. Während die molekularen Luftpartikel lediglich hin und her schwingen, breitet sich die Druckwelle in der Luft bei normalem atmosphärischen Druck und einer Temperatur von 20 Grad Celsius im freien Schallfeld kugelförmig mit einer Geschwindigkeit von ca. 340 m/Sekunde als Longitudinalwelle aus, d.h. als eine von der Frequenz abhängige räumliche Abfolge von Druckminima und -maxima, wobei die Schallintensität mit der Entfernung von der Quelle quadratisch abnimmt (vgl. GUSKI 1987, S. 12). In geschlossenen Räumen mit Reflexionsflächen entsteht durch Mischung der Schallwellen ein diffuses Schallfeld.

Die wichtigsten Kriterien zur Beschreibung von Schallereignissen sind Dauer, Frequenz und Amplitude der Schallwellen. Als Frequenz bezeichnet man die Anzahl der Schwingungen (also Verdichtungen und Verdünnungen entsprechend der Druckschwankung) pro Sekunde, sie wird in Hz (Hertz) gemessen. Um für das menschliche Gehör wahrnehmbar zu sein, müssen diese Schwingungen mit einer Frequenz zwischen 16 Hz und 16.000 Hz erfolgen; in jungen Lebensjahren können Frequenzen bis 20.000 Hz wahrgenommen werden (vgl. HELLBRÜCK/ELLERMEIER 2004, S. 54). Für die Wahrnehmung von Sprache sind die Bereiche von 100-8000 Hz entscheidend.

Das Gehör hat ein ausgezeichnetes Frequenzauflösungsvermögen, was eine wesentliche Voraussetzung für die Wahrnehmung und Verarbeitung von Sprache ist. Allerdings ist das Gehör nicht für alle Frequenzen gleich empfindlich. Im Bereich

zwischen 1000 und 6000 Hz besitzt es die höchste Empfindlichkeit: hier wird bereits ein Schalldruck im Bereich von  $2 \cdot 10^{-5}$  Pa (Pascal) wahrnehmbar; in den anderen Bereichen ist mehr Energie nötig, damit der Ton wahrgenommen werden kann (vgl. MROWINSKI/SCHOLZ 2006, S.13). Die Amplitude, das Maß für die Intensität eines Schallereignisses und die Größe der Druckschwankungen, ist abhängig von der Weite der Auslenkungsbewegung des schwingenden Körpers von seiner Ruhelage bzw. von der die Schwingung verursachenden Kraft.

Bezüglich des wahrnehmbaren Intensitätsbereichs verfügt das Gehör über eine kaum vorstellbare Breite des Intensitäts- bzw. Schalldruckbereichs (vgl. Abb. 1). So liegt die Hörschwelle bei einem Schalldruck  $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Pa, die Schmerzschwelle bei  $p_s = 20$  Pa (Klänge werden schmerzhaft spürbar, es besteht das Risiko der Zerstörung des auditiven Systems) (vgl. MAUE/HOFFMANN 2009, S. 45). Der Intensitätsbereich ist so groß, dass eine lineare Beschreibung untauglich ist, weshalb mit einem logarithmischen Pegelmaß gearbeitet wird: dem Schalldruckpegel (SPL= sound pressure level) in dB (Dezibel). Hierfür wurde der Schalldruck der Hörschwelle bei 1000 Hz zur Bezugsschallgröße. Dabei wurden 0 dB festgelegt für die Schwelle, bei dem ein gesunder junger Mensch einen 1000 Hz-Ton eben hört; die Schmerzschwelle liegt daraus resultierend bei etwa 140 dB. Da es sich um ein logarithmisches Maß handelt, bedeutet ein Anstieg von 10 auf 20 dB nicht eine Verdopplung der Energie, sondern eine Verzehnfachung. Wenn man den Schalldruck jeweils mit 10 multipliziert, ergibt die Umrechnung in dB jeweils 20 dB mehr, d.h. der hundertmillionste Bezugsschalldruck entspricht dem Wert von 160 dB (vgl. GOLDSTEIN 2008, S. 261).

Auch können aufgrund des logarithmischen Maßes die Schalldruckpegel mehrerer Quellen nicht einfach addiert, subtrahiert oder gemittelt werden. Vielmehr sind die Werte vor und nach der Rechenoperation zu entlogarithmieren bzw. wieder zu logarithmieren. Daher hat eine leisere Schallquelle, sofern der SPL-Unterschied beim Addieren größer als 10 dB ist, nahezu keinen Einfluss auf den resultierenden Gesamtpegel. Bei der Addition von zwei gleichlauten Schallquellen ergibt sich ein Anstieg von 3 dB, was einer Verdopplung(!) der Schallenergie entspricht. Die Mittelung der Pegel (nach DIN 45641) ergibt den äquivalenten Dauerschallpegel  $L_{eq}$ , dessen Berechnung äußerst kompliziert ist (vgl. MAUE/HOFFMANN 2009, S. 75).

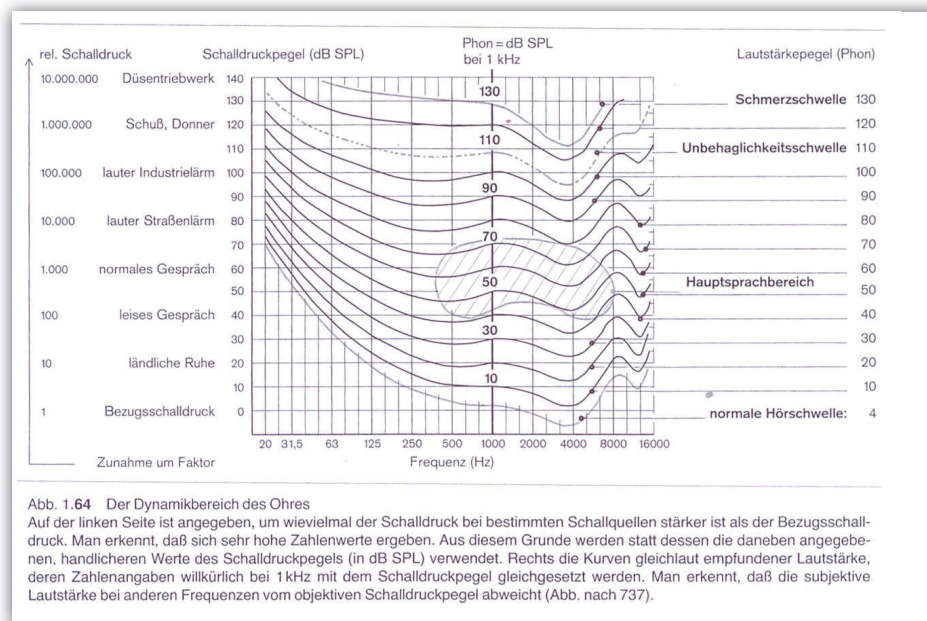


Abbildung 1: Dynamikbereich des Ohres aus Zenner 1994, S. 3

Die Erzeugung von Frequenz und Amplitude im akustischen Sprachsignal gelingt durch impulsartige Störungen des Luftdrucks, die durch den periodisch wiederkehrenden Öffnungs- und Schließvorgang der Glottis erzeugt werden (vgl. WENDLER ET AL. 2005, S. 79).

Die entstehenden Schallschwingungen lassen sich folgendermaßen kategorisieren (vgl. Abb. 2):

Nichtperiodische Schwingungen bezeichnet man als Geräusche. Hier zeigen sich statistisch zufällige Verteilungen der Amplitudenwerte über der Zeit, die entsprechend der Frequenz als Addition unendlich eng beieinanderliegender Sinuskomponenten aufgefasst werden können. Eine Abgrenzung einzelner Teiltöne ist aufgrund der kontinuierlich ineinander übergehenden Frequenzanteile nicht möglich (vgl. POMPINO-MARSCHALL 2003, S.91).

Eine harmonische Schwingung mit einer definierten Frequenz bezeichnet man im physikalischen Sinne als Ton. Reine Sinustöne kommen in der Natur praktisch nicht vor; hier finden wir eher komplexe Schwingungsabläufe, die zu mehreren sich überlagernden Teiltönen führen. Eine periodische Schwingung, die sich aus einer Grundfrequenz und deren ganzzahligen Vielfachen (den Obertönen)

zusammensetzt, ist im physikalischen Sinn ein Klang. Wenn bei zwei harmonischen Klängen sowohl die Grundfrequenz als auch die Amplitude übereinstimmt, sich die beiden Klänge aber trotzdem unterschiedlich anhören, so unterscheiden sie sich bezüglich ihrer Klangfarbe, die durch die Art der Zusammensetzung der Obertöne bestimmt wird. Die Klangfarbe hängt auch stark von den Ein- und Ausschwingphasen des Klanges ab (vgl. GOLDSTEIN 2008, S. 265).

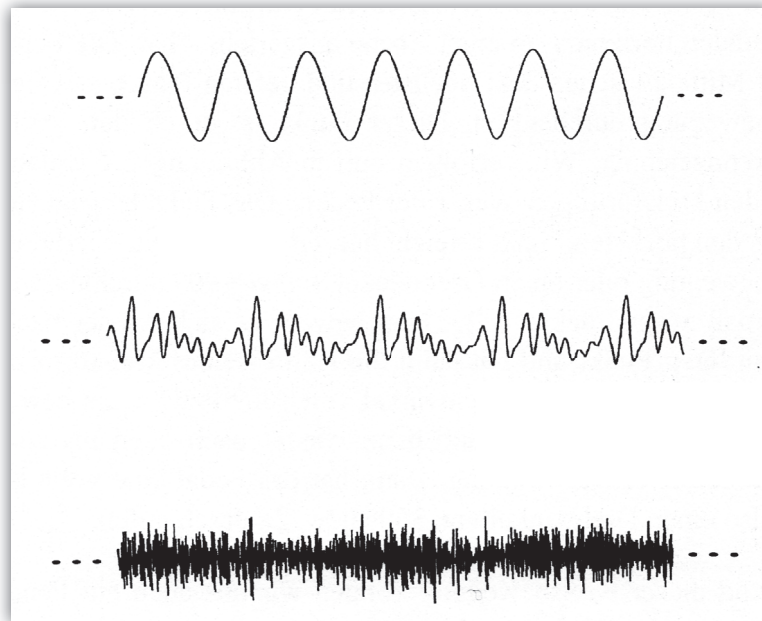


Abbildung 2: Ton-Klang-Geräusch aus Hellbrück/Ellermeier 2004, S. 55

Eine komplexe Schwingung lässt sich bezüglich ihrer Teilschwingungen im Spektrum darstellen. Unter einem Schallspektrum versteht man die grafische Darstellung der in einem Signal enthaltenen Schallenergieanteile in Abhängigkeit von der Frequenz. Messtechnisch werden sie meist mit Hilfe von Filtern erfasst, die nur gewisse Frequenzen durchlassen, so dass die verschiedenen Anteile eines Geräusches in den entsprechenden Frequenzbändern separat darstellbar werden. Oktavbänder betrachten jeweils eine Oktave des Signals, Terzbänder ergeben eine feinere Analyse (1/3 Oktavanalyse), Schmalbandanalysen messen einen noch engeren Frequenzbereich. Eine weitere Möglichkeit ist die Darstellung mit Hilfe von FFT-Analysatoren (Fast-Fourier-Transformation Analyse). Sie ermöglicht die Analyse von Schallspektren in hoher Frequenzauflösung nahezu in Echtzeit (vgl. NAWKA/WIRTH 2008, S. 50).

Wie bereits beschrieben, ist das Gehör nicht für alle Frequenzen gleich empfindlich. Im Bereich zwischen 1000 und 6000 Hz besitzt es die höchste Empfindlichkeit, in den anderen Bereichen ist für die Wahrnehmung der Töne mehr Energie nötig (unterschiedliche Hörschwelle für verschiedene Frequenzen). Dementsprechend wurden die Kurven gleicher Lautheit (Isophone) sowie die zugehörige phon-Skala ermittelt (vgl. Abb. 1). Ein reiner Ton beliebiger Frequenz hat  $x$  phon, wenn er genauso laut klingt wie ein 1000 Hz-Ton mit  $x$  dB SPL. Im Vergleich mit dem 1 kHz-Ton zeigt sich, dass das Gehör bei sehr hohen Schallpegeln Einzeltöne unabhängig von ihrer Höhe annähernd gleich laut wahrnimmt, während bei geringerer dB-Zahl der frequenzabhängige Unterschied wesentlich größer ist (vgl. GUSKI 1987, S.17).

Sowohl bei einer klinischen Audiometrie, als auch bei Lautstärkemessungen wird diese ungleichmäßige Empfindlichkeit des Gehörs berücksichtigt. Da bei der Audiometrie lediglich der Hörverlust bezüglich einzelner Frequenzen von Bedeutung ist, wird die jeweilige Hörschwelle für die einzelnen Töne als gerade Nulllinie im Audiogramm genutzt. Dezibel-Angaben, die sich auf die audiometrische Nulllinie beziehen, werden mit dem Zusatz HL (hearing level) versehen.

Lautstärkemessungen erfolgen mit Hilfe von Schalldruckpegelmessern, für die Normen, Richtlinien und Vorschriften bestehen (DIN EN 61672-1). Schalldruckpegelmesser ermitteln den effektiven Schalldruck und errechnen durch Logarithmieren einen Pegelwert. Bei dieser Berechnung ist es technisch möglich, die lautstärkebildenden Eigenschaften des Ohres bezogen auf die einzelnen Frequenzen zu berücksichtigen. Dafür wird der an die Empfindlichkeit des Ohres angelehnte A-Filter verwendet; der gehörriechtig bewertete Schalldruckpegel wird dann in dB(A) angegeben (vgl. MROWINSKI/SCHOLZ 2006, S. 125). Um neben der Frequenzbewertung auch das zeitliche Trägheitsverhalten des menschlichen Gehörs zu berücksichtigen, stehen für die Messungen auch verschiedene Zeitbewertungen zur Verfügung: fast, slow und impulse. Der Schallpegel wird errechnet, indem über dem jeweiligen Zeitintervall gemittelt wird (fast: Zeitkonstante 125 ms, slow = 1s oder Impuls Einschwingzeitkonstante 35 ms, Ausschwingzeitkonstante 1,5 sek). Dabei entspricht die Einstellung ‚fast‘ in etwa der Trägheit der Lautheitswahrnehmung des Menschen (vgl. LAZARUS ET AL. 2007, S. 41).

Über die empfundene Lautstärke (=Lautheit) gibt der dB-Wert keine eindeutige Auskunft, neben der phon-Skala wurde dafür die Lautheitsskala (Sone-Skala) nach Modellen der Psychoakustik rechnerisch ermittelt und am 1000 Hz-Ton standardisiert (1000 Hz bei 40 dB entspricht 1 sone). Eine sone-Verdopplung entspricht der Verdopplung der empfundenen Lautstärke. Diese entspricht wiederum annähernd einem Unterschied von 10 dB, d.h. eine Zunahme des SPL um 10 dB wird näherungsweise als Verdopplung der Lautstärke wahrgenommen, unabhängig davon, ob sich der Schalldruckpegel von 30 dB auf 40 dB oder von 80 dB auf 90 dB erhöht (vgl. HELLBRÜCK/ELLERMEIER 2004, S. 81 ff.).

Auch für die Tonhöhenwahrnehmung zeigen sich ähnliche Effekte (vgl. Abb. 3). Die empfundene Tonhöhe entspricht unterhalb von 1000 Hz der Frequenz des Schallsignals. In diesem Bereich werden die Frequenzunterschiede annähernd linear wahrgenommen (vgl. GOLDSTEIN 2008, S. 262), oberhalb von 1000 Hz eher logarithmisch. Die Mel-Skala berücksichtigt diese Wahrnehmungseinflüsse und ermöglicht die Umrechnung von linearen Frequenzen in wahrgenommene Tonhöhen. Genauer als die Mel-Skala misst die Bark-Skala die Wahrnehmung von Frequenzunterschieden simultan auftretender Frequenzen aus, noch genauer die ERB-Skala (vgl. RICKHEIT ET AL. 2003, S. 207). Detaillierte Darstellungen hierzu finden sich bei POMPINO-MARSCHALL 2003, S.156 ff.; HELLBRÜCK/ELLERMEIER 2004, S. 85 ff.; ZWICKER 1982, S.54 ff.).

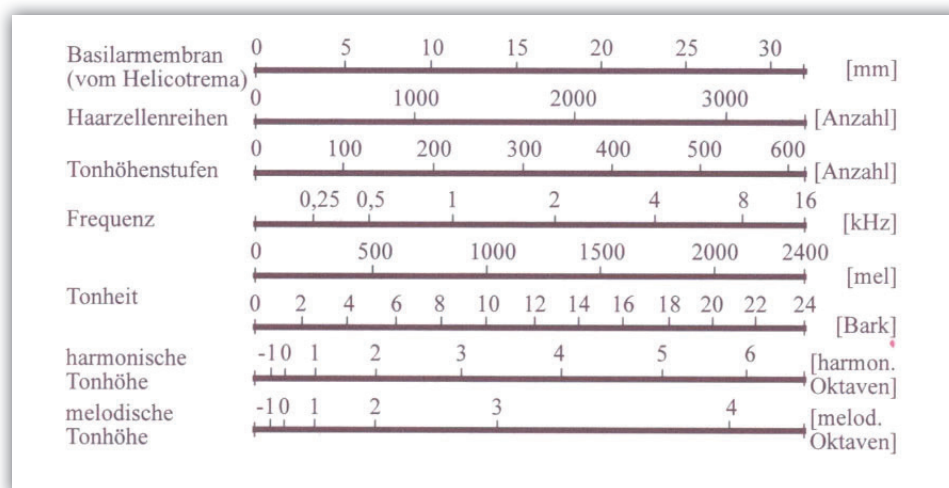


Abbildung 3: Skalen der Tonalität aus Pompino-Marschall 2003, S. 156

### 3. PHONETIK

Phonetik/Phonologie als eine der in der Linguistik beschriebenen sprachlichen Ebenen (neben Morphologie, Syntax, Semantik, Lexik und Pragmatik) untersucht die lautlichen Aspekte der Sprache.

„Der Gegenstand der Phonetik ist das Schallereignis der sprachlichen Kommunikation in allen seinen Aspekten, d. h. die Produktion, die Transmission und die Rezeption von Sprachschall einschließlich der psychologischen und soziologischen Voraussetzungen in der Kommunikationssituation zwischen Sprecher und Hörer, wobei sowohl symbol- als auch meßphonetische Betrachtungsweisen dieses Objekt prägen“ (KOHLER 1995, S. 22).

Die Phonologie hingegen ist „...die Lehre von der Funktion der Sprachlaute im Sprachsystem“ (TERNES 2012, S. 43).

Für die mündliche, also lautsprachliche Variante der Verständigung (dem Sprechen und Hören) bedienen wir uns der biologisch gegebenen Möglichkeiten der Schallproduktion und Schallwahrnehmung. Die Intention des Sprechers wird verbal-motorisch über die Stimm- und Lautbildung in physikalische Vorgänge (Schallwellen) umgewandelt. Dieses Schallsignal muss vom Hörer wiederum in bioelektrische Impulse transformiert werden, um den Inhalt der Nachricht aus dem akustischen Signal generieren zu können. Somit sind naturwissenschaftliche und geisteswissenschaftliche Sichtweisen sich gegenseitig beeinflussende Größen bei der Beschreibung gesprochener Sprache. Ohne die Fähigkeit, aus akustischen Signalen Informationen entnehmen zu können, ist sowohl die mündliche Kommunikation als auch die sprachliche Entwicklung von Kindern nur erschwert möglich. Gehörlose beispielsweise erlernen Sprache, indem sie akustische durch visuelle Wahrnehmung ersetzen.

Die untersuchten Phänomene der Phonetik sind also die anatomisch-physiologischen Grundlagen der Lautproduktion und Lautwahrnehmung sowie die Beschreibung der physikalisch-akustischen Vorgänge, aufgrund derer die akustischen Signale erzeugt, transportiert und entschlüsselt werden. Dabei zeigt sich eine deutliche Übereinstimmung der expressiven (Sprechtätigkeit) und impressiven (Prozess der Sprachwahrnehmung) Anteile des „Hör-Sprach-Kreises“ (vgl. FRIEDRICH/BIGENZAHN 1995, S. 21), die in Abbildung 4 dargestellt sind.



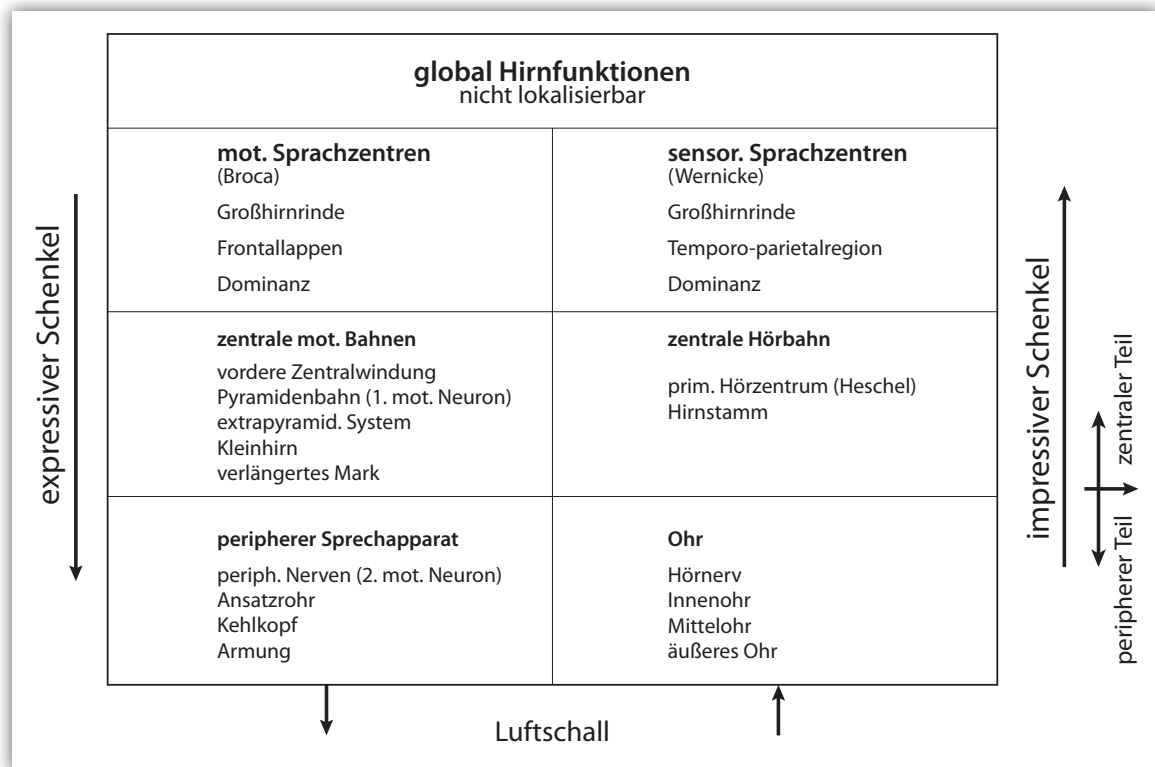


Abbildung 4: Hör-Sprach-Kreis aus: Friedrich/Bigenzahn 1995, S. 22

Die Produktion und die Wahrnehmung von Stimme und Sprechen muss als eine Einheit aus der Funktion der peripheren Organe und der zentralen Steuerung verstanden werden, wobei diese komplexen Phänomene noch nicht in allen Aspekten vollständig verstanden sind (vgl. WENDLER ET AL. 2005, S. 88). Ist der Hör-Sprach-Kreis an einer Stelle beeinträchtigt oder durch Erkrankung unterbrochen, so ist Kommunikation nur noch mit Einschränkungen möglich.

Pompino-Marschall (2003) versteht unter dem phonetischen Signal „...nicht nur das akustische Sprachsignal, sondern alle messbaren Vorgänge in dem (physikalisch nicht unterbrochenen) Bereich zwischen dem Zentralnervensystem des Sprechers und dem des Hörers“ (POMPINO-MARSCHALL 2003, S. 14). Das signalphonetische Band nach Pompino-Marschall verdeutlicht den Weg des Sprachsignals (Abb. 5).

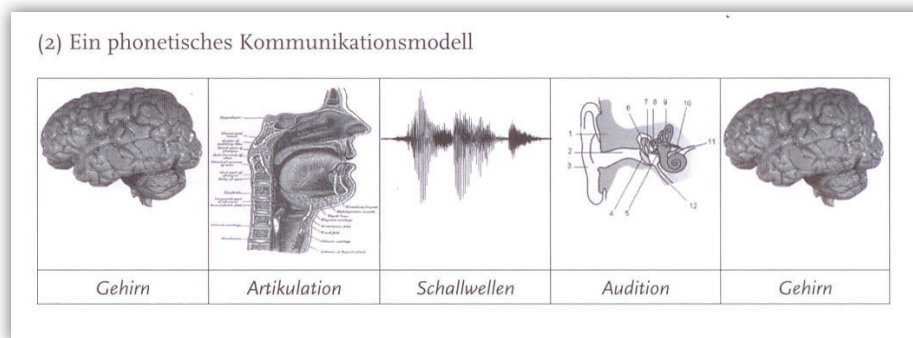


Abbildung 5: Signalphonetisches Band nach Wiese 2011, S.14

Beim Sprechen werden akustische Signale produziert, die aus kontinuierlich aufeinanderfolgenden Lautsequenzen bestehen. Diese akustischen Signale werden in Form von Schallwellen in der Umgebungsluft zum Ohr des Hörers transportiert, werden dort aufgenommen, weitergeleitet und vorverarbeitet, bevor sie dann ‚entschlüsselt‘ werden. Um etwas zu verstehen, muss eine Verbindung zwischen dem aktuellen Klangbild und einer im mentalen Lexikon gespeicherten ‚Repräsentation‘ hergestellt werden, so dass der Inhalt einer Nachricht erkannt werden kann. Dementsprechend haben auch Vigilanz, Konzentrationsfähigkeit und Gedächtnisleistungen Einfluss auf das Sprachverstehen (vgl. BÖHME 2003, S. 24 ff.).

Die Phonetik wird klassischerweise in drei Bereiche unterteilt: Sie untersucht die Stimm- und Lautproduktion (artikulatorische Phonetik), die akustischen Signale als deren Ergebnis (akustische Phonetik) und die Lautwahrnehmung (auditive Phonetik).

### 3.1. ARTIKULATORISCHE PHONETIK

„Die artikulatorische Phonetik beschäftigt sich mit den physiologischen und funktionell- anatomischen Aspekten der Sprachproduktion. Sie untersucht, wie Sprachlaute gebildet werden und welche Organe an diesem Prozess beteiligt sind“ (FLOHR/MÜLLER 2009, S. 48).

Die artikulatorische Phonetik untersucht die Prozesse der Stimm- und Lautbildung zur Produktion des akustischen Signals. Die Vorgänge im Kehlkopf und dem darüber

liegenden Ansatzrohr (Mund- und Nasenräume) dienen dazu, den ausströmenden Luftstrom so zu verändern, dass ein erkennbares akustisches Signal erzeugt wird. Für die anatomischen Gegebenheiten, die in dieser Arbeit nicht dargestellt werden, finden sich Übersichten z. B. bei NAWKA/WIRTH 2008, WENDLER ET AL. 2005, FRIEDRICH/BIGENZAHN 1995, POMPINO-MARSCHSCHALL 2003, KOHLER 1995.

Das Deutsche basiert auf dem expiratorischen pulmonalen Luftstrom-Mechanismus. Im Kehlkopf kann durch den durch die Atmung bereitgestellten Luftstrom eine Schwingungsbewegung der zuvor geschlossenen Stimmlippen erzeugt werden. Bei geöffneten Stimmlippen passiert der Ausatemstrom ungehindert die Glottis (Raum zwischen den Stimmlippen). Die gebräuchlichste Theorie zur Beschreibung der Stimmstehung im Kehlkopf (Phonation) ist die myoelastisch-aerodynamische Schwingungstheorie. Sie besagt, dass sich der Ausatemstrom unter den geschlossenen Stimmlippen staut, bis er aufgrund des entstandenen Überdrucks eine Öffnungsbewegung derselben erzwingt – die Luft strömt durch die Glottis hindurch. Durch den so entstandenen Druckausgleich überwiegen myoelastische Rückstellkräfte der Stimmlippenmuskulatur und aerodynamische Kräfte, wodurch ein erneuter Verschluss der Stimmlippen erreicht wird.

Entscheidend für die aerodynamischen Anteile ist der Bernoulli-Effekt, der besagt, dass sich die Strömungsgeschwindigkeit von Flüssigkeiten und Gasen bei Verengung des Raumes erhöht. Dementsprechend kommt es nach dem schnellen Durchströmen der Luft oberhalb der Glottis zu einem Überdruck und unterhalb der Glottis zu einem Unterdruck, der durch die so entstehende Sogwirkung den Schlussprozess unterstützt (vgl. POMPINO-MARSCHSCHALL 2003, S. 33).

Der Öffnungs- und Schließvorgang der Stimmlippen wiederholt sich kontinuierlich und führt zu einer Stimmlippenschwingung, die von ständig wechselnden Über- und Unterdruckverhältnissen unterhalb und oberhalb der Glottis begleitet ist und zu periodischen Verdichtungen und Verdünnungen der durch die Glottis strömenden Luftsäule führt.

Physikalisch entspricht dies einer Schallwelle (vgl. KOHLER 1995, S. 43). Zusätzlich zur Schwingung des Muskels und weitgehend unabhängig von dessen Bewegungsrichtung erfolgt die Schwingungsbewegung der Schleimhaut, die mit dem Stimmlippenkörper nur locker verbunden ist, die sogenannte Randkantenverschiebung (Abb. 6).

Diese funktionelle Struktur der Stimmlippen ist von entscheidender Bedeutung für den regelrechten und periodischen Ablauf der Stimmlippenschwingung, alle Abweichungen dieses Schwingungsverhaltens zeigen Veränderungen im akustischen Signal (vgl. NAWKA/WIRTH 2008, S. 158).

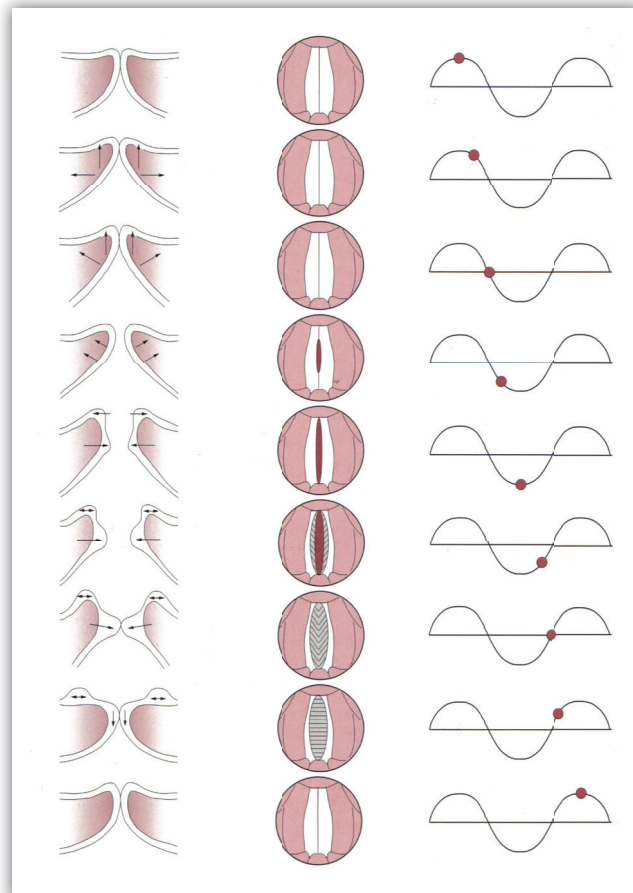


Abbildung 6: Übersicht Stimmlippenschwingung aus Wendler et al. 2005, S. 79

Als Ansatzrohr wird der anatomische Raum oberhalb der Stimmlippen bezeichnet, der aus Rachen, Mund- und Nasenhöhle besteht. Im Ansatzrohr führen verschiedene Bewegungen von Zunge, Kiefer, Lippen und Gaumensegel zu Veränderungen der Raumstruktur, so dass unterschiedliche Laute gebildet werden können (vgl. KOHLER 1995, S. 45). Der im Kehlkopf entstandene Stimmklang passiert das Ansatzrohr, dort kommt es zur Lautbildung und zu einer resonatorischen Verstärkung bestimmter Anteile des Stimmklangs durch die verschiedenen Einstellungen der Organe.

Grundsätzlich lassen sich zwei Hauptgruppen von Lauten unterscheiden: die Vokale (Öffnungslaute) und die Konsonanten (Verschluss- bzw. Hemmlaute). Die Öffnungslaute sind dadurch gekennzeichnet, dass durch die Bewegung der Zunge verschiedene Hohlräume im Ansatzrohr entstehen, aber der Stimmenschall ohne Hemmstelle das Ansatzrohr passieren kann. Bei den Konsonanten muss der austretende Luftstrom bzw. der Stimmenschall spezifische Hemmstellen überwinden (vgl. FIUKOWSKI 2010, S. 69).

Die bei der Lautbildung entscheidenden Bewegungen der Artikulationsorgane lassen sich systematisch beschreiben, wobei nur die Einheiten beschrieben werden, die die unterscheidbaren Anteile hervorheben. Da schon minimale Veränderung der Zungenposition zu Veränderungen des akustischen Signals führen (und weiterhin koartikulatorische oder dialektale Einflüsse den Laut verändern), der Laut aber erkennbar bleibt, werden nur die Lautbildungsanteile beschrieben, die zur eindeutigen Differenzierung dieses Lautes in Abgrenzung zu einem anderem Laut führt und die sich in den Transkriptionszeichen des Alphabets der ‚International Phonetic Association‘ (IPA) wiederfinden.

Dabei handelt es sich vom Ansatz her nicht um ein rein phonetisches System; hier gibt es einen deutlichen Bezug zur bedeutungsunterscheidenden Funktion der Laute, also zur Phonologie. Ternes (2012) schreibt dazu:

„Indem der Sprecher seine Äußerungen gemäß dem Lautsystem seiner Sprache kodiert, richtet er automatisch seine Lautung nach phonologischen Prinzipien aus. Andernfalls wäre seine Äußerung nicht verständlich. Auf der anderen Seite gilt das Gleiche für den Hörer, der bei der Dekodierung ebenfalls nach phonologischen Kriterien verfährt und die phonologisch distinktiven Einheiten aus der lautlichen Realisierung des Sprechers herauskristallisieren muß. Andernfalls könnte er die Äußerung nicht verstehen“ (TERNES 2012, S. 27).

Die Vokalbildung lässt sich mit Hilfe folgender Kriterien beschreiben: durch die Zungenhebungsrichtung, den Zungenwölbungsgrad, die Vokalquantität und Vokalqualität (also die relative Länge und den Spannungsgrad der beteiligten lautbildenden Muskulatur), die Lippenbeteiligung und die Kieferöffnungsweite. Da alle Vokale mit Stimmbeteiligung produziert werden, wird auf dieses Beschreibungskriterium verzichtet. Schematisch lassen sich die Vokale im Vokalviereck abbilden (vgl. Abb. 7 für die langen Vokale).

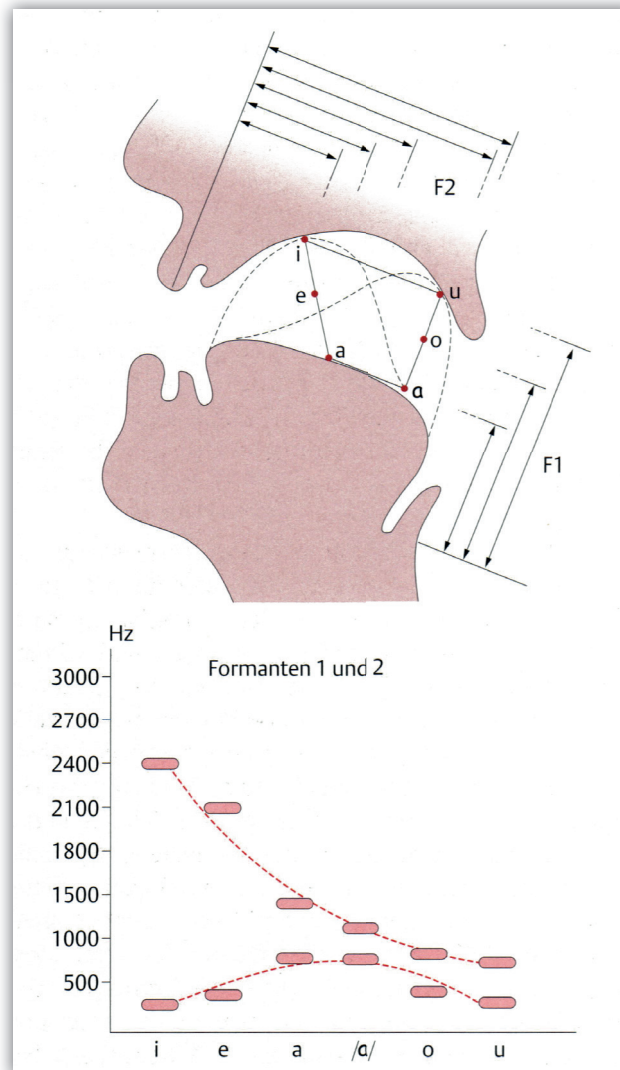


Abbildung 7: Vokalviereck aus Wendler et al. 2005, S. 22

Für die Bildung der Konsonanten werden die Artikulationsstelle (also der Ort, an dem die lautbildende Hemmstelle gebildet wird), das artikulierende Organ (der bewegliche Organteil, der gemeinsam mit der Artikulationsstelle die lautbildende Hemmstelle erzeugt), der Artikulationsmodus (die Art, wie Artikulationsstelle und artikulierendes Organ zusammenwirken, um die lautbildende Hemmstelle zu erzeugen – z. B. Verschluss oder Enge), der Überwindungsmodus (die Art und Weise, wie die lautbildende Hemmstelle überwunden wird – z. B. Sprengung oder Reibung) und die Artikulationsintensität (eher intensitätsstark, verbunden mit Stimmlosigkeit

= fortis bzw. intensitätsarm, verbunden mit Stimmhaftigkeit = lenis) beschrieben (vgl. FIUKOWSKI 2010, S. 76). Eine beispielhafte Übersicht über die Konsonanten des Deutschen ist in Abbildung 8 dargestellt.

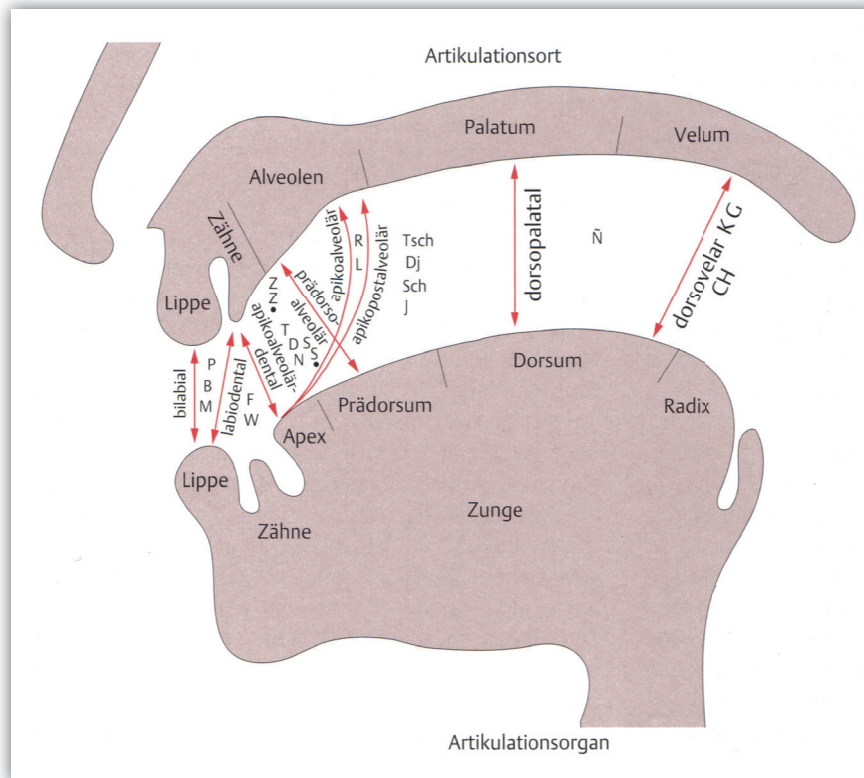


Abbildung 8: Bildung der Konsonanten aus Wendler et al. 2005, S. 225

Genauere Übersichten über die Bildung aller Laute des Deutschen finden sich z. B. in KRECH 2009 oder bei BECKER 2012, FIUKOWSKI 2010, KOHLER 1995, POMPINO-MARSCHALL 2003, SCHLENKER-SCHULTE/SCHULTE 1986. Im kontinuierlichen Sprechablauf werden die Laute durch Angleichungen an den lautumgebenden Kontext verändert (Koartikulation), die kontinuierlich ineinander übergehenden Artikulationsbewegungen führen zu ‚Überlappungen‘ in der Lautbildung, so dass deutlich abgrenzbare Einzellaute nicht segmentierbar sind (vgl. POMPINO-MARSCHALL 2003, S. 238).

Weit über die Hälfte der Konsonanten und alle Vokale werden mit Stimmbeteiligung gebildet, auch für die lautübergreifenden Eigenschaften gesprochener Sprache (Suprasegmentalia) und die prosodischen Elemente wie Veränderungen in der

Tonhöhe, der Lautstärke, der Dauer und der Klangveränderungen, die vor allem die emotionale Beteiligung der Sprecher markieren, ist die Stimme entscheidend (vgl. ANDERS 2010, S. 18).

Sowohl an der Entwicklung der Stimme als auch der Lautbildung sind Reifungs- und implizite Lernprozesse beteiligt, die dem Kind in seinen frühen Lebensjahren den Erwerb der stimmlich-artikulatorischen Fähigkeiten ermöglichen (für Entwicklungsübersichten vgl. KEILMANN 2007, S. 324 ff.; BEUSHAUSEN/HAUG 2011, S. 220; SPITAL 2004, S. 4; FOX 2007, S. 38 ff.; KANNENGIESER 2009, S. 48 ff.). Für die ungestörte Entwicklung beider Bereiche (und aller anderen spracherwerbsrelevanten Bereiche) ist das quantitativ und qualitativ an die Bedürfnisse des Kindes angepasste Sprechvorbild Erwachsener von großer Bedeutung (vgl. FUCHS 2010, S. 11; ANDERS 2010, S. 23; PAPOUSEK 2001, S. 31 ff.; GRIMM 2012, S. 150 ff.).

## 3.2. AKUSTISCHE PHONETIK

„Die akustische Phonetik befasst sich mit der Untersuchung von Sprachsignalen und der Physik von Sprachlauten, die als Schallwellen beschrieben werden. Hier stehen die Analyse und Charakterisierung akustischer Parameter von Sprachlauten im Vordergrund“ (FLOHR/MÜLLER 2009, S. 48).

Aus physikalisch-akustischer Sicht bestehen Sprachlaute aus Schall. Bezüglich der gesprochenen Sprache sind die Phänomene der Rohschall-Erzeugung im Kehlkopf und die Modulation desselben im Ansatzrohr zu unterscheiden. Es entstehen bereits auf Glottis-Ebene durch das unterschiedliche Zusammenwirken von Ausatemstrom und Stimmlippenstellung bzw. Stimmlippenspannung die für das akustische Signal wesentlichen Größen: Zum einen die Stimmschallerzeugung durch die Glottis für stimmhafte, harmonische Sprachanteile, z. B. Vokale, zum anderen die für stimmlose Konsonanten nötige Geräuschbildung an der Glottis selbst oder an beliebigen Stellen des Ansatzrohres und zum dritten die Erzeugung des Rohsignals durch die Kopplung beider Prozesse bei stimmhaften Konsonanten (vgl. POMPINO-MARSCHALL 2003, S. 99).



Die Erzeugung des akustischen Signals der Konsonanten beruht auf der Veränderung der Luftströmung, wodurch diese an den lautspezifischen Hemmstellen (vgl. Kap. 3.1) durch die Verengung von einer laminaren (die Luftmoleküle behalten ihre Nachbarschaftsbeziehungen) in eine turbulente (Verwirbelung der Luftmoleküle) Strömung übergeht. Diese Verwirbelungen führen zu aperiodischen Schwingungen an der Einengungsstelle und entsprechen so der spektralen Charakteristik eines Geräuschs (vgl. WENDLER ET AL. 2005, S. 12).

Bei der Charakterisierung der Konsonanten spielt vor allem auch die zeitliche Struktur eine entscheidende Rolle für deren Analyse (vgl. LAZARUS ET AL. 2007, S. 66). Konsonanten sind unabdingbar für das Sprachverständnis, zugleich aber „intensitätsärmere Kurzzeit-Schallereignisse“ (SPRENG 2008 b, S. 36) als Vokale. Vor allem bei der Produktion von Konsonanten treten Modulationen von Intensität und Frequenz der Schallereignisse auf, die innerhalb kürzester Zeit ablaufen und dem Gehör eine enorme Diskriminationsfähigkeit abverlangen.

Bei der Stimmschallerzeugung führt die Komplexität des Schwingungsvorgangs der Glottis (Grundschiwingung des Muskels und Randkanten-Verschiebung) zur Entstehung eines Klanges. Diesen als primäres Stimmspektrum bezeichneten Klang hören wir nicht, da er unmittelbar nach Entstehung durch die Räume des Ansatzrohres modifiziert wird. Die Anzahl der Stimmlippenschwingungen pro Sekunde bestimmt die Grundfrequenz des akustischen Signals. Änderungen der Anzahl der Schwingungen werden überwiegend muskulär gesteuert, d. h. eine Zunahme der Stimmlippenspannung führt zu einer Steigerung der Grundfrequenz (und einer entsprechend veränderten Obertonstruktur), wobei ein erhöhter subglottischer Druck erforderlich ist, um die Schwingungsbewegung stärker gespannter Stimmlippen zu erzwingen.

Die Stärke der Luftdruckschwankung, ausgelöst durch die Stärke des Ausatemstroms und des daraus resultierenden subglottischen Drucks bestimmt die Amplitude des akustischen Signals. Ein Anstieg des subglottischen Drucks führt zu einer Vergrößerung der Amplitude, die Stimmlippenspannung passt sich dem erhöhten subglottischen Druck an, es kommt zu einer Steigerung der Stimmlippenspannung. Diesem Effekt kann entgegengesteuert werden, so dass eine in der Frequenz

kontinuierliche Schwingung trotz Veränderung der Amplitude aufrechterhalten werden kann. Weiterhin kommt es bei der Steigerung des subglottischen Drucks zur Verlängerung der Schlussphase und zu komplizierten zusammengesetzten Spektren mit mehr Obertönen (vgl. WENDLER ET AL. 2005, S. 78 ff.).

Bereits auf Stimmlippenebene kommt es also zur Entstehung eines Klanges, der die Grundlage für die Bildung der überwiegenden Anzahl der Laute der deutschen Sprache ist. In jedem Fall kommt der Phonation eine lautbildende Funktion durch die vorhandene oder nichtvorhandene Bereitstellung der Stimmklanganteile bei der Bildung der stimmhaften bzw. stimmlosen Laute zu. Abweichungen im Schwingungsverhalten führen z. B. durch unvollständigen Glottis-Schluss zu Turbulenzen unmodulierter Ausatemluft oder durch Aperiodizitäten im Schwingungsablauf zu geräuschhaften Anteilen im Klang (vgl. NAWKA/WIRTH 2008, S. 158).

Das im Kehlkopf entstandene primäre Stimmspektrum wird bei der Passage durch das Ansatzrohr modifiziert. Die Vokale sind dadurch gekennzeichnet, dass durch die Bewegung der Zunge verschiedene Hohlräume im Ansatzrohr entstehen, die dann durch ihre Frequenzcharakteristik als Resonator fungieren und den Kehlkopfklang in differenzierter Weise überformen, aber den Stimmklang ohne Hemmstelle passieren lassen und damit die Klangstruktur erhalten.

Durch die resonatorische Überformung entstehen die typischen Formant-Strukturen (Teilton-Energiemaxima im Klangspektrum vgl. Abbildung 4 im Kapitel artikulatorische Phonetik), die u. a. die Vokalunterscheidung ermöglichen (das Verhältnis von Formant 1 zu Formant 2 ermöglicht die Vokalunterscheidung, weitere Formanten zeigen individuelle Sprechermerkmale auf, da sie durch willentliche Bewegungen und daraus resultierende Querschnittsveränderungen nicht mehr beeinflussbar sind). Dementsprechend wirkt das Ansatzrohr auf das Spektrum wie ein akustisches Filter (Abb. 9).

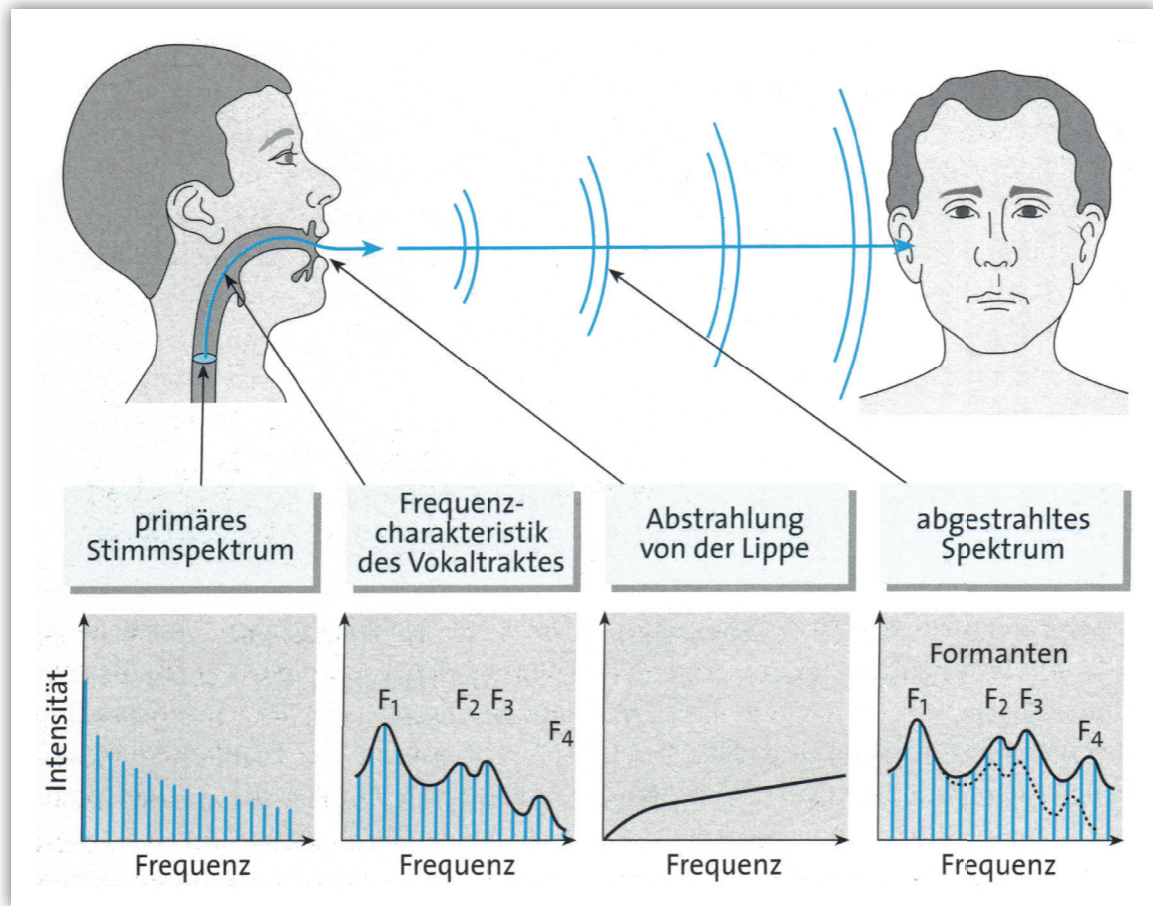


Abbildung 9: Quelle-Filter-Theorie aus Nawka/Wirth 2008, S. 64

Genauere Erläuterungen zu dieser Quelle-Filter-Theorie finden sich bei Pompino-Marschall (vgl. POMPINO-MARSCHALL 2003, S.102 ff.).

Dauer, Frequenz und Intensität bestimmter Laute bzw. der Sprache lassen sich im Sonogramm/Oszillogramm sichtbar machen (vgl. WENDLER ET AL. 2005, S.18 ff.). Allerdings lassen sich Sprachlaute im akustischen Signal nicht eindeutig voneinander abgrenzen. Weiterhin ist die hohe individuelle Ausprägung des akustischen Signals zu beachten. In der folgenden Abbildung (Abb. 10) ist das Sonogramm des Ausspruchs: „Ich saß auf dem Dach und konnte alles genau sehen“ dargestellt.

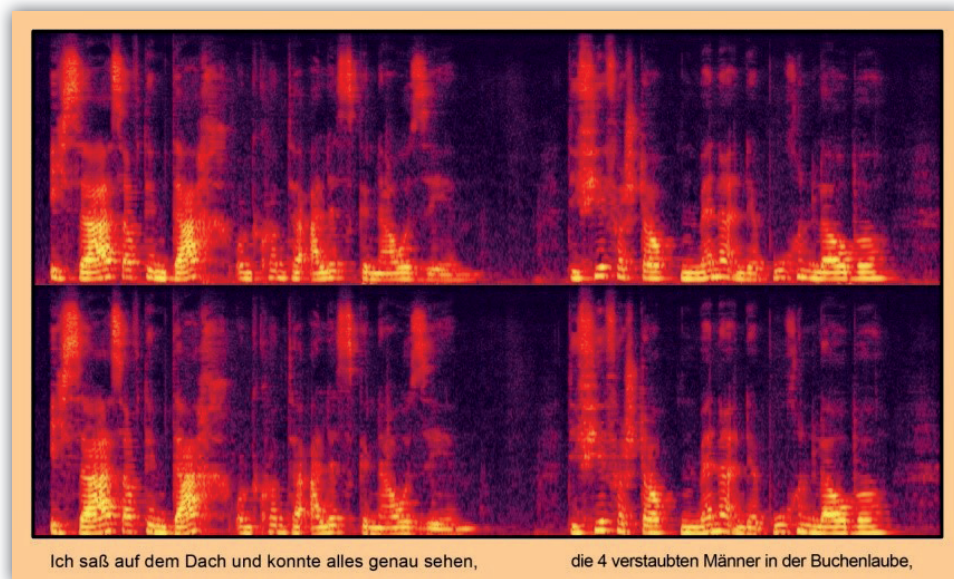


Abbildung 10: Sonagramm Stimmaufnahme (Sprecher: Oelze)

### 3.3. AUDITIVE PHONETIK

„Die auditive Phonetik beschäftigt sich in erster Linie mit den physiologischen Prozessen, die beim Hören einer Äußerung im Ohr ablaufen, und beschreibt die Wahrnehmungsfähigkeit der Hörorgane bezüglich der physikalischen Parameter des Sprachsignals“ (FLOHR/MÜLLER, 2009, S. 48).

Der adäquate Reiz für das Gehör ist Schall. Dieser gelangt über den Gehörgang und das Mittelohr in die Cochlea. Dort erfolgt die Umwandlung des akustisch-mechanischen Signals in ein bioelektrisches Signal, das über den Hörnerv bzw. die Hörbahn bis zum auditorischen Kortex weitergeleitet wird, wo die auditiven Informationen dann mit kognitiven, emotionalen und sprachlichen Inhalten verknüpft werden. Dementsprechend wird die auditive Wahrnehmung von anderen Prozessen (z. B. Vigilanz, selektive Aufmerksamkeit, Gedächtnis und Emotionen) beeinflusst (vgl. ROSENKÖTTER 2003, S. 36).

Der Schall wird von der Ohrmuschel aufgefangen und bewegt sich entlang des auditorischen Kanals (Gehörgang) zum Trommelfell. Durch die Form der Ohrmuschel

und der daraus resultierenden unterschiedlichen Schallwege sind bereits erste Richtungsunterscheidungen des eintreffenden Signals möglich. Außerdem verstärkt der Gehörgang durch seine Form und Länge Frequenzen im Bereich von 1-4 kHz (vgl. BIESALSKI/FRIEDRICH 1994, S. 3).

Zwicker verweist darauf, dass die Aufnahme der Schallschwingung durch das Trommelfell für denjenigen Frequenzbereich besonders gut ist, bei dem die Länge des Gehörgangs etwa  $\frac{1}{4}$  der Wellenlänge der Schwingung in Luft entspricht, weshalb der Mensch bei ca. 4000 Hz die größte Hörempfindlichkeit besitzt, aber auch eine sehr große Anfälligkeit für Schädigungen – bei 4000 Hz zeigen sich die ersten typischen lärmbedingten Hörverluste im Audiogramm (vgl. ZWICKER 1982, S. 21).

Das Trommelfell trennt das äußere Ohr vom Mittelohr (vgl. Abb. 11). Seine Schwingung erfolgt in Resonanz zum auftreffenden Schall. Eine wesentliche Voraussetzung für die gute Schwingungsfähigkeit des Trommelfells ist der über die Tuba Eustachii mögliche Druckausgleich. Das Trommelfell ist kugelförmig und nach innen hin mit den Gehörknöchelchen verbunden, so dass sich die Bewegungen des Trommelfells auf die Gehörknöchelchen übertragen und so die Informationen über Frequenz und Amplitude des Schall-Ereignisses bis zum ovalen Fenster weitergegeben werden. Dabei wird der niedrige Schallwellenwiderstand (Schall-Impedanz) der Luft an die hohe Impedanz des flüssigkeitsgefüllten Innenohrs angepasst. Die Schalldruckverstärkung wird erreicht durch die Fokussierung des Schalls aufgrund der konischen Form des Trommelfells, durch den Flächenunterschied zwischen Trommelfell und ovalem Fenster, durch die Hebelwirkung der Gehörknöchelchen und durch die Herabsetzung der Geschwindigkeit der Steigbügelbewegung im Vergleich zum Trommelfell. Ohne das Mittelohr gingen 98% der Schallenergie verloren (vgl. SCHMIDT et al. 2011, S. 319).

Der Schalldruck kann im Mittelohr auch abgeschwächt werden. Mit Hilfe des *M. tensor tympani* (Trommelfellspanner) und des *M. stapedius* (Steigbügelmuskel) wird bei Lautstärken über 80 dB durch deren Kontraktion (Stapediusreflex) ein Schallschutz von ca. 20 dB ausgelöst. Diese Schallschutzfunktion baut sich jedoch langsam auf und wirkt sich vor allem auf tiefe Frequenzen aus.

Bei einem Explosionsknall kann dieser Schutz nicht wirken, da der höchste Schalldruck in zu kurzer Zeit erreicht wird. Die Funktion dieses Reflexes wird daher eher in der „...Konstanthaltung der Spannungsverhältnisse zwischen Trommelfell, Gehörknöchelchen und Innenohr bei wechselnden Drucken in der Umwelt“ (PLATH 1992, S. 22) oder – evolutionsbiologisch begründet – in der Wahrnehmungssteigerung wichtiger Frequenzen (zwischen 2000 und 5000 Hz liegen viele für das Sprachverstehen wichtige Konsonanten und auch viele Umweltgeräusche) bei gleichzeitiger Dämpfung störender Frequenzen gesehen (vgl. HELLBRÜCK/ELLERMEIER 2004, S. 99).

Aus dieser Sicht scheint auch der „Prävokalisationsreflex“ sinnvoll, bei dem davon ausgegangen wird, dass der Steigbügelmuskel kurz vor Beginn des Sprechens kontrahiert. Hellbrück und Ellermeier (2004) schreiben dazu:

„Damit kann bewirkt werden, dass der eigene Sprachschall nicht die leisen hochfrequenten Töne der Umgebung maskiert. Das Hören und Verstehen von gesprochener Sprache, während man selbst spricht, wird dadurch erleichtert. Wahrscheinlich wird durch den Prävokalisationsreflex das empfindliche Gehör überhaupt vor der eigenen Stimme geschützt [... ] In prähistorischer Zeit dürfte die eigene Stimme der einzige Schall gewesen sein, vor dem das Ohr besonders zu schützen war [...] Das Schreien eines Kindes könnte jedoch in unmittelbarer Nähe des Ohres Schallstärken erreichen, welche in Anbetracht ihrer Dauer und Auftretenshäufigkeit die Schädigungsgrenze für das Gehör überschreiten könnten“ (HELLBRÜCK/ELLERMEIER 2004, S. 100).

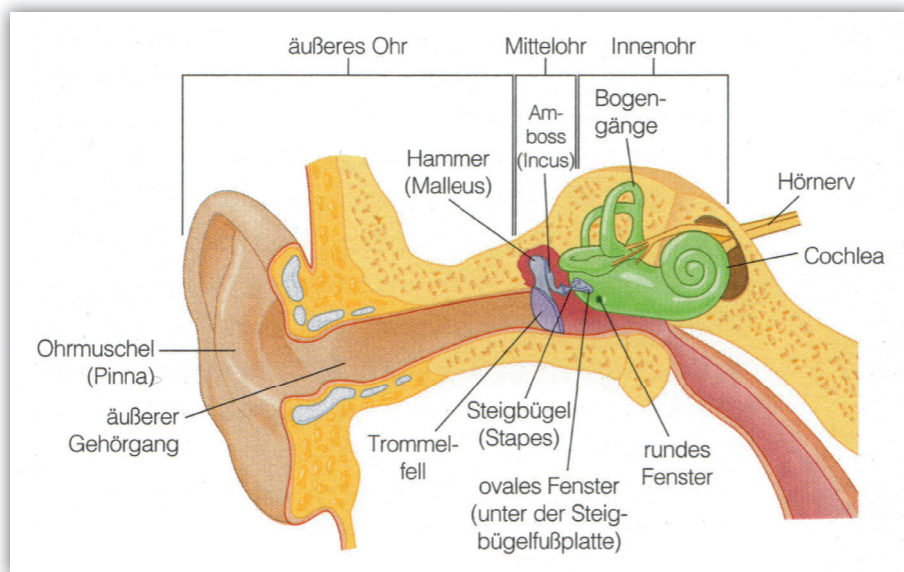


Abbildung 11: Darstellung des Ohres aus Goldstein 2008, S. 267

Vom Steigbügel werden die mechanischen Impulse an das ovale Fenster und damit an das Innenohr weitergegeben, wobei das Innenohr nicht nur über den Luftschall, sondern auch über Schwingungen der Schädelknochen (Knochenleitung) angeregt werden kann. Das Innenohr besteht aus dem schneckenförmigen Hörorgan (lat.: Cochlea) und dem Gleichgewichtsorgan, wegen seiner komplizierten Form auch als Labyrinth bezeichnet (vgl. WENDLER ET AL. 2005, S. 358).

Die Cochlea ist die Schnittstelle zwischen akustisch-mechanisch und elektrisch-neurologisch übermittelten Informationen. Die Schnecke hat ca. zweieinhalb Windungen und ist aus übereinanderliegenden membranösen Kanälen aufgebaut, der Scala vestibuli und der Scala tympani mit dazwischen liegender Scala media. Nach oben, gegenüber der Scala vestibuli ist sie durch die Reissnersche Membran abgegrenzt, gegenüber der untenliegenden Scala tympani durch die Basiliarmembran. Auf der Basiliarmembran befindet sich das Corti-Organ mit drei Reihen äußerer Haarzellen und einer Reihe innerer Haarzellen (Abb. 12). Die Stereozilien der drei Reihen äußerer Haarzellen werden durch die Tektorialmembran bedeckt.

Über den eintretenden Schalldruck wird in der Schnecke eine Wanderwelle ausgelöst, die zur Auslenkung der cochleären Membrane und damit zur Relativbewegung (Scherbewegung) zwischen oberer und unterer Membran führt. Weil die Tektorialmembran die Spitzen der längsten Stereozilien der äußeren Haarzellen berührt, kann sie bei dieser Relativbewegung die Stereozilien umbiegen (abscheren, auslenken, deflektieren) und dadurch die Sinneszellen adäquat reizen. Die Haarzellen besitzen eine Zellspannung (wie andere Zellen auch), eine Deflektion der Stereozilien infolge des Schallreizes führt zur Veränderung dieser Zellspannung. Hier erfolgt die Umcodierung des Schallreizes in ein körpereigenes elektrisches Signal, indem durch Spannungsveränderungen infolge der Abscherung der Stereozilien der inneren Haarzellen ein Botenstoff freigesetzt wird, der die Informationen zu den Nervenfasern des Hörnervs transportiert.

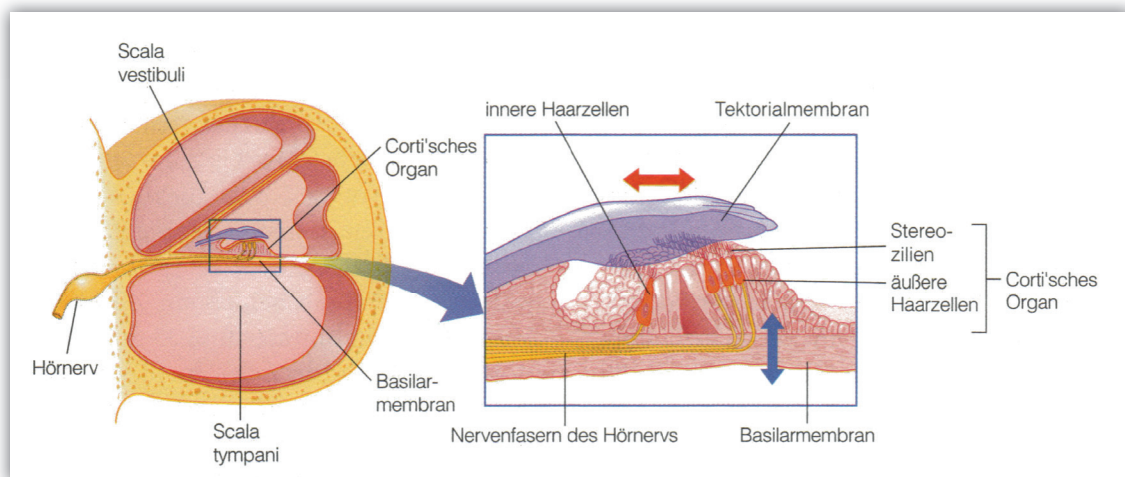


Abbildung 12: Cochlea-Querschnitt aus Goldstein 2008, S. 270

Die Weitergabe der im Schallreiz enthaltenen Informationen scheint ausschließlich über die inneren Haarzellen zu erfolgen (vgl. ZENNER, 1994, S. 13). Das eintreffende Schallsignal wird aber vermutlich von den äußeren Haarzellen vorverarbeitet, indem es aktiv verstärkt und verschärft wird. Die Verstärkung führt zur besseren Empfindlichkeit des Hörorgans bei niedrigen Schalldruckpegeln; die Verschärfung führt dazu, dass die Amplitudenmaxima der Wanderwelle extrem spitz werden. Vermutlich reagieren die gesamten äußeren Haarzellen im Sinne einer motilen Antwort durch leichte Auslenkung sowie einer Veränderung ihrer Länge auf den eintreffenden Schall und beeinflussen durch diese Bewegung die Schwingung der Basiliarmembran (vgl. GOLDSTEIN 2008, S. 275).



Damit lässt sich das hervorragende Frequenzunterscheidungs-Vermögen der Cochlea erklären, das die Grundlage des Sprachverständnisses ist. Diese scharfen Amplitudenmaxima bilden sich für jede Frequenz an einer anderen Stelle der Basiliarmembran aus. Jede Frequenz hat einen ‚zugewiesenen‘ Bereich, in dem sie wahrgenommen wird: hohe Frequenzen an der Schneckensbasis, tiefe Frequenzen an der Schneckenspitze. Ein komplexes, aus mehreren Tonhöhen bestehendes Schallereignis wird dementsprechend an verschiedenen Stellen entlang der Basiliarmembran wahrgenommen. Diese Ortsgebundenheit wird auch Tonotopie genannt (vgl. WENDLER ET AL. 2005, S. 361).

Die durch die beschriebenen Vorgänge entstandene neuronale Erregung wird über Hörnerv, Hirnstamm und die Hörbahn zum auditiven Kortex im Temporallappen weitergeleitet (Abb. 13). Dabei sind mindestens fünf bis sechs hintereinandergeschaltete Neurone beteiligt, die durch Kollaterale und Interneurone zu einer ausgedehnten neuronalen Vernetzung des auditiven Systems führen.

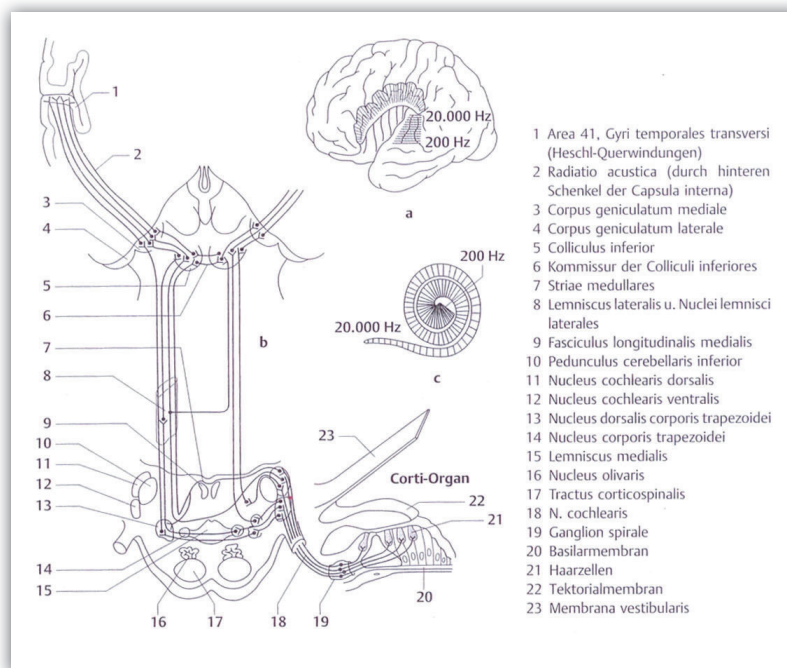


Abbildung 13: Schematische Darstellung der Hörbahn aus Hesse 2008, S. 22

Der N. cochlearis verlässt das jeweilige Innenohr, wobei sich seine afferenten Fasern teilen und im Hirnstamm zum N. cochlearis ventralis bzw. zum N. cochlearis dorsalis ziehen, um dort zum zweiten Neuron umgeschaltet zu werden. Der Hörnerv besteht aus einer großen Zahl afferenter Nervenfasern, wovon 90% nur eine Synapse mit einer inneren Haarzelle haben. An das Gehirn werden im Wesentlichen die Informationen der inneren Haarzellen weitergeleitet und zwar (aufgrund des Tonotopie-Prinzips der Cochlea) entsprechend der Erregungsfrequenz der inneren Haarzelle. Darüber wird die Tonhöhe des Schallsignals kodiert. Die Zeitdauer des eintretenden Signals wird über die Dauer der Aktivierung der Nervenfasern kodiert und der Schalldruck wird über die Entladungsrate kodiert – bei höheren Lautstärken durch die Aktivierung benachbarter Fasern (vgl. SCHMIDT ET AL. 2011, S. 329).

Die zweiten und höheren Neurone kreuzen teilweise in die kontralaterale Hirnhälfte, so dass binaurales Hören möglich ist. So ziehen z. B. die vom N. cochlearis ausgehenden Fasern zum Teil zur oberen Olive der gleichen Seite, ein Teil zieht zur Olive der anderen Seite. Dadurch ist jedes Innenohr sowohl mit der rechten, als auch mit der linken Hörrinde verbunden. Bereits ab der Höhe der Olivenkerne können die eintreffenden Informationen beider Seiten verglichen werden, was die Lokalisation des eintreffenden Schalls (Richtungshören) möglich macht.

Das beidohrige Hören spielt auch eine große Rolle beim Hören im Störschall (Lärm). Dabei wird die akustische Raumorientierung genutzt, um einen individuellen Sprecher zu identifizieren, damit man sich ihm zuwenden und die Konzentration auf diesen Sprecher lenken kann, was unter Nutzung von Intensitäts-, Phasen- und möglicherweise auch Laufzeiten-Unterschieden das Verstehen möglich macht. Dafür erfolgt vermutlich eine aktive Steuerung der Cochlea durch das efferente System, um bestimmte charakteristische Eigenschaften des Nutzsignals vor dem Hintergrundrauschen klarer zu diskriminieren (vgl. ZENNER 1994, S. 132).

Die höheren Neurone verlaufen von der oberen Olive im Hirnstamm wiederum sowohl auf der gleichen Seite als auch auf der Gegenseite nach neuer Umschaltung zum Colliculus inferior im Mittelhirn und anschließend zum Corpus geniculatum mediale im Thalamus, von dort aus ziehen sie zur primären Hörrinde (der Heschl-Querwindung) des Temporallappens. Die Hörbahn mündet in den auditorischen

Kortex, der im oberen Temporallappen liegt (vgl. GOLDSTEIN 2008, S. 280). Er wird in die drei Teilbereiche primärer, sekundärer (auch Gürtel) und tertiärer (auch erweiterter Gürtel oder assoziativer auditorischer Kortex) Kortex unterteilt.

Die höheren Neurone dienen nicht nur der Weitergabe der kodierten Informationen, sondern sie sind auf die Erkennung bestimmter Muster im Schallsignal spezialisiert. Obwohl das Ortsprinzip bis zum auditorischen Kortex erhalten bleibt, reagieren sie auf spezielle Schallmuster und aktivieren oder hemmen bestimmte weiterführende Fasern. Weiterhin gibt es Neurone, die auf bestimmte Frequenzab- oder -zunahmen reagieren, auf Beginn oder Ende des Signals, auf die Mindestzeitdauer oder auf Amplitudenänderungen im Signal. Auch wenn diese Merkmalsextraktionen im auditiven Kortex noch stärker ausgeprägt sind (vgl. dazu z. B. den Effekt der fehlenden Grundfrequenz EBD. S. 284 ff.) als im Verlauf der Hörbahn, so wird das eintreffende Schallsignal bereits vor den Analyseprozessen des auditiven Kortex vorverarbeitet, d.h. das im Kortex zur Verarbeitung zur Verfügung stehende Signal entspricht nicht dem am Ohr eingehenden Signal.

Die beschriebene Spezialisierung der Neurone erlaubt die zunehmende Mustererkennung innerhalb von Schallreizen. Aus solchen akustischen Mustern bestehen z. B. Laute bzw. Wörter – also gesprochene Sprache (für genauere Ausführungen vgl. SPRENG 1994, S. 28 ff.). „Nur der Informationsgehalt, nicht das ganze Signal, wird dadurch zum Kortex weitergeleitet“ (ZENNER 1994, S. 118).

Auch wenn viele Leitungs- und Vorverarbeitungsphänomene erklärt werden können (die meisten Erkenntnisse über die Verarbeitungsaufgaben höherer zentralnervöser Zentren stammen aus Messungen an narkotisierten Tieren) (vgl. SPRENG 1994, S. 28), so dass eine Ähnlichkeit dieser Vorgänge beim wachen menschlichen Gehör nur vermutet werden kann, so ergeben sich noch verschiedene Probleme, die die auditive Sprachwahrnehmung aus dem Signal erschweren.

Das Hauptproblem besteht darin, dass das auditive Sprachsignal nicht klar gegliedert ist, wodurch das Problem der Einheitenbildung entsteht. Während bei der Schriftform Wortgrenzen erkennbar werden, handelt es sich bei gesprochener Sprache um einen kontinuierlichen Lautstrom, und Pausen im Sprachsignal müssen

nicht mit den im Allgemeinen wahrgenommenen Pausen zwischen Wörtern übereinstimmen. Vielmehr handelt es sich eher um artikulatorische Pausen, z. B. bei Explosiven. Weiterhin gibt es keine eindeutige Übereinstimmung zwischen einzelnen, in akustische Signale überführten Phonemen. Die große Variabilität entsteht zum einen durch verschiedene Sprecher und deren Artikulationsmerkmale (Sprechtempo, Akzent, Geschlecht usw.) zum anderen aber auch aufgrund der koartikulatorischen Prozesse (vgl. 3.1) und der intraindividuellen Schwankungen – zwei Realisierungen derselben Äußerung fallen nicht identisch aus.

Obwohl bei der individuellen Lautproduktion kein akustisches Signal dem anderen gleicht, sondern nur annähernd ähnlich ist, ist es möglich, Sprache zu identifizieren. Obwohl äußere Einflüsse wie Störgeräusche oder Hall das akustische Signal beeinflussen, oder aus einer Mischung akustischer Signale das wesentliche Signal herauszufiltern ist, muss das Ergebnis aber als identische Äußerungen erkannt werden. Die Frage, wie die Sprachwahrnehmung die Probleme der Unsegmentierbarkeit, der fehlenden Invarianz und der kategorialen Wahrnehmung löst, sind nach wie vor nicht ausreichend geklärt (vgl. POMPINO-MARSCHALL 2003, S.160 ff.; GOLDSTEIN 2008, S. 318 ff.).

Auch Verbindungen zwischen Sprachproduktion und Sprachwahrnehmung werden seit der ‚Motorischen Theorie der Sprachwahrnehmung‘ von Liebermann aus dem Jahr 1967 immer wieder diskutiert (vgl. GOLDSTEIN 2008, S. 330 ff.). Selbst visuelle Effekte können die Sprachwahrnehmung beeinflussen, wie der McGurk-Effekt zeigt (vgl. WIESE 2011, S. 40 ff.).

Die Leistungsfähigkeit des auditiven Systems übersteigt die des visuellen Systems hinsichtlich der minimalen Energie und der Geschwindigkeit der Analyse schnell veränderlicher Vorgänge (vgl. SPRENG 1994, S. 1; LIEDTKE 2010, S.12 ff.). Die hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit führt dazu, dass das akustische Ereignis und dessen Interpretation als gleichzeitig wahrgenommen werden. Ein Beispiel für eine solch schnelle Analyse einer Artikulationsfolge beschreibt Spreng anhand der Silbe /ba/. Dabei muss das Gehör den Konsonanten innerhalb von 20 bis 400 ms erkennen und grob dekodieren (vgl. SPRENG 2008A, S. 119).

Von bestimmten, grob zu analysierenden Amplitudenmaxima des kurzen Konsonanten gehen Frequenzmodulationen (Transitionen bzw. Transienten) in die beiden Formanten des nachfolgenden Vokals über. Diese sind während einer mittleren Dauer von ungefähr 300 ms hinsichtlich ihrer Frequenz im Frequenzbereich 700 - 3000 Hz zu analysieren. Nach dem Plosivlaut liegt noch ein geräuschfreies Intervall mit einer Dauer von 30 - 80 ms vor. Für die Erkennung des Lautes muss diese Pause ebenfalls durch unser Gehör relativ genau ausgemessen werden (Abb.14).

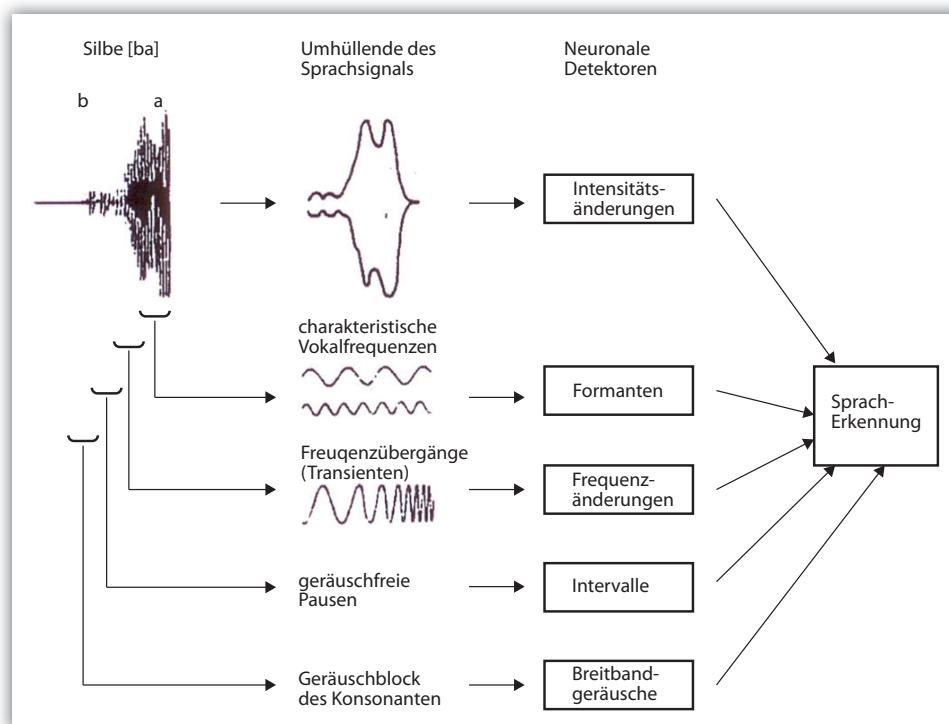


Abbildung 14: Erkennung der Silbe /ba/ aus Spreng 2008a, S. 119

Die Sprachwahrnehmung hängt aber nicht nur von den empfangenen akustischen Signalen ab (bottom-up-Prozesse), auch das Wissen um Sprache und der situative sprachliche Kontext haben im Sinne von top-down-Prozessen erleichternden Einfluss auf die Sprachwahrnehmung. In den meisten psycholinguistischen Modellen erfolgt nach der physikalischen Reizverarbeitung der Zugriff auf das mentale Lexikon, wo nach dem Vergleich der relevante Eintrag ausgewählt wird.

Der Prozess der auditiven Worterkennung lässt sich als ein sequentielles Verarbeiten des eingehenden Sprachsignals beschreiben, wobei der Zuordnungsprozess zwischen Sprachsignal und mentalem Lexikon im Sinne einer Parallelverarbeitung bereits mit dem ersten identifizierten Laut des Sprachsignals beginnt.

Wahrscheinlich werden die Strukturen der Vokale schneller bzw. voreilend analysiert. Erklärbar wäre das durch die Aufspaltung der Verarbeitungsbahnen nach den Cochlearis-Kernen in eine schnellere Verbindung direkt zwischen Cochlearis-Kern und Vierhügel und der langsameren Verbindungsbahn über Trapezkörper und laterale Schleife zu den höheren Zentren (vgl. SPRENG 1994, S. 29).

Vokale sind durch Verdeckungseffekte weniger beeinflussbar als Konsonanten. So werden Einträge, die ebenfalls mit diesem Laut beginnen aktiviert (Abb. 15). Mit jedem weiteren identifizierten Laut des Sprachsignals sinkt nun die Anzahl der in Frage kommenden Einträge, bis nur noch ein Wort dem eingehenden akustischen Signal entspricht. Dieser Worterkennungsvorgang ist aufgrund der top-down-Prozesse oft bereits vor dem tatsächlichen Ende eines Wortes beendet (vgl. auch MARSLEN-WILSON/ WELSH 1978).

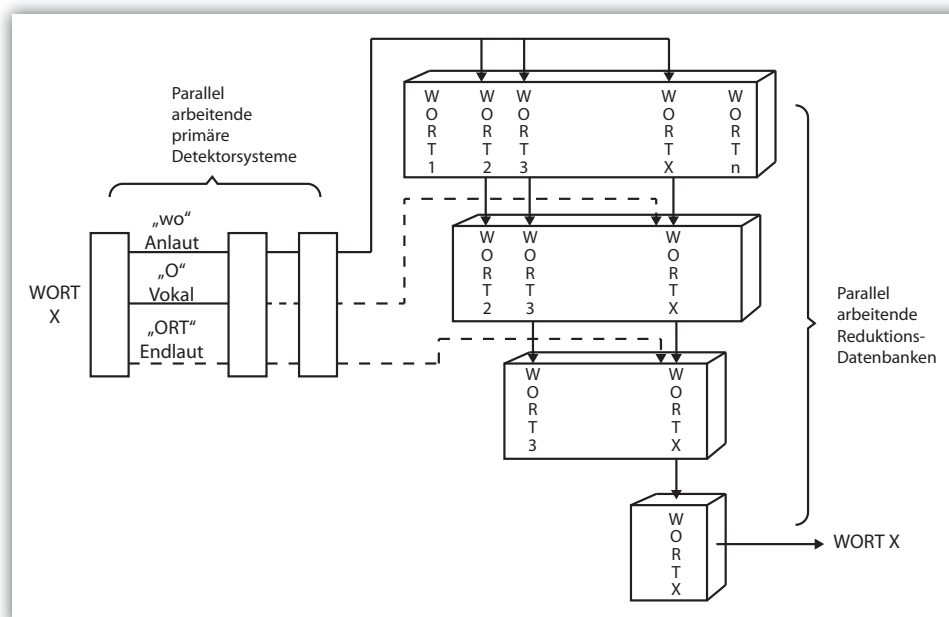


Abbildung 15: Schema paralleler Verarbeitung bei der Worterkennung aus Spreng 2008a, S. 124

Auch das Hörvermögen bzw. die Entwicklung der auditiven Sprachverarbeitung ist Reifungs- und impliziten Lern-Prozessen unterworfen (vgl. WERNER 2007, S. 276 ff.). Das Gehör entwickelt sich bereits im Mutterleib in der 14. bis 24. Entwicklungswoche, bereits vor der Geburt rufen akustische Reize nachweisbare Reaktionen hervor (vgl. MATSCHKE 1993, S. 159; KRAL 2009, S. 9). Das Innenohr reift schon intrauterin aus, die zentralen Bahnen allerdings nur bis zum Hirnstamm.

Die meisten afferenten Verbindungen bilden sich bis ca. zum 5. Monat. Während der Zeit der ersten beiden Lebensjahre nimmt die Zahl der synaptischen Verbindungen im zentralen Hörsystem explosionsartig zu. Damit werden die Voraussetzungen für die Sprachanalyse und darüber hinaus auch für die Sprachproduktion gelegt. Funktionell ist das zentrale Hörsystem aber erst im Pubertätsalter voll ausgereift. Dabei zeigt sich eine große erfahrungsabhängige Plastizität des Gehirns (vgl. KLINKE 2008, S. 6 ff.).

Alle auditiven Wahrnehmungsleistungen müssen erworben werden (für eine Übersicht der Entwicklungszeiträume vgl. LAUER 2006, S. 16). So zeigte eine Untersuchung von Hazan und Barrett (2000) bei 84 Kindern zwischen 6 und 13 Jahren, dass die Fähigkeit zur Identifikation von Phonemen in dieser Altersspanne stark zunimmt, im Alter von 12 Jahren aber immer noch nicht den Fähigkeiten der Erwachsenen der Kontrollgruppe entspricht (vgl. HAZAN/BARRETT 2000, S. 386 ff.). Die zuständigen neuronalen Systeme entwickeln ihre charakteristischen Eigenschaften aus ererbten Dispositionen und unter dem Einfluss akustischer Reize (vgl. PASCHER/BAUER 1998, S. 523 ff.).

Während die Auswirkungen von Hörstörungen auf die Entwicklung der verbalen Kommunikationsfähigkeit (Sprechen und Hören) gut untersucht sind, ist die Frage, inwieweit Lärm die Entwicklung dieser Fähigkeiten erschwert, zwar theoretisch ableitbar (vgl. SPRENG 2004, S. 1 ff.), empirische Nachweise sind aber aufgrund der Vielfalt der möglichen Einflüsse schwer zu ermitteln und bisher nicht bekannt.

## 4. LÄRM<sup>2</sup>

Lärm ist definiert als unerwünschter Schall (vgl. HELLBRÜCK/FISCHER 1999, S. 21; ISING/MASCHKE 2000, S. 4; GUSKI 1987, S. 9; SEIDEL/KREISEL 1998, S. 301). Für viele Menschen ist Lärm das größte Umweltproblem, wobei vor allem Verkehrslärm, Nachbarschaftslärm und Lärm, der durch die Industrie verursacht wird, zu Belästigungen führt (vgl. SCHAPS ET AL. 2008, S.152).

Jeder Mensch ist tagtäglich von Geräuschen umgeben. Über das Ohr werden diese Geräusche permanent kontrolliert, weil das Ohr im Gegensatz zum Sehsinn über keinen Schutzmechanismus zur Unterbindung des akustischen Informationsflusses verfügt. Ob ein Geräusch als Lärm empfunden wird, ist vor allem abhängig von der individuellen Beurteilung durch den betroffenen Menschen, d.h. die Lautstärke ist nicht die alleinig bestimmende Größe für die Empfindung eines Geräusches als Lärm (vgl. GUSKI 1987, S. 9). Allerdings treten Lärmwirkungen auch dann auf, wenn sie dem Betroffenen nicht bewusst sind und auch dann, wenn das Geräusch erwünscht ist, z.B. beim Hören lauter Musik. Hier kann bei zu lautem Musikgenuss ein Gehörschaden auch bei einer positiven subjektiven Bewertung entstehen. Ebenso kann ein Geräusch (z.B. das Summen einer Mücke) störend sein und dennoch kaum als Lärm bezeichnet werden (vgl. HELLBRÜCK/FISCHER 1999, S. 211; GUSKI 2000, S. 155).

Lärm kann unterschiedlichen Erzeugerquellen zugeordnet werden wie Fluglärm, Straßenlärm, Schienenlärm, Industrielärm, Baustellenlärm, Freizeitlärm oder Nachbarschaftslärm. Diese unterschiedlichen Quellen produzieren Geräusche, die durch verschiedene Frequenzspektren und Intensitäten charakterisiert sind. Sie werden auch unterschiedlich empfunden. Dementsprechend kommt es zu Beurteilungsdifferenzen verschiedener Geräuschquellen, selbst wenn sie gleich laut sind (im Allgemeinen wird Meeresrauschen – bei gleicher Lautstärke – nicht als so störend empfunden wie Verkehrslärm).

---

<sup>2</sup> Teile dieses Kapitels und der Diskussion sind veröffentlicht in: Oelze, Vera (2014): Ist kompetente Sprachförderung im Lärm möglich? In: Sallat, Stefan, Spreer, Markus, Glück, Christian W. (Hrsg): Sprache professionell fördern. Idstein, Schulz-Kirchner, S.258 -264.



Viele der lärmbezogenen Forschungsergebnisse sind in Laboruntersuchungen entstanden, Forschungen im Feld beziehen sich meist auf Verkehrs- bzw. Fluglärm, (vgl. BABISCH 2004, GUSKI ET AL. 2004, ISING/MASCHKE 2000, GRIEFHAHN ET AL. 2007). Es ist fraglich, ob sich diese Ergebnisse 1:1 auf andere Lärmsituationen, also auch auf Lärm im Kindertagesstätten übertragen lassen. Im Folgenden sollen die verschiedenen Aspekte des Wissens über Lärm, der für den Kindergartenbereich relevant ist, vorgestellt werden.

### 4.1 LÄRM ALS BELASTUNGSFAKTOR BEI ERZIEHERINNEN

Bei verschiedenen Befragungen von Erzieherinnen bezüglich ihrer Arbeitssituation zeigen sich neben der hohen Identifikation mit ihrer Tätigkeit und der überwiegenden Zufriedenheit mit der Arbeitssituation auch belastende Faktoren. Diese beziehen sich vor allem auf den als erheblich wahrgenommenen Zeit- und Personalmangel, wodurch die Zuwendung zum einzelnen Kind kaum möglich wird und auf Belastungen, die durch die Arbeitsumgebung bedingt sind. Im Folgenden sollen letztere genauer betrachtet werden:

In einer Studie von Gebser (1996) (N=80 Erzieherinnen) fühlten sich 90 Prozent der Befragten durch Lärm belastet, gefolgt von den Belastungsfaktoren „pausenlose Aufmerksamkeit“ (84%) und „Kinderzahl in der Gruppe“ (78 %). Weiterhin benannten 71% die hohe Sprechbelastung als Belastungsfaktor (vgl. GEBSER 1996, S.58 ff.).

Im BGW-DAK Stressreport (vgl. BERGER ET AL. 2004, S.11 ff.) wurden 8015 Personen aus 23 Berufsgruppen zu stressrelevanten Arbeitsbedingungen befragt. Dabei kristallisierte sich die Gruppe der Erzieherinnen im Laufe der Untersuchung als eine der besonders stark belasteten Berufsgruppen heraus. Bei einer differenzierten Befragung der Erzieherinnen (N= 622) zeigte sich, dass die Umgebungsbedingungen überdurchschnittlich belastend empfunden wurden, während psychische Belastungsfaktoren (z. B. Arbeitsbelastung, Unterbrechungen

usw.) als durchschnittlich belastend eingeschätzt wurden. Berger et al. führten die überdurchschnittliche umgebungsbedingte Belastung der Erzieherinnen auf den Lärm zurück (vgl.EBD., S.35).

Seibt et al. (2005) fragten innerhalb des Projekts „Netzwerk für gesunde Beschäftigte in Kindertagesstätten“ nach Belastungsfaktoren im Arbeitsalltag und beschreiben als Ergebnis ihrer Befragung folgende Hauptbelastungsfaktoren:

- Lärm (82%),
- nicht erwachsenengerechte Möbel (58%) sowie
- Konflikte mit den Eltern (47%).

Ein Teilprojekt innerhalb dieser Studie stellte die Durchführung eines Gesundheitszirkels in einer der beteiligten Kitas (N = 54) dar. Prä- und Postmessungen zeigten, dass die Rangfolge der von den Erzieherinnen angegebenen Belastungsfaktoren zu beiden Messzeitpunkten bezüglich des Lärms unverändert die erste Position behielt und deren Belastungsempfinden sogar von 89% auf 94% stieg, während die anderen Belastungsfaktoren variierten (vgl. SEIBT ET AL. 2005, S. 97).

In einer Befragung von Erzieherinnen (N= 310) in Sachsen-Anhalt beklagten

- 50% Belastung durch Lärm (32% davon empfinden ihn als ziemlich bis stark belastend),
- 61% die nicht ergonomiegerechten Tische und Stühle,
- 70% die hohe stimmliche Belastung (32% davon ziemlich bis sehr stark belastet) und
- 74% die ungünstige Körperhaltung

(vgl. RUDOW 2005, S. 5).

Die KiTa-Studie der GEW aus dem Jahr 2007 (N= 1900) kam aufgrund der Fragebogenanalyse zu folgenden Hauptbelastungen: Zeit- und Personalmangel sowie Lärm. Bezüglich der Schweregrad-Beurteilung der Belastungsfaktoren (Skala: 1 – gering bis 5 – sehr stark) erhielt der hohe Geräuschpegel den stärksten Mittelwert (3,94) (vgl. GEW 2007, S. 41 ff.).

Rudow ermittelte 2007 in einer Vergleichsuntersuchung in Baden-Württemberg (N=80) folgende Belastungen bezüglich der Arbeitsumgebung:

- den Lärm empfanden 79,5% als zu hoch (43,5% fühlten sich dadurch stark belastet, 43,5% etwas belastet);
- ähnlich hohe Werte zeigten sich bei der stimmlichen Belastung, diese empfanden 78,7 % als hoch.
- Belastungen aufgrund der Körperhaltung im Arbeitsalltag empfanden 73,3% als zu hoch (vgl. RUDOW 2007, S. 53).

Krause-Girth et al. (2011) führten zwischen 2008 und 2010 ein Projekt zur geschlechtsspezifischen Prävention psychosozialer Probleme in städtischen Kindertagesstätten und ihren Auswirkungen auf die Arbeitsbelastung und Gesundheit des pädagogischen Personals in sechs Darmstädter Kitas durch. Innerhalb dieses Projekts wurden auch Fragebögen (N= 273) zu Ressourcen und Belastungen im Beruf erhoben. Auf die Frage nach der Notwendigkeit von Maßnahmen, die die derzeitigen Arbeitsbedingungen verbessern, erachteten es 81% als unbedingt / sehr notwendig, mehr Vor- und Nachbereitungszeit zur Verfügung zu haben. An zweiter Position benannten 76% die Verbesserung des Lärmschutzes (Mittelwerte aus fünf Befragungen während der Dauer des Projekts) (vgl. KRAUSE-GIRTH ET AL., 2011, S. 21).

Eine Übersicht über die genannten Untersuchungen findet sich in der folgenden Tabelle:

Untersuchung	Lärmbelastung	andere genannte Belastungen (Bsp.)
Gebser (1996) N = 80	90% fühlten sich durch Lärm belastet	84% pausenlose Aufmerksamkeit 78% Kinderzahl/Gruppe 71% hohe Sprechbelastung
BEW-DAK Stressreport (2004) N = 622 Erzieherinnen (Gesamt N = 8015 aus 23 Berufsgruppen)	Umgebungsbedingung Lärm überdurchschnittlich belastend für Erzieherinnen im Vergleich mit den anderen Berufsgruppen	
Seibt et al. (2005) N = 54	82% Lärm bleibt auch nach Gesundheitszirkel Hauptbelastungsfaktor (Anteil steigt auf 94%)	
Rudow (2005) N = 310	50% Lärm (32% davon finden Lärm stark belastend)	61% nicht ergonomiegerechte Möbel 70% hohe Stimmbelastung
Rudow (2007) N = 80	79,5%	78,7% hohe Stimmbelastung 73,3% Körperhaltung
GEW (2007) N = 1900	35 Merkmale nach Schweregrad eingeschätzt (5 Punkte-Skala) Lärm = höchster Mittelwert: 3,94	Personal- und Zeitmangel Körperliche Anstrengung
Krause- Girth (2011) N = 273	Frage nach wichtigsten Verbesserungen für die Arbeitssituation 76% wünschen bessern Lärmschutz	81% wünschen mehr Vor- und Nachbereitungszeit

Tabelle 1: Lärmbelastungen bei Erzieherinnen

Die dargelegten Untersuchungsergebnisse zeigen:

Auch wenn Belastungsfaktoren durch unterschiedlich hohe Reizschwellen sehr individuell wahrgenommen, bewertet und verarbeitet werden, gibt es eine deutliche Übereinstimmung bezüglich der grundsätzlichen Relevanz des Faktors Lärm. Erzieherinnen beschreiben körperliche Belastungen, Stress und vor allem Lärm als arbeitsumgebungsbedingte Hauptbelastungsfaktoren ihres Berufsalltags.

## 4.2 LÄRMMESSUNGEN

Wie eingangs erläutert, sind die empfundene Belastung und die Auswirkungen von Lärm auf Kommunikationssituationen nicht an die Lautstärke allein gebunden. Für die aurale Wirkung im Sinne einer Lärmschwerhörigkeit ist die Lautstärke jedoch ein entscheidendes Kriterium. Dieroff schreibt: „Lärmbelastungen unter  $L = 85$  dB(A) sind allgemein nicht gehörgefährdend. Dieser Grenzwert stellt die kritische Intensität dar“ (DIEROFF 1994, S. 247).

Auch wenn man bei Lärmmessungen nicht vordergründig an Bildungseinrichtungen oder gar Kindertagesstätten denkt, so liegen einige Untersuchungen vor. Bei diesen Messungen wurde zumeist der Mittelungspegel bestimmt, also ein Wert, der die Schallpegel einer Stunde, eines ganzen Tages oder mehrerer Tage mittelt ( $L_{eq}$ ), wobei es im jeweiligen Verlauf leisere und lautere Phasen gibt.

DIEROFF und SIEGERT (1964, S. 277) führten Lärmmessungen in der Mitte des Raumes in vier Kindertagesstätten durch und ermittelten durchschnittliche Pegel von 63 – 88 dB. Während der Spielperioden wurden Schallpegel von 80 – 90 dB gemessen, 100 dB-Pegel wurden kurzzeitig überschritten. WAGNER (1974, S. 139) ermittelte in zwei Kindereinrichtungen in Halle Neustadt Mittelungspegel für den Kindergartenbereich in Höhe von  $L_{eq} = 79$  dB und für den Krippenbereich  $L_{eq} = 76$  dB.

Pahn und Neumann (1979) führten Messungen in 10 neuerbauten Kindergärten in Rostock und Karl-Marx-Stadt durch und ermittelten Mittelungspegel von 79,3 dB(A). Sie bemerkten weiterhin, dass die Gesamtlautstärke in den Räumen während des freien Spiels bzw. anderer vergleichbarer Tätigkeiten erst dann merklich sank, als die Zahl der anwesenden Kinder unter 10 lag (vgl. PAHN/NEUMANN 1979, S. 170/171).

Buch und Frieling führten 2002 Lärmmessungen mit Hilfe von Schallpegelmessern direkt an den Erzieherinnen durch und erfassten dabei alle Lautstärkeereignisse eines Arbeitstages, die 80 dB(A) überstiegen. Alle Messungen ergaben Werte über 80 dB(A), 100 dB(A) wurden lediglich im Frühdienst nicht überschritten, bei morgendlichen Besprechungen (weniger als 10 Kinder) und in der nachmittäglichen Beschäftigungsphase. Der maximale Spitzenpegel lag bei 113 dB(A). Dabei ergaben sich bei der Bestimmung der Mittelungspegel von Messungen an 18 Erzieherinnen für 2 Erzieherinnen Werte unter 80 dB(A), für 9 Erzieherinnen Werte zwischen 80 -85 dB(A) und für 7 Erzieherinnen Werte über 85 dB(A) (vgl. BUCH/FRIELING 2002, S.103 ff.).

Khan (2004) berichtet innerhalb eines Gesundheitsprojekts in Kindergärten von Lärmmessungen. Diese ergaben Mittelungspegel von 65 – 81 dB(A) (vgl. KHAN 2004, S. 5).

Eysel-Gosepath et al. (2010) führten in einem Kölner Kindergarten über 5 Tage (jeweils 8h) Messungen bei 8 Erzieherinnen in Ohrhöhe und Lärmmessungen in vier Gruppenräumen durch:  $L_{eq}$  betrug im Mittel am Ohr der Erzieherinnen  $80,1 \pm 2,3$  dB(A) und in den Gruppenräumen  $70,87 \pm 2,5$  dB(A), die gemessenen Maximalwerte  $L_{max}$  lagen – gemessen bei den Erzieherinnen bei  $112,55 \pm 2,3$  dB(A) und in den Räumen bei  $103,77 \pm 8,1$  dB(A) (vgl. EYSEL-GOSEPATH ET AL. 2010, S. 1015).

Neumann und Swoboda (2010) führten die Lärmmessungen in verschiedenen Situationen des Kindergartenalltags durch, z.B. bei Gesprächen im Stuhlkreis, beim Singen, bei freien Spielphasen oder während der Bewegungszeiten im Mehrzweckraum und ermittelten mittlere Schallpegel in Ohrhöhe der Erzieherinnen von 83,3 dB(A). Ergänzt wurden diese durch Messungen in der Raummitte mit Hilfe eines oberhalb der Kopfhöhe aufgehängten Schallpegelmessgerätes. Diese ergaben mittlere Schallpegel von  $L_{eq} = 77,5$  dB(A). Aus der Differenz dieser Messungen leiteten sie ab, dass die eigene Stimme einen wesentlichen Einfluss auf das lautere Ergebnis an der einzelnen Person hat. Weiterhin verweisen sie darauf, dass der Kindergartenalltag auch ruhigere Phasen bietet, so dass sie die tagesbezogene Lärmbelastung bei 80 dB(A) ansetzen. Das Risiko einer Gehörschädigung sei bei diesen Lautstärkepegeln gering (vgl. NEUMANN/SWOBODA 2010, S. 10).

Leider gab es in allen genannten Untersuchungen keine Hinweise auf Lärmmessungen in Ohrhöhe der Kinder. Hier scheinen Schwierigkeiten in der technischen Umsetzung zu bestehen: die notwendigen technischen Geräte sind zu schwer und zu sperrig, um sie kleinen Kindern im Kindergartenalltag zuzumuten (vgl. MCLAREN 2009, S. 3-6).

Lärm in Kindertagesstätten ist nicht nur in Deutschland ein Problem. Ähnliche Messergebnisse finden sich in Untersuchungen aus Italien (vgl. PEREGO et al. 1996, S. 550), wo Messungen in zehn Kindergärten einen  $L_{eq}$  von 80,2 dB(A) ergaben.

Eine Untersuchung von 176 Institutionen in Dänemark (vgl. BUPL 1998, S. 16; BISTRUP 2001, S. 34) führte zu folgenden Mittelungspegeln: in Kinderkrippen  $L_{eq}$  80,3 dB(A), in Kindergärten  $L_{eq}$  79,9 dB(A) und im Hort  $L_{eq}$  über 85 dB(A).

Bei Messungen in Finnland (vgl. SALA et al. 2002, S. 24) ergaben die Lärmmessungen im Raum durchschnittlich 67 dB(A).

In Schweden (vgl. LINDSTROM et al. 2011, S. 168) wurden mittlere Lärmpegel von 64 - 72 dB(A) gemessen. In einer weiteren schwedischen Untersuchung in drei Kindergärten mit Lärmmessungen am Ohr von elf 5-jährigen Kindern ergab sich ein Mittelwert von 82,8 dB(A) ohne signifikante Unterschiede zwischen den Kindergärten. Die durchgängig höheren Werte zu anderen Lärmstudien erklärten die Autoren mit dem Ort der Messung. Da die Kinder selbst die Hauptlärmquelle sind, ist es in ihrer Nähe am lautesten. Allein durch den Größenunterschied zu Erwachsenen lassen sich die unterschiedlichen Messwerte erklären, da der effektive Schalldruck eines Schallsignals mit der Entfernung von der Quelle abnimmt (vgl. MC ALLISTER et al. 2009, S. 591).

In Neuseeland führte McLaren (2009) Lärmmessungen in 20 Ganztagskindertagesstätten und 12 Teilzeitkindertagesstätten durch – sowohl stationäre Messungen im Raum als auch Messungen am Personal und an den Kindern. Die stationären Messungen lagen im Durchschnitt bei 69 – 75 dB(A). Insgesamt bei 45 Mitarbeiterinnen wurden die täglichen Schallbelastungen gemessen (wobei 100% die maximal zulässige Schallbelastung für einen erwachsenen Arbeiter =  $L_{eq}$  85 dB(A) über einen 8h Tag ist).

Für die Ganztagskindergärten ermittelte er folgende Werte (vgl. MCLAREN 2009, S. 8-3 ff.):

- 31 Mitarbeiterinnen (69,0%) waren weniger als 50% belastet,
- 9 Mitarbeiterinnen (20,0%) zeigten Belastungswerte zwischen 50 und 100% und
- 5 Mitarbeiterinnen (11,0%) waren Schallbelastungen von mehr als 100% ausgesetzt.
- Bei 19 Mitarbeiterinnen wurden Spitzenpegel von über  $L_{\text{peak}} = 140$  dB aufgezeichnet (genauere Werte sind nicht definierbar, weil die Obergrenze des Messgerätes bei 140 dB(A) lag).

Bei den Kindern (N=61) wurden folgende Schallbelastungen gemessen:

- 19 Kinder (31,0%) waren weniger als 50% belastet,
- 16 Kinder (26,0%) zeigten Belastungswerte zwischen 50-100% und
- 26 Kinder (43,0%) waren Schallbelastungen von mehr als 100% ausgesetzt.

Diese Werte sind auch deshalb so beunruhigend, weil die 100% die maximal zulässige Dosis für einen erwachsenen Arbeiter darstellt und nicht für empfindliche, sich noch in der Entwicklung befindende Kinderohren.

Bei 55 Kindern wurden Spitzenpegel von über  $L_{\text{peak}} = 140$  dB(A) aufgezeichnet.

Die Auswertung der zeitlich gemittelten Schalldruckpegel in Zeiträumen von 6-9 Stunden ergab für 2 Kinder (3,0%) einen Durchschnittswert von weniger als 75 dB(A), für 27 Kinder (44,0%) Werte zwischen 75-85 dB(A), für 24 Kinder (39,0%) Werte zwischen 85-90 dB(A) und für 8 Kinder (15,0%) gemittelte Werte über 90 dB(A). Die gemessenen Lärmpegel der Kinder unterschieden sich im Vergleich mehrerer Tage wenig voneinander, d. h. Kinder, die eher extrovertiert sind, viel und laut spielen, sich bewegen usw. zeigen immer lautere Werte, leisere Kinder zeigen auch immer leisere Werte (vgl. EBD, S. 8-14).

Eine Übersicht über die genannten Untersuchungen findet sich in der folgenden Tabelle:

Untersuchung	Zeitdauer	Messung im Raum (Leq)	Messung am Ohr der Erzieherin (Leq)	N =
Dieroff/Siegert (1964)		63 – 88 dB		4 Kitas
Wagner (1974)		Kitabereich 79 dB Krippe 76 dB		2 Kitas
Buch/Frieling (2002)	Jeweils 1 8h Tag		2 Erz. < 80 dB(A) 9 Erz. 80 – 85 dB(A) 7 Erz. > 85 dB(A)	18 Erzieherinnen
Pahn/Neumann (1979)	Arbeitstag (6.30 Uhr – 17.30 Uhr)	79,3 dB(A)		10 Kitas
Khan (2004)		65 – 81 dB(A)		
Eysel-Gosepath et al. (2010)	5 Tage je 8 h	70,87 ± 2,5 dB(A)	80,1 ± 2,3 dB(A)	8 Erzieherinnen
Neumann et al. (2010)	Verschiedene Situationen	77,5 dB(A)	83,3 dB(A),	
Perego et al. (1996) (Italien)		80,2 dB(A)		10 Kitas
BUPL (1998) (Dänemark)		79,9 dB(A)		176 Bildungseinrichtungen
Sala et al. 2001/02/03 (Finnland)	Ganzer Arbeitstag (6,7 h), im Raum 7 h	67 ± 3 dB(A)	75 3 dB(A)	26 Kitas 51 Erzieherinnen
Lindstrom et al. (2011) (Schweden)	4 Tage, jeweils ca. 2h am Morgen und am Abend	64 – 72 dB(A)		13 Kitas
Mc Allister et al. (2009) (Schweden)	Mc Allister et al. (2009)		am Ohr des Kindes 82,8 dB(A)	3 Kitas 11 Kinder
L'Espérance et al. (2006) (Canada)	Jeweils 2 Tage	74 dB(A)		20 Kitas
McLaren (2009) (Neuseeland)	Mehrere Tage in verschiedenen Räumen	69 – 75 dB(A)		20 All days centres, 14 Sessional Centres

Tabelle 2: Übersicht über Lärmmessungen in Kindertagesstätten

Die Weltgesundheitsorganisation hat 1995 in ihren Guidelines for Community Noise (vgl. BERGLUND ET AL. 1995, S. 15 ff.) die in der folgenden Tabelle aufgeführten Richtwerte veröffentlicht. Dass die genannten Lärmmessungen in Kindergärten deutlich von diesen Empfehlungen abweichen, ist offensichtlich.



Umweltbereich	Kritische Effekte	Mittelungspegel Leq [dB(A)]	Zeitbasis [Stunden]	Maximalpegel Lmax, (fast) [dB(A)]
Wohnbereich (außen)	Erhebliche Belästigung (tags und abends)	55	16	-
	Mäßige Belästigung (tags und abends)	50	16	-
Wohnung (innen) Schlafraum (innen)	Sprachverständlichkeit und mäßige Belästigung (tags und abends)	35	16	-
	Schlafstörung, nachts	30	8	45
Schlafraum (außerhalb)	Schlafstörung, Fenster offen (Messwerte vor dem Fenster)	45	8	60
Klassenraum (Schule), Vorschule (innen)	Sprachverständlichkeit, Störung von Informationsaufnahme, Mitteilungen und Kommunikation	35	Unterricht	-
Vorschule, Schlafräume (innen)	Schlafstörung	30	Ruhezeit	45
Schule, Spielplatz (außen)	Störung und Belästigung (Externe Quellen)	55	Spielzeit	-

Tabelle 3: Empfehlungen der WHO (vgl. Berglund et al. 1995, S. 15)

In der Untersuchung von L'Espérance et al. (2006) in Canada wurden Messungen vor und nach der akustischen Sanierungen der Kindergärten vorgenommen. Die stationären Messungen im Raum ergaben  $L_{eq} = 74$  dB(A) vor der Sanierung und  $L_{eq} = 69$  dB(A) nach der Sanierung. Die Senkung dieses Wertes war höher als es die technischen Veränderungen erwarten ließen. L'Espérance schreibt dazu:

„A detailed analysis of the results has shown that part of the reductions obtained were the result of changes in the behaviour of the children and eventually in that of the childcare workers who started to talk more quietly in a less noisy environment“ (L'ESPÉRANCE ET AL. 2006, S. 54).

Vergleichbare Lärmmessungen einschließlich der Untersuchung von Auswirkungen bauakustischer Sanierungsmaßnahmen liegen für den Schulbereich vor.

OBERDÖRSTER und TIESLER (2006, S.16/17) verweisen in ihrer Übersicht auf Ergebnisse (bezogen auf Unterrichtsstunden) im Bereich von 60 – 85 dB(A).

In einer Untersuchung von Schönwalder et al. (2004) lag der Mittelungspegel in Phasen, in denen Unterrichtsgespräche dominierten, zwischen 60 und 80 dB(A) (vgl. SCHÖNWALDER et al. 2004, S. 116). Ähnliche Werte ermittelten Oberdörster und Tiesler (2006) an zwei verschiedenen Grundschulen. Diese Untersuchung zeigte

weiterhin, dass raumakustische Verbesserungen zur Verkürzung der gemessenen Nachhallzeiten und damit zur deutlichen Reduzierung sowohl des Grund- als auch des Arbeitsgeräuschpegels im Klassenzimmer führten. Die Pegelreduzierungen waren auch hier höher als rechnerisch zu erwarten war, was die Autoren ebenso auf das veränderte Sprechverhalten (weniger Lautstärkesteigerung) der am Unterricht Beteiligten zurückführten, da die Redeanteile von Lehrern und Schülern nicht zurückgingen. Weiterhin zeigte die Kontrolle der Herzfrequenz, dass die mittlere Herzfrequenz der Lehrer unter akustisch günstigeren Bedingungen sank, was als Minimierung von Belastung und Stress gewertet werden kann (vgl. OBERDÖRSTER/TIESLER 2006, S. 164 ff.).

Die 2012 veröffentlichte Essex-Studie (vgl. CANNING/JAMES 2012, S. 20) erfasste nach Lärmsanierung signifikante Schallpegelreduktionen bei Reduzierung der Nachhallzeiten. Auch diese Minderung ließ sich nicht ausschließlich physikalisch erklären und wurde ebenso dem ausbleibenden ‚Aufschaukeln des Lärms‘, also dem Ausbleiben des Lombard-Effekts zugeschrieben (vgl. BROKMANN 2013, S. 218).

KOB ET AL. (2008, S. 91) konnten in ihrer Untersuchung zeigen, dass die Stimme des Lehrers durch die Raumakustik beeinflusst wird. Dabei wurden zwei Gruppen von Lehrern (mit und ohne Stimmprobleme) vor und nach dem Unterricht in akustisch nicht optimierten und akustisch optimierten Räumen untersucht. Dabei zeigten sich signifikante Unterschiede bei der Stimmqualität. Alle Lehrer profitierten stimmlich von der verbesserten Raumakustik, wobei gesunde Probanden weniger von den ungünstigen raumakustischen Bedingungen betroffen waren als die Lehrer mit Stimmproblemen.

Gemäß der auch für Deutschland verbindlichen LÄRMRICHTLINIE 2003/10/EC (vgl. Richtlinie über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen [Lärm]) müssen Arbeitgeber bei dem Verdacht von zu lauten Arbeitsumgebungen Lärmmessungen durchführen, die nach der ISO-Norm 1999:1990 erfolgen sollen. Bei durchschnittlichen Lärmpegeln von über 80 dB(A) muss den Mitarbeiterinnen persönlicher Gehörschutz zur Verfügung gestellt werden.

Die Mitarbeiterinnen müssen über die lärmbedingten Gesundheitsrisiken aufgeklärt, über die Ergebnisse der durchgeführten Lärmmessungen sowie über die ergriffenen Maßnahmen zur Beseitigung oder zur Minimierung der Gefährdung von Lärm informiert werden. Eventuell müssen regelmäßige vorbeugende audiometrische Untersuchungen veranlasst werden (vgl. Artikel 8/9/10 Lärmrichtlinie 2003). Umsetzung in deutsches Recht fand diese Richtlinie in der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (LÄRMVIBRATION SARBSCHV 2010), die in den Technischen Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung konkretisiert wird (vgl. TRLV Lärm: Teil 1-3 2010).

Die im Jahr 2010 geänderte Arbeitsstättenverordnung (ARBSTÄTTV) hat die Richtlinie allerdings nicht umgesetzt. Dort tauchen gar keine Expositionswerte auf, es wird lediglich darauf verwiesen, den Schalldruckpegel so weit zu reduzieren, dass keine Beeinträchtigungen der Gesundheit der Beschäftigten entstehen. Außerdem wird auf die Grenze von 85 dB(A) für den Arbeitsplatz verwiesen, die im Einzelfall um 5 dB(A) überschritten werden darf, dann aber einer Ausnahmegenehmigung durch die zuständigen Behörden bedarf. In der früheren Fassung von 1975 wurden noch folgende Grenzwerte genannt: 55 dB(A) für überwiegend geistige Tätigkeiten und 70 dB(A) für einfache oder überwiegend mechanisierte Bürotätigkeiten und vergleichbare Tätigkeiten (vgl. MAUE/HOFFMANN 2009, S. 27), alle Werte, die bei Messungen in Kindergärten meist überschritten wurden.

In allen Hinweisen und gesetzlichen Bestimmungen zur Lärmverminderung und auch in den o. g. Studien wird zuerst auf die Ausnutzung technischer Mittel verwiesen. Für Kindergärten bedeutet das, dass alle bautechnischen bzw. die Raumakustik positiv beeinflussenden Möglichkeiten ausgenutzt werden müssen (vgl. Kap. 4.3).

Persönlicher Gehörschutz als Mittel gegen Lärm kommt in Kindergärten nicht in Frage, da Kommunikationsprozesse gefördert und nicht verhindert werden sollen. Neben den genannten baulichen Maßnahmen ist die pädagogische Einflussnahme auf das Verhalten der Kinder selbstverständlich, um das von den Nutzern selbst verursachte und durch die akustischen Bedingungen des Raumes verstärkte Lärmproblem ausreichend und nachhaltig zu lösen.

## 4.3 RAUMAKUSTIK

Gelingende Kommunikation wird auch davon bestimmt, wie mühelos beide Kommunikationspartner sprechen und zuhören können, wofür die akustischen Rahmenbedingungen entscheidend sind. In Kindergärten wird sowohl im Freien als auch in geschlossenen Räumen kommuniziert. Beide Umgebungen bieten verschiedene akustische Grundbedingungen.

Beim Sprechen im Freien zeigt sich die grundlegende Eigenschaft des Schalls, Energie auf dem Weg zu verlieren, indem der Schalldruckpegel bei jeder Verdopplung der Entfernung von der Schallquelle quadratisch abnimmt (vgl. GUSKI 1996, S. 71). Im Freien reduziert sich die Lautstärke bei zunehmender Entfernung sehr schnell, weshalb zur Überwindung von Entfernungen lauter gesprochen werden muss und somit die Sprechanstrengung steigt. Das Ohr des Sprechers ist im Gegensatz zum Ohr des Hörers nah an der Schallquelle, so dass die Wirkung der eigenen Stimme mit ihrer Schallintensität auf das Ohr nicht unterschätzt werden darf.

In geschlossenen Räumen hat die Raumakustik einen erheblichen Einfluss auf die Sprech- und Hörbedingungen. Einflussnehmende Größen sind die Bedingungen der Raumausgestaltung, der Hintergrundgeräuschpegel, die Nachhallzeit (T), die Beziehung zwischen der Stimmlautstärke des Sprechers zu den Hintergrundgeräuschen (Signal-Rausch-Abstand) und der räumliche Abstand zwischen Sprecher und Hörer. Sie sollen im Folgenden genauer betrachtet werden.

Hintergrundgeräusche: In geschlossenen Räumen ist die Sprache selten das einzige akustische Element, das zum Hörer übertragen wird. Hintergrundgeräusche sind alle unerwünschten auditiven Reize, die das Verstehen stören oder behindern. Dazu gehören Lärm von außen (Verkehr) oder aus dem Nachbarraum, Geräusche durch gebäudetechnische Ausrüstung (Strömungsgeräusche von Wasser- oder Heizungsleitungen) oder Geräusche im Zimmer: Trittschall, Musik, Kommunikation anderer, Geräusche von Tischen und Stühlen usw. MAC KENZIE UND AIREY (1999, S.13 ff.) führten in ihrer Studie zu akustischen Bedingungen in Klassenzimmern

typische Geräusche auf, die sich in den Räumlichkeiten von Kindergärten sicher auch so beschreiben lassen (vgl. Tab. 4). Da diese Geräusche im Tagesverlauf zum Teil stark variieren, sind bei eventuellen Messungen längere Zeiträume zu berücksichtigen, deren Mittelungspegel zur Beurteilung des Geräuschpegels in Räumen herangezogen wird ( $L_{eq}$  in dB(A)).

Innenbereich (Klassenraum)	Innenbereich (Schule)	Außenbereich
Heizungsanlage; Lüftungsgebläse; Computer; Drucker; Trittschall vom Boden; Lärmwirkung der Tischplatte; Knacken des Dachstuhls (Wärmeausdehnung); Mechanische Öffnungsvorrichtungen für Fenster; Overhead-Projektoren; Vögel (am Dachfenster) Leuchtstoffröhrenlampen	Stimmen vom Korridor; Türschließen; Einwirkung von Lärm am Boden; Luftschall (durch zerlegbare Trennwände); Singen; Gymnastik; Musik; Periodisches Läuten;	Verkehrslärm: Fahrzeuge, Flugzeuge, Züge, Hubschrauber; Geräte zum Rasenschneiden; Bäume, Windgeräusche; Regengeräusche auf Gebäudeteilen

Tabelle 4: Typische Lärmquellen in Klassenräumen nach Mac Kenzie/Airey 1999

Hintergrundgeräusche beeinflussen die Wahrnehmung gesprochener Sprache, indem sie sprachliche Signale teilweise oder völlig überdecken (maskieren) können. Davon sind aufgrund der geringeren Intensitäten überwiegend die Konsonanten betroffen, die entscheidend für das Sprachverstehen sind. Die wirksamste Maskierung sprachlicher Signale sind Geräusche, die dem Spektrum des Sprachsignals ähneln. Dementsprechend sind Sprechgeräusche anderer Kommunikationsgruppen die größten Maskierer eines Sprachsignals (vgl. CRANDELL/SMALDINO 2000, S.364).

SNR (Signal to Noise Ratio): Entscheidender als der Hintergrundgeräuschpegel ist für die Sprachverständlichkeit die Lautstärke des sprachlichen Signals (Nutzschall) im Verhältnis zum Störgeräusch. Empfohlen werden mindestens 10-15 dB Unterschied zwischen Stör- und Nutzschall (vgl. TENNHARD 2003, S.41; ZEH 2004, S. 85). Dieser Wert ist aber unter Berücksichtigung des Alters von Kindergartenkindern bzw. bei Menschen mit Hör- und anderen Beeinträchtigungen kritisch zu betrachten (vgl. Kap. 4.4.3). Dieser Abstand ist in Räumen mit hohen Hintergrundgeräuschanteilen und schlechten akustischen Bedingungen nur mit

erhöhter Sprechanstrengung zu erreichen (vgl. BORMANN ET AL. 2003, S.155). In Kindergärten, wo sich häufig mehrere Sprechergruppen im selben Raum befinden, wird dann durch den jeweiligen Sprecher dem allgemeinen Geräuschpegel ein weiteres Geräusch hinzugefügt, und das Nutzsinal der einen Gesprächsgruppe wird so gleichzeitig zum Störsignal für eine andere Gruppe und verschlechtert deren Kommunikationsbedingungen. Hintergrundgeräusche und SNR wirken gemeinsam auf die Sprachverständlichkeit bzw. die lautstärkebedingte Anstrengung des Sprechenden.

Nachhall ist die Impulsantwort des Raumes auf ein Schallereignis und kann als ‚akustisches Klima‘ (vgl. CRANDELL/SMALDINO 2000, S. 365) eines Raumes bezeichnet werden. Wenn Sprache in einem Raum gesprochen wird, so erreicht sie den Hörer auf dem direkten Wege (Direktschall); allerdings werden die Sprachreize – je nach Beschaffenheit des Raumes – an den Decken, Wänden und Einrichtungsgegenständen reflektiert und überdecken dann mehr oder weniger den Direktschall. Diese Reflexionen werden als Nachhall bezeichnet (vgl. LAZARUS ET AL. 2007, S. 193 ff.). Dabei führen frühe Reflexionen (einzelne Reflexionen, die innerhalb von 50 ms gegenüber dem Direktschall beim Hörer eintreffen) zur Verbesserung der Sprachverständlichkeit. Sie können deshalb dem Direktschall zugeordnet werden. Alle weiteren Reflexionen (späte Reflexionen) verschlechtern die Sprachverständlichkeit von hörgesunden Menschen. Der reflektierte Schall überwindet eine längere Distanz und kommt später an das Ohr des Zuhörers als der direkte Schall. Dann kann das reflektierte Phon das nächste Phon maskieren, was zu einer Verzerrung des Sprachsignals und zu Informationsverlust führt. Auch hier sind die intensitätsärmeren (aber für das Sprachverstehen wichtigen) Konsonanten stärker betroffen, da ein niederfrequentes Signal hochfrequente Signale effektiver verdeckt als umgekehrt. Da viele der Vokale ihre Haupt-Energie in einem tieferen Frequenzbereich haben als die meisten Konsonanten, bedeutet dieser Effekt, dass die Konsonanten schlechter wahrgenommen werden können, wenn die Nachhallzeit zu lang ist. Ebenso werden Pausen zwischen Wörtern und Sätzen mit Schall gefüllt (vgl. CRANDELL/SMALDINO 2000, S. 365).

Das Maß für den Nachhall ist die Nachhallzeit (T), die Zeit, in der in einem Raum der Schalldruckpegel um 60 dB abnimmt (d.h. die Schallenergie sinkt in dieser Zeit

auf den millionsten, der Schalldruck auf den tausendsten Teil ab). Entsprechend der Nutzungsart und der Größe von Räumen werden verschiedene Nachhallzeiten empfohlen (vgl. LAZARUS ET AL. 2007, S. 205).

Auch hier ergibt sich ein Synergieeffekt: wenn zu hohen Hintergrundgeräuschen schlechte Nachhallzeiten hinzukommen, verstärkt sich das Problem. Um die nötige SNR zu gewährleisten, muss der Sprecher seine Lautstärke steigern, was zu einer schlechteren Sprachverständlichkeit führt (Abb. 16). Die Beziehung zwischen Raumakustik und Sprachverständlichkeit ist insgesamt noch komplexer, weil ein Raum in der Regel verschiedene Nachhallzeiten in jedem Oktavband hat (vgl. RUHE 2003, S. 72 ff.).

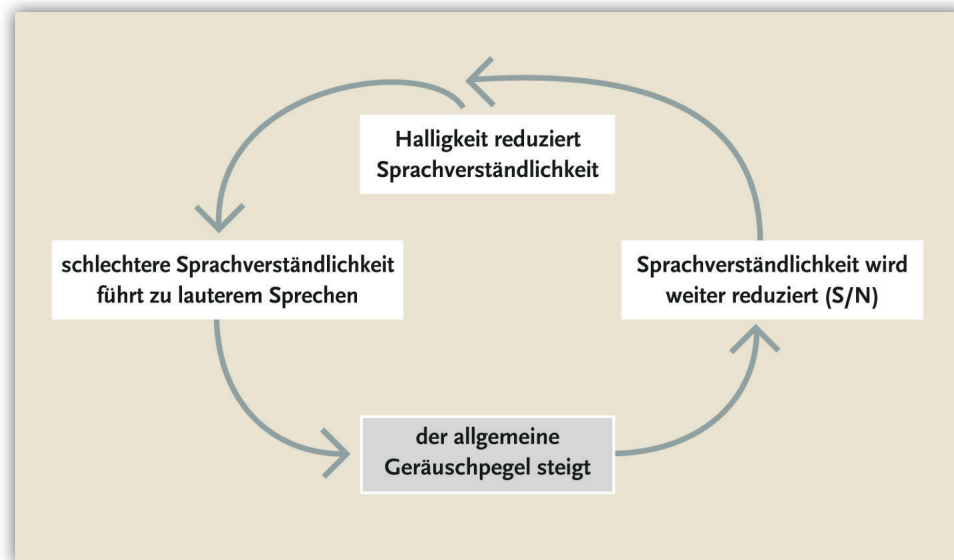


Abbildung 16: aus Tiesler/Oberdoerster 2006, S.13

Der Nachhall ist abhängig von der Geometrie des Raumes, dem Raumvolumen und den Reflexionseigenschaften von Einrichtungsgegenständen und Raumbegrenzungsflächen, weshalb die Raumausgestaltung wesentlich die akustischen Bedingungen beeinflusst.

In den von der deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung herausgegebenen Unfallverhütungsvorschrift Kindertageseinrichtungen GUV-V S 2 vom 1. April 2009 findet sich folgende Ausführung zur akustischen Gestaltung von

Kindertagesstätten: „§ 6 Bau- und Raumakustik: In Räumen sowie in innenliegenden Aufenthaltsbereichen von Kindertageseinrichtungen sind entsprechend der Nutzung bau- und raumakustische Anforderungen einzuhalten.“ (vgl. DEUTSCHE GESETZLICHE UNFALLVERSICHERUNG 2009, S. 6). Für Raumgrößen, die überwiegend in Kindergärten zu finden sind, gelten die Bedingungen der Norm des Deutschen Instituts für Normung: DIN 18041: 2004-05, Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen, wo entsprechende Nachhallzeiten aufgeführt sind, um eine ausreichende Sprachverständlichkeit zu erreichen. Dort findet sich auch der Hinweis, dass für Personen mit Hörschäden um 20% niedrigere Nachhallzeiten empfohlen werden, ebenso für Personen mit Deutsch als Zweitsprache, mit Sprach- und Sprachverarbeitungsstörungen, mit Konzentrations- und Aufmerksamkeitsstörungen sowie mit Leistungsschwächen (vgl. DIN 18041, S.15). Die Norm gibt Hinweise zur Berechnung der Nachhallzeit und bauakustischen Maßnahmen wie schallabsorbierenden Flächen und deren Verteilung bzw. Anbringung im Raum entsprechend der geometrischen Bedingungen des Raumes.

In vielen Bundesländern wurden (überwiegend von den Unfallkassen, aber auch von den Umweltministerien) Broschüren zum Thema Lärm in Kitas bzw. in Bildungseinrichtungen herausgegeben, in denen sich auch Hinweise zur raumakustischen Ausgestaltung vor allem im Bezug zur Nachhallzeit finden (Baden Württemberg: UMWELTBUNDESAMT 2009; Sachsen: FREISTAAT SACHSEN - STAATSMINISTERIUM FÜR SOZIALES 2009; Hessen: Unfallkasse für Kitas vgl. SCHAD 2003, für Schulen: KLATTE UND SCHICK 2007; BAYERISCHER GEMEINDEUNFALLVERSICHERUNGSVERBAND UND UNFALLKASSE 2006; UNFALLKASSE NORDRHEIN-WESTFALEN 2007; UMWELTMINISTERIUM RHEINLAND-PFALZ 2009; UNFALLKASSE NORD 2010).

Es steht außer Frage, dass die geringeren Nachhallzeiten in Kindergärten obligatorisch gelten sollten, da die betreuten Kinder altersgemäß im wesentlichen Spracherwerbszeitraum sind. Die dafür notwendige Verständlichkeit mündlicher Kommunikation setzt gute akustische Bedingungen voraus.



## 4.4 WIRKUNGEN VON LÄRM

Beeinträchtigende Lärmwirkungen zeigen sich in verschiedenen Bereichen: ROHRMANN (1990) beschreibt somatische, psychische, soziale und ökonomische Lärmwirkungen (vgl. Abb. 17). Auch GUSKI (1987, S. 34 ff.) benennt vier Bereiche, in denen sich lauter Schall auswirkt: den medizinischen, den psychologischen, den sozialen und den ökonomischen Bereich.

Für die Betrachtung der Lärmsituationen in Kindergärten sind die ökonomischen Effekte nur bedingt relevant und spielen deshalb im Rahmen dieser Arbeit keine Rolle. Vielmehr geht es um medizinische, psychische und soziale Lärmwirkungen und insbesondere um Auswirkungen auf Kommunikationsprozesse. Die auralen Lärmwirkungen (Lärmschwerhörigkeit) werden daher nicht bei den medizinischen, sondern bei den kommunikationsbeeinflussenden Wirkungen aufgeführt.

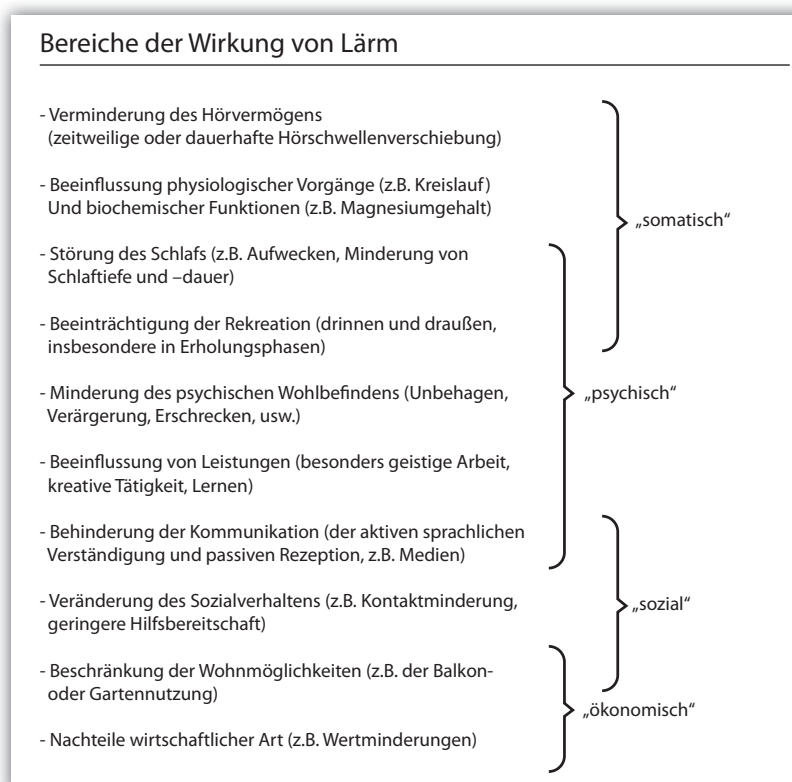


Abbildung 17: Lärmwirkungen aus Rohrmann 1990, S. 667

## 4.4.1 MEDIZINISCHER BEREICH

Aus medizinischer Sicht werden neben den auralen (Hörstörungen) extra-aurale Wirkungen beschrieben. Extra-aurale Wirkungen sind vielfältig, eindeutige Zuordnungen bisher nicht möglich. Lärm wirkt als unspezifischer Stressfaktor und begünstigt so Erkrankungen, die durch Stress mitverursacht werden. Über zentralnervöse Prozesse beeinflusst Lärm (direkt, oder indirekt über das subjektive Störungserleben) das neuroendokrine System. Als Folge zeigen sich vegetative Reaktionen, z.B. Vasokonstriktion (Gefäßverengungen) der Peripherie mit Erhöhung der Pulsrate und Veränderungen der Atmung, Änderung des Hautwiderstandes, Tonusänderung der Skelettmuskulatur und bei längerer Belastung Störungen der gastrointestinalen Motilität (Magen-Darm-Aktivität) sowie erhöhte Konzentrationen der Aktivierungshormone Adrenalin, Noradrenalin und Cortisol in Körperflüssigkeiten. Letztere können Stoffwechselfvorgänge, die Regelung lebenswichtiger Körperfunktionen und das Immunsystem beeinflussen (vgl. INTERDISZIPLINÄRER ARBEITSKREIS FÜR LÄRMWIRKUNGSFRAGEN 1990, S.4). Daraus können sich z.B. Störungs- und Belästigungsreaktionen, Schlafbeeinträchtigungen, Beeinträchtigung der mentalen Leistung (Arbeiten und Lernen), erhöhte Medikamenteneinnahme (Beruhigungs- und Schlafmittel), erhöhte Risikofaktoren (Blutdruck, Blutfette), Prävalenz von Herz-Kreislauf-Krankheiten, psychische Störungen, eine gestörte Immunabwehr und Frühgeburten ergeben (vgl. ISING ET AL. 1996B, S.12 ff.). Extra-aurale Lärmwirkungen können sich bereits bei geringen Pegeln einstellen (vgl. GENUIT/FIEBIG 2007, S.14).

So stützen die Ergebnisse einer in den Jahren 1998 – 2001 durchgeführten Studie an 4115 Patienten die Hypothese, dass chronische Verkehrslärmexposition das Risiko für ischämische Herzkrankheiten erhöht (vgl. BABISCH 2004, S. 51).

Eine Untersuchung von 217 Kindern (9-11 Jahre), die in der Nähe des Münchner Flughafens in lauter Umgebung lebten und mit Kindern in leiser Umgebung (gematched nach sozioökonomischen Daten) verglichen wurden, zeigte einen Blutdruck-Anstieg der Kinder in Flughafennähe (signifikanter Unterschied für systolischen RR) sowie eine Erhöhung der Adrenalin- und Cortisolwerte. Ein Fragebogen zur Lebensqualität ergab signifikante Unterschiede zu Ungunsten der Kinder, die in der lauten Umgebung lebten (vgl. EVANS ET AL. 1998, S. 76).

Eine schwedische Untersuchung bei 101 Mitarbeiterinnen an 17 Kindergärten zeigte starke subjektiv empfundene Stresssymptome, die über validierte Fragebögen ermittelt wurden. Die in Speichelproben ermittelten Cortisolwerte unterstützten die subjektiven Befunde (vgl. SJÖDIN ET AL. 2012B, S. 166 ff.).

In ihrer Übersichtsarbeit zu Studien, die die Auswirkungen von Stress auf die Stimme untersuchten (z.B. bei Piloten, Studenten, die unter Zeitdruck arbeiteten, bei der Polizei) stellten Giddens et al. (2013) als häufigsten Befund den Anstieg der Grundfrequenz (F0) und damit der Stimmlage beim Sprechen fest (vgl. GIDDENS ET AL. 2013, S. 390.e27). Auch in einer Untersuchung von Jessen (2000) bestätigte sich dieser Befund (vgl. JESSEN 2006, S. 28).

### 4.4.2 PSYCHISCHER BEREICH

Lärmbelastung führt häufig zu psychischen Problemen. Vordergründig beschreibbar ist vor allem ein Gefühl der Gestörtheit oder Lästigkeit bzw. des Ärgers über Lärm. Von Lärmbelästigung wird dann gesprochen, wenn aufgrund eines auftretenden Geräusches eine Aktivität (auch Schlaf) unterbrochen bzw. behindert wird. Besonders lärmempfindlich reagieren Menschen, wenn sie in ihrer sprachlichen Kommunikation, bei höheren Denkleistungen oder eben im Schlaf gestört werden. Ein Belästigungsempfinden stellt grundsätzlich eine Bewertung des Lärmgeschehens dar und kann individuell unterschiedliche Ursachen haben. Die Lästigkeitsbewertung ist nicht nur von der Lautstärke des Geräusches abhängig, sondern von anderen physikalischen Eigenschaften wie Dauer, Häufigkeit, zeitlichem Verlauf, Frequenzzusammensetzung und Impulshaftigkeit (vgl. INTERDISZIPLINÄRER ARBEITSKREIS FÜR LÄRMWIRKUNGSFRAGEN 1990, S. 2). Zu unterschiedlichen Beurteilungen führen vor allem auch die zeitlichen Eigenschaften des Signals. So stören schnell wechselnde Schwankungen im Signal auch bei niedrigeren Intensitäten die Kommunikation stärker als kontinuierliche Schalle (vgl. BORMANN ET AL. 2005, S. 29). Häufig treten in Verbindung mit den Belästigungsempfindungen psychosomatische Symptome wie Kopfschmerzen, allgemeine Mattigkeit, Nervosität und Gereiztheit auf (vgl. GUSKI 1987, S. 67), besonders dann, wenn die akustische Belastung nicht wenigstens zeitweise deutlich nachlässt.

Auch der geräuscheintretende Zeitpunkt im Tagesverlauf spielt eine Rolle bei der Lärmbewertung – besonders in den Abend- und Nachtstunden fühlen sich Menschen durch Lärm belästigt. Dabei geht es nicht nur um Probleme beim Ein- bzw. Durchschlafen, sondern auch um die regenerative Qualität des Schlafs (vgl. MASCHKE/HECHT 2007, S.12 ff.).

Bei einer Untersuchung zum Einfluss des Außenlärms auf den Nachmittagsschlaf bei Kindergartenkindern, bei der jeweils Gruppen von 10 fünfjährigen Kindern aus zwei Kindergärten mit lauter Umgebung (Außenlärmpegel 70-75 dB(AF)) und zwei relativ ruhigen Kindergärten (Außenlärmpegel 56-60 dB(AF)) verglichen wurden, zeigte sich, dass die Zeitdauer des Einschlafens in den lauten Kindergärten höher war als in den leisen, und die absolute Zeitdauer des Schlafes sich dadurch verringerte. Ebenso waren die motorischen Aktivitäten im Schlaf der Kinder in lauterer Kindergärten signifikant häufiger als bei den Kindern aus den leisen Kindergärten, was auf eine bessere Schlaftiefe der Kinder in leiseren Umgebungen hinweist (vgl. HAVRANEK ET AL. 1979, S. 166).

Lärm hat Einfluss auf die Motivation der Betroffenen. So befragten Seetha et al. (2008) 44 Lehrer und 150 Schüler, in deren Klassenzimmern Lautstärkemessungen durchgeführt wurden. Bei den Lehrern nimmt die Motivation zu unterrichten ab, wenn der Lärmpegel steigt; weiterhin zeigten sich negative Effekte des Lärms auf Disziplin und Konzentration der Schüler (vgl. SEETHA ET AL. 2008, S. 660 ff.). Cohan et al. (1980) konnten in einer Feldstudie bei 262 Kindern (142 von lauten Schulen in der Nähe eines Flughafens und 120 von leisen Schulen) beobachten, dass die Kinder aus lauten Schulen häufiger an kognitiven Aufgaben scheitern, indem sie sowohl vor der Zeit als auch vor Beendigung der Aufgabe kapitulierten (vgl. COHAN ET AL. 1980, S. 234 ff.).

Eine Untersuchung gibt es für den Vorschulbereich. Maxwell und Evans führten in einer Vorschuleinrichtung, die vor der Sanierung mittlere Pegel von 76 dB und nach der Sanierung durchschnittlich um 5 dB reduzierte Pegel aufwies, verschiedene Tests mit 90 Kindern zwischen 3 und 5 Jahren vor und nach der Sanierung durch. Unter anderem bekamen die Kinder zuerst ein unlösbares Puzzle (Bearbeitungszeit 2 Minuten) und danach ein schweres, aber lösbares Puzzle (Bearbeitungszeit 4 Minuten) vorgelegt. Die Kinder aus der Zeit nach der Lärmsanierung lösten das zweite Puzzle signifikant schneller, was auf eine lärmbedingt geminderte Motivation hinweist (vgl. MAXWELL/EVANS 2000, S. 94 ff.).

Gedächtnis-, Aufmerksamkeits- und Wahrnehmungsleistungen werden durch Lärm beeinträchtigt. So treten Störungen beim Arbeiten bzw. bei der Leistungserbringung und der Konzentration auf, wobei entsprechend der geforderten Leistung und der Art der Schallbelastung differenziert werden muss. Je komplexer die geforderte Leistung, umso stärker zeigen sich Lärmeinflüsse (vgl. GUSKI 1987, S. 61).

Hygge et al. ließen 1358 Kinder zwischen 12–14 Jahren Texte unter verschiedenen Geräuschbedingungen vorlesen und nach einer Woche offene und Multiple-Choice-Fragen zu diesen Texten beantworten. Sie konnten lärmbedingte Beeinträchtigungen des Langzeitgedächtnisses nachweisen (vgl. HYGGE 2003, S. 900 ff.).

Lärm beeinträchtigt die Leistungen des Arbeitsgedächtnisses. Als Arbeitsgedächtnis wird das kognitive Speichersystem bezeichnet, das das kurzzeitige Ablegen von Informationen und deren Verknüpfung ermöglicht, nur so können sprachliche Einzelelemente in einen Zusammenhang gebracht werden (vgl. BADDELEY 2002, S. 3 ff.). So müssen beim Hören längerer Sätze die Informationen des Anfangs im Kurzzeitgedächtnis verfügbar gehalten werden, um sie mit denen des Satzendes in Beziehung setzen zu können; ähnliches gilt für das Behalten von Zwischenschritten beim Kopfrechnen. Die Arbeitsgedächtniskapazität gilt als wesentliche Bedingung für die Entwicklung der Lautsprache (BADDELEY ET AL. 1998, S. 159 ff.) und der Schriftsprache (vgl. SCHRÜNDER-LENZEN 2013, S. 50). Sprachentwicklungsstörungen (vgl. BADDELEY 2003, S. 195) und Lese-Rechtschreib-Schwächen (vgl. JANSEN 2004 S. 114; KLICPERA 2013, S.196) sind oft mit Arbeitsgedächtniseinschränkungen verbunden. Auch bei Kindern mit Lernbehinderungen und Rechenschwächen zeigen sich deutlich verminderte Gedächtnisspannen (vgl. HASSELHORN/GRUBE 2003, S. 34 ff.). Lärm scheint direkt in diesen Speicher zu gelangen und über die Bindung von Kapazitäten die Verarbeitung von Informationen einzuschränken. Vor allem Schalle mit unregelmäßiger zeitlicher Struktur (z.B. Sprachschall) beeinträchtigen schon bei niedrigen Intensitäten die Leistungen des Kurzzeitgedächtnisses. Dieser leistungsbeeinträchtigende Effekt wird als ‚irrelevant speech effect‘ bezeichnet (vgl. KLATTE ET AL. 1995, S.518).

In einer Untersuchung von Kjellberg et al. wurde die Gedächtnisleistung von 32 Erwachsenen untersucht, indem zu memorierende Wörter mit und ohne Störgeräusch präsentiert wurden. Die Zahl der erinnerten Wörter war unter den ungünstigen akustischen Bedingungen signifikant schlechter als in den Situationen ohne Störgeräusch (vgl. KJELLBERG ET AL. 2008, S. 1094).

Auswirkungen auf Gedächtnisleistungen bei Erwachsenen zeigen sich nicht nur bei auditiven Aufgabenstellungen, sondern auch bei der seriellen Wiedergabe von visuell dargebotenen Ziffernfolgen (vgl. SALAMÉ/BADDELEY 1982, S. 153 ff.; SALAMÉ/BADDELEY 1987, S.1187 ff.). Bei einer Untersuchung von Klatte et al. bei 48 Erwachsenen, die sich Zahlen bei verschiedenen Hintergrundgeräuschen (‘irrelevant speech’, Musik) merken sollten, zeigte sich, dass sich die Erinnerungsleistungen um ca. 10% verschlechterten (signifikanter Unterschied zu Ruhebedingungen), wenn die visuell angebotenen Zahlen mit ‘irrelevant speech’ angeboten wurden, unabhängig davon, ob es sich dabei um die Muttersprache der Probanden oder um eine unbekannte Fremdsprache handelte. Das wiederum weist darauf hin, dass die Störung bereits auf einer vorsemantischen Stufe erfolgt. In weiteren Experimenten wurde gezeigt, dass dieser Einfluss auch bei Musik mit sprachähnlichen zeitlichen Strukturen auftritt (vgl. KLATTE ET AL. 1995, S. 523).

In einer Untersuchung von Elliot (2002) wurden die Erinnerungsleistungen für Zahlenfolgen von Erwachsenen mit denen von Kindern (8, 9 und 11 Jahre) verglichen. Der ‘irrelevant speech effect’ beeinträchtigt die Leistungen in allen Altersgruppen, die der Kinder jedoch mehr als die der Erwachsenen, wobei die Leistungsbeeinträchtigung mit sinkendem Alter zunimmt (vgl. ELLIOT 2002, S. 485 ff.).

Lesen und Schreiben stellt hohe Anforderungen an das Kurzzeitgedächtnis: Grapheme müssen in Laute überführt werden und umgekehrt (vgl. SCHRÜNDERLENZEN 2013, S. 43). Wird das Kurzzeitgedächtnis durch Lärm in seiner Leistung beeinträchtigt, hat das erst recht Folgen für das Lesen- und Schreibenlernen. Die negativen Einflüsse von Lärm auf die Leseleistungen gelten zumindest für Fluglärm als gesichert. So zeigten mehrere Feldstudien, dass Kinder in der Nähe von Flughäfen deutlich schlechtere Leseleistungen zeigen als Kinder aus ruhigen

Umgebungen. Zum Beispiel zeigte die RANCH-Studie, eine zwischen 2001 und 2003 durchgeführte cross-nationale epidemiologische Studie bei 2.010 Kindern zwischen 9-10 Jahren aus 89 Schulen um die Flughäfen Amsterdam Schiphol, Madrid Barajas und London Heathrow eine direkte Expositions-Wirkungs-Beziehung zwischen Fluglärm und Leseverstehen (vgl. CLARK ET AL. 2005, S. 31 ff.). Ähnliche Auswirkungen von Verkehrslärm auf die Leseleistungen finden sich auch in anderen Untersuchungen (vgl. COHAN ET AL. 1973, S. 513 ff.; BRONZAFT/MCCARTHY 1975, S. 521 ff.; EVANS/MAXWELL 1997, S. 647 ff.; HAINES 2001, S. 272 ff.; DOCKRELL/SHIELD 2006, S. 517 ff.).

Vor der Eröffnung des neuen Flughafens in München bzw. der Beendigung des Flugverkehrs am alten Flughafen wurden 326 Kinder (mittleres Alter 10,4 Jahre) aus der Nähe beider Standorte untersucht (gematched nach sozioökonomischem Status), wobei eine Untersuchungsreihe vor und zwei nach dem Umzug des Flughafens stattfanden. Nach der Aufnahme des Flugbetriebs am neuen Flughafen waren die Leseleistungen der nun lärmexponierten Gruppe am neuen Flughafen beeinträchtigt, während sich die Leistungen der Kinder am alten Flughafen verbesserten. Das zeigt nicht nur die beeinträchtigende Wirkung des Lärms auf die Leseleistungen der Kinder, sondern verweist auf den reversiblen Charakter der Wirkung des Lärms (vgl. HYGGE ET AL. 2002, S. 470 ff.)

Ältere Arbeiten beschäftigten sich mit den Aufmerksamkeitsfähigkeiten von Kindergartenkindern. Hambrick-Dixon (1986) untersuchte 109 Kinder (5 Jahre) in lauten und leisen Kindergärten. Die Kinder aus den lauten Kindergärten führten die Testaufgaben besser unter lauten Bedingungen aus, während die Kinder aus den ruhigeren Kindergärten unter leisen Bedingungen bessere Ergebnisse erzielten. Dementsprechend schienen sich die Kinder ihrer Umgebungssituation anzupassen, kleine Kinder schienen durch Lärm nicht beeinträchtigt zu sein (vgl. HAMBRICK-DIXON 1986, S. 261 ff.). Zu ähnlichen Ergebnissen kam Heft (1979), der Kinder aus ruhigeren mit Kindern aus lauten häuslichen Umgebungsbedingungen beim Lösen einer visuellen Suchaufgabe mit Hintergrundgeräusch verglich. Dabei ließen sich die lärmgewöhnten Kinder weniger ablenken (vgl. HEFT 1979, S. 56 ff.).

Die Arbeit von Cohan et al. (1980) zeigt jedoch, dass sich diese Fähigkeit nach mehreren Jahren der Lärmexposition verliert. Sie untersuchten 262 Kinder von lauten und leisen Schulen, indem diese innerhalb von zwei Minuten – sowohl unter Beschallung, als auch in Ruhe – alle <c> in einem Text durchstreichen sollten. Schulkinder, die mehrere Jahre einer chronischen Lärmbelastung ausgesetzt waren, so die Erwartung, dürfte der Lärm bei der Lösung von Aufgaben weniger stören, als Kinder aus leisen Schulen. Tatsächlich lösten die Kinder, die ca. zwei Jahre an lauten Schulen waren, die Aufgaben besser als die Schüler der leisen Schulen. Nach vier und mehr Jahren des Schulbesuchs lösten die Kinder der lauten Schulen die Aufgaben aber wesentlich schlechter. Die Autoren vermuten, dass die Kinder anfänglich Strategien entwickeln und anwenden, um trotz des Lärms bessere Leistungen zu erzielen, später aber aufgeben. Dieses Ergebnis unterstützt die Annahme, dass es keine Anpassung an Lärm gibt (vgl. COHAN ET AL. 1980, S. 239).

Günstige akustische Bedingungen zeigen positive Effekte: in einer Studie von Rosenberg et al. (1999), in der über drei Jahre die Auswirkungen von „Soundfield“-Anlagen im Unterricht (Klassenzimmer mit Mikrofon, Verstärker und Lautsprechern) untersucht wurden, ergab die Analyse von Beobachtungsdaten von 2054 Kindern (darunter 638 Kindergartenkinder), dass die Schüler unter derart akustisch optimierten Bedingungen signifikante Verbesserungen im Hör- und Lernverhalten zeigten und schnellere Fortschritte im Lernen aufwiesen als die Kontrollgruppe. Vor allem die jüngeren Schüler zeigten die größten Verbesserungen (vgl. ROSENBERG ET AL. 1999, S. 17 ff.).

Ein wichtiger und nicht zu unterschätzender Aspekt der Lärmwirkung besteht darin, dass der störende Einfluss des Lärms auf bestimmte Aufgaben von den Betroffenen nicht bemerkt wird. So fühlten sich die Kinder in einer Untersuchung von Klätte et al. (2007) bei 108 Erst- und 149 Drittklässlern nicht durch den Lärm gestört, obwohl Leistungsbeeinträchtigungen (Aufgabenverständnis) gegenüber der Ruhesituation um bis zu 25% nachweisbar waren (vgl. KLATTE ET AL. 2007, S. 272 ff.). Ähnliche Ergebnisse zeigte eine Studie von Eßmann, in der u.a. die Wirkung von Lärm auf das Verstehen eines fremdsprachlichen Textes überprüft wurde (vgl. EßMANN 2003, S. 217 ff.). Guski verweist darauf, dass die Wirkungen von Lärm häufig nicht während, sondern erst nach erbrachter Leistung bemerkt werden, weil zunächst die stattfindenden Ausgleichsbemühungen die negativen Auswirkungen verdecken (vgl. GUSKI 2000, S. 158).



### 4.4.3 SOZIALER BEREICH

Lärm beeinflusst das menschliche Sozialverhalten. Studien zeigen, dass das Hilfe-Verhalten gegenüber anderen im Lärm nachlässt (vgl. PAGE 1977, S. 317; MATHEWS/CANON 1975, S. 574). In einer Untersuchung zum Verhalten von Passanten im Straßenlärm wurde festgestellt, dass die Fußgänger schneller gingen und aufgrund von Blickfixierungen keine ablenkenden Objekte bemerkten. Offensichtlich erfolgte eine deutliche Aufmerksamkeitsfokussierung mit eingeschränkter Wahrnehmung der Umgebung (vgl. KORTE/GRANT 1980, S. 414). Donnerstein und Wilson (1974) untersuchten die Wirkung von starkem Lärm (95 dB) auf aggressives Verhalten und stellten fest, dass sich dieses im Lärm nur verstärkt, wenn die betroffene Person bereits verärgert ist; sonst ließ sich keine Zunahme von aggressivem Verhalten im Lärm erkennen (vgl. DONNERSTEIN/WILSON 1974, S. 777).

Persson und Kristansen (2013) befragten 107 Lehrerinnen, die aufgrund der akustischen Bedingungen ihrer Unterrichtsräume in 3 Gruppen eingeteilt wurden, nach ihrer Einschätzung des Klassenklimas und ihrer Zufriedenheit im Beruf. Lehrerinnen, die unter schlechten akustischen Bedingungen arbeiten, gaben häufiger an, dass das soziale Klima der Klasse von mehr Wettbewerb bestimmt, konfliktbeladen und spannungsreich sei – unabhängig davon, wie zufrieden sie mit ihrer Arbeit waren (vgl. PERSSON/KRISTANSEN 2013, S. 448 ff.). Seetha et al (2008) führten Lärmmessungen in Schulen durch und befragten 44 Lehrerinnen und 150 Schüler. Dabei wurden negative Effekte des Lärms auf Disziplin und Konzentration der Kinder festgestellt. Bei den Lehrerinnen fühlen sich die Frauen mehr vom Lärm gestört als Männer, und ihre Motivation zu unterrichten nimmt ab, wenn der Lärm steigt. Wird steigender Lärm als respektloses Verhalten der Schüler interpretiert, sorgt dies zusätzlich für mehr Stress (vgl. SEETHA ET AL. 2008, S. 662).

Leistner et al. (2006) befragten innerhalb einer Untersuchung zu Lärm in der schulischen Umwelt 398 Kinder der 2. Klasse mit Hilfe eines Fragebogens zu ihren sozialen und emotionalen Schulerfahrungen. Dabei zeigten sich signifikante Effekte zu Ungunsten der Gruppe aus Unterrichtsräumen mit ungünstig langen Nachhallzeiten bei den Skalen Anstrengungsbereitschaft, Gefühl des Angenommenseins, Klassenklima und soziale Integration (vgl. LEISTNER ET AL. 2006, S.116, KLATTE ET AL. 2010C, S. 673).

Grebenikov und Wiggins (2006) führten bei 25 Erzieherinnen Lärmmessungen durch und erhoben mit verschiedenen Fragebögen deren berufliche Belastung, aktuelle emotionale Beschwerden und soziale Dysfunktionen und Abwehrstrategien. Alle Erzieherinnen fühlten sich durchschnittlich belastet, während die psychologischen Tests darauf hindeuteten, dass es ‚Stress-Antworten‘ gibt, was darauf hindeutet, dass sie sich des Stresses nicht bewusst sind oder aber Abwehrstrategien entwickelt haben. Weiterhin zeigten sich signifikante positive Beziehungen zwischen den Lärmdosen, denen die Erzieherinnen ausgesetzt waren und dem Niveau des zwischenmenschlichen Drucks, verstanden als eine Störung in den zwischenmenschlichen Beziehungen und einer Tendenz zum Rückzug aus dem sozialen Umfeld. Auch eine schlechte Arbeitszufriedenheit lässt sich deutlich im Zusammenhang mit höheren Lärmdosen erkennen, vor allem in Kombination mit längerer Berufsdauer (vgl. GREBENIKOV/WIGGINS 2006, S. 42 ff.).

### 4.4.4 LÄRM UND KOMMUNIKATION

„Eine Störung der Kommunikation kann dann vorliegen, wenn unter Lärmeinfluss Informationsverluste entstehen, Kommunikationsdauern verlängert werden (Nachfragen, Wiederholen), Gedankenketten abreißen und besondere Anstrengungen beim Hörer (stärkere Konzentration) und Sprecher (Anheben der Stimme) auftreten.“ (GUSKI ET AL. 2004, S. 52)

Nicht nur der sprachliche Austausch, sondern auch sprachliches Lernen geschieht über Kommunikation und wird von den akustischen Umgebungsbedingungen beeinflusst. Faktoren, die das Verstehen von akustisch vermittelten Inhalten neben den Umweltbedingungen beeinflussen, sind Lautstärke, Deutlichkeit und Strukturiertheit des Gesprochenen, aber auch Konzentration, Motivation, Aufnahme- und Sprachfähigkeit des Hörers und darüber hinaus die Beziehung der Gesprächspartner untereinander (vgl. ZEH 2004, S. 83).

Wenn die akustischen Bedingungen schlecht sind, dann muss das Sprechen mit mehr Anstrengung erfolgen, denn Sprachsignale können nur entdeckt und erkannt werden, wenn das Signal einen ausreichenden Intensitätsunterschied

zum Geräuschpegel aufweist. Beim Hören muss der Lärm ausgeblendet werden, fehlende Informationen müssen ergänzt werden. Das kann aufgrund des situativen Kontextes, aufgrund von lexikalischem und grammatischem Regelwissen in Form von Interpretationen möglich sein, stellt aber hohe Anforderungen an auditive und sprachliche Fähigkeiten, ebenso an Aufmerksamkeits- und Gedächtnisleistungen (vgl. Kap. 3.3).

Diese hohen Anforderungen kosten Energie und können nur für eine begrenzte Zeit aufrechterhalten werden. Für Kinder ist weiterhin zu berücksichtigen, dass die Hörfähigkeit Reifungsprozessen unterliegt und sich auch die sprachlichen Fähigkeiten in der Entwicklung befinden, so dass die Fähigkeiten von Erwachsenen und Kindern nicht gleichzusetzen sind. Weiterhin kann Lärm über die Schädigung des Organs die Hörfähigkeit beeinträchtigen, was wiederum Auswirkungen auf das Verstehen gesprochener Sprache hat. Im Folgenden sollen mögliche organische Veränderungen (im Sinne einer Lärmschwerhörigkeit) und die Wirkungen von Lärm auf die Sprachproduktion und die Sprachperzeption genauer betrachtet werden.

### 4.4.4.1 AURALE AUSWIRKUNGEN VON LÄRM

Lärm kann sich in lärmbedingten Schwerhörigkeiten bzw. Hörschäden niederschlagen, die aufgrund von Schallschädigungen des menschlichen Hörorgans entstehen. Unter Schwerhörigkeit versteht man ganz allgemein eine Verminderung der Hörfähigkeit, die aufgrund von Problemen durch den Schalltransport zum Innenohr, die Schallempfindung durch die Sinneszellen der Cochlea oder durch die Schallverarbeitung entlang des Hörnerven, der Hörbahn oder der Hörzentren entsteht und entsprechend der Stärke des Hörverlusts in Schweregrade eingeteilt wird (für eine Übersicht vgl. ZAHNERT 2011). Schwerhörigkeiten dürfen aber keinesfalls als isolierte Sinnesbeeinträchtigung verstanden werden. Die durch Hörstörungen bedingten Einschränkungen beziehen sich nicht nur auf den akustisch-sensorischen Bereich, sondern führen zu vielfältigen Wirkungen im personalen, sozialen und kommunikativen Bereich (vgl. LAZARUS ET AL. 2007, S. 368 ff.; BORMANN ET AL. 2005, S. 166 ff.).

Lärmbedingte Hörschäden sind Innenohrschäden (vgl. MROWINSKI/SCHOLZ 2006, S. 8). Entsprechend der Dauer der Lärmeinwirkung werden akute und chronische akustische Traumen unterschieden. „Charakteristisch für das Knalltrauma (zum Beispiel durch Knallkörper) ist die kurzzeitige Schallbelastung mit sehr hohen Pegeln über 140 dB und die sehr kurze Dauer des Druckanstieges (< 1,5 ms)“ (ZAHNERT 2011, S. 440). Beim Menschen führt das Knalltrauma meist zu einem kurzen stechenden Ohrschmerz, verbunden mit einer akuten, meist über Stunden anhaltenden (häufig reversiblen) Hörminderung mit Tinnitus.

Auch der Tinnitus verschwindet dann nach einer Lärmpause meist von selbst (vgl. HESSE 2008, S. 9). Bei diesen hohen Schalldruckpegeln können aber auch Einzelschallereignisse schon einen Gehörschaden hervorrufen (vgl. BORMANN ET AL. 2005, S.19).

Davon zu unterscheiden sind Lärmschwerhörigkeiten, die aufgrund chronischer Lärmeinwirkung entstehen.

„Personenbezogene Geräuschpegel von  $\geq 85$  dB(A), die über einen längeren Zeitraum einwirken (Wochen, Monate, Jahre), führen zu bleibenden Schäden am Innenohr. Maßgeblich für die Schwere der Läsion sind nicht nur die absoluten Geräuschpegel, sondern vor allem auch die Gesamteinwirkungsdauer des Lärms, die Dauer der zwischenzeitlichen Erholungsphasen (Lärmpausen) sowie im begrenzten Umfang die individuelle Disposition des exponierten Patienten“ (NAUMANN ET AL. 1994, S.761/62).

In der Arbeitsmedizin sind untere Auslösewerte von  $L_{EX,8h} = 80$  dB(A) und  $L_{peak} = 135$  dB(C) definiert (vgl. TRIEBIG ET AL. 2011, S. 231), d. h. das Risiko der Lärmschwerhörigkeit beginnt oberhalb von 80 dB(A). Ab 90 dB(A) nimmt die Schädigungsgefahr deutlich zu, bei Schalldruckpegeln über 120 dB(A) können Gehörschäden schon nach Einwirkzeiten im Minutenbereich auftreten (vgl. BORMANN ET AL. 2005, S. 19). Im Unterschied zum Knalltrauma sind die so entstandenen Schädigungen der Cochlea irreversibel und therapieresistent. Diese chronische Lärmschwerhörigkeit wird vom Betroffenen zunächst gar nicht bemerkt, da sich die Veränderungen diskret vollziehen.

Typische Lärmschäden zeigen sich im Frequenzbereich um 4000 Hz. Das

Sprachverstehen ist zunächst nicht beeinträchtigt, da die tieferen Frequenzen nicht betroffen sind. Nur wenn dieser Bereich durch Umweltgeräusche überlagert wird, treten Probleme auf, da die oberen Frequenzen zur Erleichterung des Verstehens nicht mehr zur Verfügung stehen. Die Kommunikation unter Störgeräuschen ist stark beeinträchtigt (vgl. TRIEBIG ET AL. 2011, S. 234).

Ob zusätzliche Ohrgeräusche (Tinnitus) lärmbedingt sind, ist nicht zweifelsfrei nachgewiesen, sie werden aber immer wieder im Zusammenhang mit Lärmbelastungen diskutiert (vgl. HESSE 2008, S.26, STREPPPEL ET AL. 2006, S.15). Bei Menschen mit einer Lärmschwerhörigkeit klagt jeder vierte über Ohrgeräusche (vgl. ISING ET AL. 1996A, S.12). Lärm kann also zu einem vorübergehenden oder dauernden Hörverlust und/oder Tinnitus führen. Anfangs führt die Lärmbelastung typischerweise zu einer vorübergehenden Schwellenabwanderung im Audiogramm (temporary threshold shift = TTS), die sich in leisen Erholungsphasen zurückbildet. Bei länger anhaltender Lärmbelastung ohne ausreichende Erholungsphasen resultiert eine permanente Schwellenabwanderung im Sinne der Innenohrschwerhörigkeit (permanent threshold shift = PTS), beide zeigen sich im Tonaudiogramm meist in der typischen  $c^5$ - Senke (vgl. Abb. 18).

Diese  $c^5$ - Senke zeigt sich als Schwellenabwanderung im Frequenzbereich um 4000 Hz mit einem Anstieg im höheren Frequenzbereich (vgl. DIEROFF 1994, S. 187). Sie gilt als charakteristisches Anfangsbild nach akut-exzessiver oder chronischer Lärmbelastung, sie kann schmaler oder breiter geformt sein; der Senkencharakter tritt am deutlichsten dadurch hervor, dass die Schwellenkurve im Hochtonbereich (um 8000 Hz) wieder ansteigt. Im weiteren Verlauf weitet sie sich zu den höheren und tieferen Frequenzen hin auf. Die  $c^5$ - Senke ist zwar der deutliche Hinweis für eine Lärmgenese, ihr Fehlen schließt Lärm als Ursache für Hörstörungen aber nicht aus (vgl. LEHNHARDT/LASZIG 2009, S. 47).

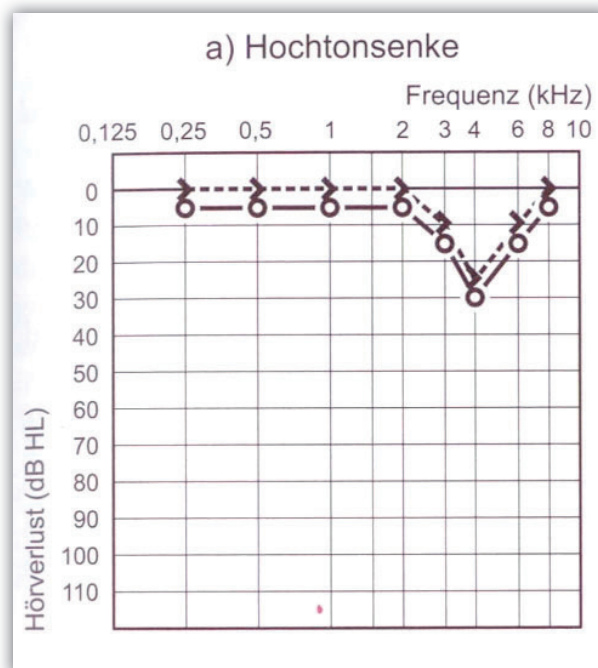


Abbildung 18: Hochtensenke aus Mrowinski/Scholz (2006, S. 25)

Sowohl temporäre und permanente Schwellenabwanderungen als auch der Tinnitus werden auf funktionelle Änderungen im Corti-Organ des Innenohres zurückgeführt, vor allem auf mechanische Schädigungen der Sinneszellen. Besonders vulnerabel sind die äußeren Haarzellen, die an Steifigkeit verlieren, abreißen oder mit Nachbar-Stereozilien fusionieren können. Die ganz außen stehende erste Reihe ist am sensibelsten; bei zunehmender Lärmbelastung können auch die zweite und dritte Reihe betroffen sein.

Aber auch metabolische Dekompensationen (Reduktion des Stoffwechsels durch die Drosselung der Sauerstoffzufuhr zum Corti- Organ aufgrund hoher Schallpegel) können zu cochleären Schädigungen führen. Vor allem der cochleäre Verstärker der äußeren Haarzellen, der zu einer aktiven Verstärkung der Wanderwellenbewegung führt, scheint ausgesprochen vulnerabel gegenüber Lärm zu sein. Daraus resultierend lassen sich die Abnahme der hohen Sensitivität und Frequenzselektivität sowie die Verschlechterung der Sprachdiskrimination erklären (vgl. ZENNER 1999, S. 237).

DIEROFF (1994, S. 35) verweist auf die große Informationskapazität des Gehörs. Der Normalhörende kann etwa 170.000 Höreindrücke unterscheiden. Durch die Verminderungen des Intensitäts- und Tonunterscheidungsvermögens kann dieser Wert beim Hörgeschädigten drastisch reduziert sein. „Dieser Diskriminationsverlust kann insbesondere in beruflichen Situationen (Sitzungen, Unterricht) erheblich behindernd sein, als es Sprach- und Tonaudiogramm erscheinen lassen“ (ZENNER 1994, S. 134).

Durch die Schädigung äußerer Haarzellen bei Lärmbelastung wird ein weiterer Effekt gehemmt, der unter physiologischen Bedingungen dazu führt, dass bei steigendem Schalldruck die Verstärkung der Wanderwelle nachlässt und somit die wahrgenommene Lautstärke nichtlinear ansteigt. Beim Verlust der äußeren Haarzellen verläuft dieser Prozess nahezu linear, d. h. sobald die pathologisch erhöhte Hörschwelle erreicht wird, wird der Intensitätsunterschied eines lauten Tons, der einem leiseren Ton folgt, von Menschen mit Schädigung der Cochlea deutlicher wahrgenommen als vom Gesunden. Bei sehr hohen Lautstärken verhalten sich das gesunde und das kranke Ohr wieder annähernd gleich, es kommt zum Lautheitsausgleich (Rekrutment) (vgl. LEHNHARDT/LASZIG 2009, S. 41/42).

Auch die normale gesprochene Sprache ist starken Pegelschwankungen unterworfen: die energiereichen Vokale treten deutlicher hervor, als die energieärmeren Konsonanten. Die für die Spracherkennung wichtigen Konsonanten sind dementsprechend doppelt beeinträchtigt, da die hochfrequenten aber energiearmen Laute wie z.B. /f/ und /s/ aufgrund der Hochtonsenke schlechter wahrgenommen werden können. Dementsprechend ist charakteristisch für Lärmschwerhörigkeit in Bezug auf die Kommunikation, dass sprachliche Mitteilungen (vor allem in geräuschhaften Umgebungen) schwerer verstanden werden können – im Zwiegespräch in leisen Umgebungen scheint der Betroffene normal zu hören. Je weiter sich der Hörverlust auf die tieferen Frequenzen ausweitet, umso mehr ist das Sprachverstehen betroffen. Ab wann diese Beeinträchtigung zu einer Behinderung wird, hängt stark von der Konzentrationsfähigkeit des Betroffenen ab (vgl. TRIEBIG ET AL. 2011, S. 234).

Die Lärmschwerhörigkeit wurde mit der Entwicklung der Industrie in vielen Ländern, so auch in Deutschland, zur „Berufskrankheit Nr.1“ (DIEROFF 1994, S. 142). Sie ist aufgrund der lärmindernden Maßnahmen an den Arbeitsplätzen, der besonderen Beobachtung der Betroffenen und aufgrund vieler Präventionsmaßnahmen zwar rückläufig, gehört aber nach wie vor zu den häufigsten Berufserkrankungen (vgl. BRUSIS 2006, S. 65; TRIEBIG ET AL. 2011, S. 231). Aufgrund der großen Anzahl lärmgefährdeter Arbeitnehmer wurden die Berufsgenossenschaften vom Gesetzgeber verpflichtet, sowohl umfangreiche Vorschriften, als auch arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen zu erlassen (Unfallverhütungsvorschrift UVV, Arbeitsmedizinische Vorsorge BGV A4, sowie speziell für den Schutz lärmexponierter Beschäftigter die UVV Lärm-BGV B3). Für Beschäftigte, die in potenziell gehörgeschädigendem Lärm arbeiten, gilt die Vorsorgeuntersuchung nach G 20 (Übersicht in DGUV 2010, vgl. TRIEBIG ET AL. 2011, S. 293-309).

Im Zusammenhang mit der Arbeit in Kindertagesstätten scheint dem Lärm bisher noch nicht ausreichend Beachtung geschenkt zu werden, auch wenn nicht nur die in einzelnen Kindertagesstätten gemessenen Lautstärken (siehe Kapitel 4.4) dem langfristig gehörschädigenden Lärmbereichen, sondern auch verschiedene Kinderspielzeuge in ihrer Geräuschentwicklung den impulshaft gehörschädigenden Bereichen bedenklich nahekommen (z.B. Spielzeugpistolen über 135 dB, Knackfrösche 128-129 dB, Spielzeugtrompeten zwischen 109 und 124 dB; für diese und weitere Spielzeuge vgl. ZENNER 1999, S. 239).

### 4.4.4.2 LÄRM UND SPRACHPRODUKTION

Menschen, die in lauten Umgebungen sprechen, verändern ihre Sprechweise, passen beispielsweise ihre Sprechlautstärke automatisch an die Umgebungsbedingungen an (vgl. LAZARUS ET AL. 2007, S.71). Dabei verändern sich neben der Lautstärke auch die akustischen Parameter Tonhöhe, Geschwindigkeit, Zeitverhältnis von Vokalen und Konsonanten und Sprachverständlichkeit. Die veränderte Sprechweise ist verbunden mit dem Gefühl der Sprechanstrengung, vor allem aufgrund der gesteigerten Lautstärke (vgl. INTERDISZIPLINÄRER ARBEITSKREIS 1985, S. 97). Auch eine Anpassung der Sprechgeschwindigkeit lässt



sich bei zunehmender Lautstärke beobachten, die bei genauerer Analyse vor allem auf die Verlängerung der Vokale bei gleichzeitiger Verkürzung der Konsonanten zurückzuführen ist (vgl. LAZARUS ET AL. 2007, S. 96).

Zusammenfassungen verschiedener Untersuchungen ergaben eine Übersicht über die Zuordnung von Lautstärkepegeln zu den verschiedenen Sprechweisen (vgl. Tab. 5). Für den öffentlichen Bereich wird unter normalen Bedingungen die normal angehobene Sprechweise mit ca. 60 dB als die angemessene Sprechweise betrachtet. Dabei ist zu beachten, dass die Sprechpegel bei Frauen im normalen Bereich etwa 2-3 dB unter denen der Männer liegen, in den hohen Pegelbereichen liegen sie um etwa 10 dB tiefer (vgl. EBD., S. 79).

Sprechweise	Schallpegel
flüstern	36 dB
leise sprechen	42 dB
entspannt sprechen	48 dB
entspannt, normal sprechen	54 dB
normal, angehoben sprechen	60 dB
angehoben sprechen	66 dB
laut sprechen	72 dB
sehr laut sprechen	78 dB
schreien	84 dB
maximal schreien	90 dB
maximal schreien (in Ausnahmefällen)	96 dB

Tabelle 5: Schallpegel der Sprecher in 1m Abstand vom Mund des Sprechers (männlich) für angegebene Sprechweisen nach Lazarus et al. 2007, S. 76

Offensichtlich bedingen die Rückmeldungen des eigenen Sprechens in lauten Umgebungen eine lautere Sprechweise, ohne dass der Sprecher bewusst in diesen Prozess eingreift (Lombard-Effekt). Der Sprecher versucht automatisch (entsprechend der Einschätzung, ob er sich selbst gut hören kann) den Signal-Geräusch-Abstand (SNR) zu optimieren und schafft damit (quasi als Nebeneffekt) auch Verbesserungen des SNR für den Hörer (vgl. BORMANN ET AL. 2005, S. 32). Ab einem Störgeräuschpegel von 45 dB steigt der Sprechpegel um 5 dB je 10 dB Geräuschpegelanstieg (vgl. ISING ET AL. 1996B, S. 9). Zur Aufrechterhaltung einer guten Sprachverständlichkeit sind aber 10 dB Unterschied zwischen Störschall und Nutzschall erforderlich (vgl. GUSKI 2002, S. 221). Ebenfalls

Einfluss auf die Sprechbedingungen hat die Sprecher-Hörer-Distanz. Liegt der Umgebungsgeräuschpegel bei 75 dB und wird mit lauter Stimme gesprochen, so darf der Abstand 50-70 cm nicht überschreiten, damit eine ausreichende Sprachverständlichkeit (bei Erwachsenen) erreicht werden kann (vgl. LAZARUS ET AL 2007, S. 86). In drei Metern Abstand ist eine Sprachverständlichkeit nur noch schreiend zu erreichen (vgl. TIESLER 2002, S. 70).

Veränderungen der Sprechweise mit steigender Sprechanstrengung haben nicht nur Auswirkungen auf die Lautstärke, sondern auch auf das Klangspektrum. Mit zunehmendem Sprechschallpegel steigt die Grundfrequenz (der Ton wird höher), während die Variationsbreite abnimmt (Stimmverlauf ist monotoner). Die Schallintensität verschiebt sich von den tiefen zu den hohen Frequenzbereichen des Klangspektrums (vgl. DIEROFF/SIEGERT 1966, S. 253, VAN SUMMERS 1988, S. 919), was die Sprachverständlichkeit verbessert. Allerdings überwiegen bei sehr lautem Sprechen oder Schreien verständlichkeitsreduzierende Prozesse: es kommt zu Veränderungen der Formantfrequenzen, was die Lautunterscheidung erschwert; hinzu kommen mangelnde Deutlichkeit und eine geringere Schwankungsbreite von Melodie und Dynamik der Stimme (vgl. BORMANN ET AL. 2005, S. 32). Die Erhöhung der Sprechlautstärke führt ab einem gewissen Punkt nicht mehr zur Verbesserung der Verständlichkeit, weil zwar die Intensität zunimmt, die Qualität des Signals aber durch zunehmende Verzerrung sinkt (vgl. LAZARUS ET AL. 2007, S. 107).

Für das laute Sprechen und das Schreien ist eine Veränderung der Sprechmotorik nötig: es muss ein Anstieg des subglottischen Drucks mit Anpassungen der Kiefer-, Zungen- und Lippenstellung erreicht werden (vgl. Kap. 3.1). Bei einer Untersuchung (N = 100) von Klingholz et al. (1973) kam es bei einer Steigerung des Umgebungsgeräuschs zur Erhöhung des subglottischen Drucks, wobei der Stimmschalldruck etwa im Quadrat zum subglottischen Druck zunahm. Bei höheren Pegeln stieg der Stimmschallpegel nicht mehr linear mit dem Störschallpegel, was mit dem Erreichen der Belastungsgrenze des Stimmorgans erklärt wurde (vgl. KLINGHOLZ ET AL. 1973, S. 427).

In einer weiteren Studie mit 40 stimmgesunden Probanden sollte die kritische Lärmgrenze für das Auftreten pathologischer Erscheinungen bei der Phonation

ermittelt werden. Dabei wurde der Lärmpegel kontinuierlich gesteigert, die Teilnehmer sollten über den Lärm sprechen. Bei 80 dB zeigten sich bei 30% und bei 85 dB bei 80% der Versuchspersonen pathologische Abweichungen. Diese äußerten sich in der Ineffektivität des Phonationsprozesses (Missverhältnis zwischen subglottischem und Stimmschalldruck), dem Auftreten pathologischer Vokaleinsätze und dem Verlassen der mittleren Sprechstimmlage um mehr als das 1,15 fache (vgl. KLINGHOLZ 1974, S. 571 ff.). In Kindergärten werden diese Lautstärkepegel annähernd erreicht (vgl. Kap. 4.2). Unter diesen akustischen Bedingungen kommt es beinahe zwangsläufig zu einer Überlastung des Stimmorgans, da dauerhaft mit großer Spannung der Atem- und Phonationsmuskulatur gesprochen werden muss – deutliche Merkmale einer hyperfunktionellen Dysphonie: der „...unabsichtlichen, übertriebenen Kontraktion der Phonationsmuskulatur einschließlich der Atem-, Artikulations- und Halsmuskulatur“ (NAWKA/WIRTH 2008, S.189). Auch die typischen Stimmsymptome, die Erzieherinnen/Lehrerinnen benennen, sind denen einer (hyper)funktionellen Dysphonie ähnlich (vgl. SCHNEIDER- STICKLER/BIGENZAHN 2013, S. 6).

Vilkman (2000) weist darauf hin, dass es bei jedem Schwingungsvorgang zu einer Kollision beider Stimmlippenschleimhäute kommt. Je häufiger und stärker diese sind, umso logischer scheint die Annahme, dass diese Kollisionen zu Verletzungen der Schleimhäute bis hin zur Entstehung von Knötchen führen können (vgl. VILKMAN 2000, S. 123).

Schulz-Coulon (1980) stellte in einer Untersuchung bei Probanden unter Vertäubung fest, dass zwar alle ihre Lautstärke steigerten, aber bei trainierten Stimmnutzern ein geringerer Anstieg der Grundfrequenz zu verzeichnen war (vgl. SCHULZ- COULON 1980, S. 28), was für die trainierten Stimmen eine geringere organische Belastung bedeutet und für den präventiven Nutzen von Stimmtrainings spricht.

Auch der Einsatz von Soundfield-Systemen in Schulen konnte zeigen, dass die Stimmbelastung für Lehrerinnen deutlich sank, obwohl die Redezeiten für die Lehrerinnen gleich blieben. Das zeigte sich auch in geringeren Tonhöhen- und Lautstärkeanstiegen während des Sprechens (vgl. ROSENBERG ET AL. 1999, S. 12; JÓNSDOTTIR ET AL. 2001, S. 121). Dockrell und Shield verweisen aber

darauf, dass derartige Mikrofon-Lautsprecher-Systeme die Stimme des Lehrers verstärken, jedoch nicht den Umgebungslärm reduzieren. Das führt zwar zu einer Verbesserung des Signal-Geräusch-Abstandes (was auch eine Verbesserung der Hörbedingungen für die Kinder bedeutet), diese Effekte sind aber nur unter guten akustischen Bedingungen nachweisbar, auch dafür benötigen Klassenräume kurze Nachhallzeiten und müssen dementsprechend akustisch saniert werden (vgl. DOCKRELL/SHIELD 2012, S. 1164 ff.). Auch Kob (2010) zeigte, wie wirkungsvoll die akustische Optimierung des Klassenraums die Stimmbelastung zu reduzieren vermochte (vgl. KOB 2010, S.77 ff.).

Laut Vilkmán (1998) zeigte sich bei 80 untersuchten Personen in verschiedenen Umgebungsbedingungen (Lärm, Luftfeuchtigkeit usw.), dass Frauen stimmlich stärker auf die Belastungssituation reagieren als Männer (vgl. VILKMAN ET AL. 1998, S. 15 ff.). Rantala et al. (2012) beurteilten die ergonomischen Bedingungen (Lärm, Nachhall, Luftfeuchtigkeit usw.) von Klassenräumen an 14 Schulen und befragten 39 Lehrerinnen. Dabei stellten sie einen Zusammenhang bezüglich der Anzahl der ergonomischen Risikofaktoren und der von den Lehrerinnen angegebenen Stimmsymptome sowie den entsprechenden Werten des VHI (Voice Handicap Index) fest (vgl. RANTALA ET AL. 2012, S. 819.e15).

Erzieherinnen sind in ihrer Tätigkeit auf ihre Stimme angewiesen, sie nutzen sie über lange Zeiträume und unter ungünstigen Umgebungsbedingungen. Eine Untersuchung von Sala et al. (2002) zeigte, dass die Sprechbelastung von Erzieherinnen (N = 51) höher ist als die von Krankenschwestern (N = 25); sie sprechen signifikant länger und lauter (vgl. SALA ET AL. 2002, S. 23 ff.) Weitere Untersuchungen beschäftigten sich mit den Auswirkungen der Stimmbelastung bezogen auf einen Unterrichtstag. So wurden Steigerungen der Grundfrequenz und der Lautstärke festgestellt, wenn zu Beginn und am Ende eines Unterrichtstages Untersuchungen stattfanden (vgl. RANTALA ET AL. 2002, S.347; SCHNEIDER ET AL. 2006, S.245 ff.; LAUKKANEN ET AL. 2008, S.285 ff.) oder vor und nach dem zweistündigen Lesen eines Textes bei 70 bis 75 dB (vgl. REMACLE ET AL. 2012, S. 820. e3).

Bei Stimmaufnahmen während der Arbeit von 10 Erzieherinnen bei gleichzeitiger Messung des Umgebungsgeräuschpegels stellte sich heraus, dass Erzieherinnen durchschnittlich 9,1 dB über dem Störlärm (mittlere Werte SPL 76,1 dB(A)) sprechen (vgl. SÖDERSTEN ET AL. 2002, S. 364 ff.). Das entspricht einer schreienden Sprechweise (vgl. Tab. 5) und erreicht nicht den für gute Sprachverständlichkeit geforderten Signal-Geräusch-Abstand von 10 dB. Lindstrom et al. (2011) führten ähnliche Messungen bei 13 Erzieherinnen an vier aufeinanderfolgenden Tagen durch und beobachteten die Verläufe der Stimmschallpegel in Bezug zum Störlärm. Dabei ergaben sich bei den Erzieherinnen unterschiedliche Verlaufskurven, meist folgten die Stimmlautstärkepegel der Sprecherinnen den Umgebungsgeräuschbedingungen, aber es zeigten sich auch Lautstärkesteigerungen trotz sinkender Störlärmpegel (vgl. LINDSTROM ET AL. 2011, S. 168 ff.).

Auch Kinder sind in lauten Umgebungen gezwungen, lauter zu sprechen, um sich verständlich zu machen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich die Stimmverwendung der Kinder in Untersuchungssituationen häufig von der in freien Spielsituationen unterscheidet, sie sprechen in freien Situationen höher und angestregter als unter Laborbedingungen (vgl. CHEN ET AL. 2009, S. 77; HUNTER 2009, S. 566). Mc Allister und Brandt (2012) stellten fest, dass die 11 von ihnen untersuchten Kinder in freien Spielsituationen höher sprachen als bei gesteuerten Redesituationen, dass jedoch der Heiserkeitsgrad unverändert blieb (vgl. MC ALLISTER/ BRANDT 2012, S. 673.e3). Lindstrom et al. (2011) zeigten darüber hinaus, dass auch bei Kindern (N = 11) ein Anstieg der Grundfrequenz über den Tag zu beobachten ist, im Durchschnitt um 24 Hz (vgl. LINDSTROM ET AL. 2011, S.320).

Mc Allister et al. (2009) beobachteten die Stimmveränderungen von 10 Kindern über den Kindergarten tag und stellten fest, dass Mädchen im Tagesverlauf lauter wurden, Jungen hingegen keinen Lautstärkeanstieg zeigten, jedoch den ganzen Tag über laut waren (sie zeigten keine signifikanten Unterschiede im Tagesverlauf). Im lautesten Kindergarten fanden sich auch die meisten Stimmauffälligkeiten bei den untersuchten Kindern (vgl. MC ALLISTER ET AL. 2009, S.589). Keine signifikanten geschlechtsspezifischen Unterschiede fanden Nygren et al. (2012) bezüglich der Stimmverwendung bei der Auswertung von Stimmaufnahmen von 30 Kindern im

Kindergarten. Die mittleren Stimmschallpegel der Kinder im Abstand von 3-4 cm vom Mund ergaben 93 dB für die Jungen und 91 dB für die Mädchen (vgl. NYGREN ET AL. 2012, S. 817.e17).

Simões-Zenari et al. (2012) beobachteten 50 stimmgesunde und 50 dysphone Kinder im Kindergarten und stellten fest, dass beide Gruppen stimmmissbräuchliche Verhaltensweisen zeigten (langes, lautes Reden, Schreien), jedoch die Kinder mit den stimmlichen Auffälligkeiten dieses Verhalten häufiger zeigten (vgl. SIMÕES-ZENARI ET AL. 2012, S.898). Dass Kinder diesen ungünstigen Stimmgebrauch durchaus bemerken, zeigt eine Befragung von Kindergartenkindern, die mitteilten, dass sie sich gegenseitig auf dem Spielplatz nicht hören könnten und vom Schreien Halsschmerzen bekämen (vgl. BISTRUP ET AL. 2002, S. 30/31).

### 4.4.4.3 LÄRM UND SPRACHPERZEPTION

Sprachliche Signale werden über den Gehörsinn verarbeitet (vgl. Kap. 3.3). Dabei geht es beim Hören nicht nur darum, ob man einen Sprachreiz wahrnehmen kann (ihn also hört oder nicht), sondern auch, ob man das Sprachsignal versteht (ob man nachsprechen kann, was man verstanden hat). Sprache kann bei Schallpegeln von 5-10 dB eher erahnt als verstanden werden; die Schwelle für das Verstehen liegt meist wesentlich höher, dann müssen die Lautstärkepegel zwischen 15 und 45 dB liegen (vgl. LAZARUS ET AL. 2007, S.25). Ein Parameter, der die Sprachverständlichkeit verbessern kann, ist der Blickkontakt (vgl. ZEH 2008, S. 124)

Wird Sprache im Störgeräusch präsentiert, so ist das Zuhören erschwert. Dabei ist die Differenz zwischen Signal- und Geräuschpegel entscheidend für die Wahrnehmung und das Verständnis. Um Sprache gut zu verstehen, muss der Sprachpegel lauter sein als der Geräuschpegel. Ist das nicht der Fall, ist Sprache im Allgemeinen nicht zu verstehen. Dies gilt mit Einschränkungen, denn die verdeckende Wirkung richtet sich nach der Intensität, dem Frequenzbereich, der Zeitstruktur sowie dem Informationsgehalt des Geräusches. Dementsprechend können Teile von Wörtern auch dann hörbar sein, wenn der Störschall über dem Nutzschall liegt. Gleichwohl wird das Sprachsignal bei ca. 6 dB unterhalb des Störschalls unhörbar (vgl. INTERDISZIPLINÄRER ARBEITSKREIS 1985, S.96).

Um eine sehr gute Sprachverständlichkeit zu gewährleisten, muss der Signal-Rausch-Abstand 15 dB(A) betragen, bei 10 dB(A) Unterschied ist eine gute Sprachverständigung gegeben (vgl. SUST/LAZARUS 1997, S. 10). Griefhahn et al. (2007) weisen darauf hin, dass eine optimale Sprachverständlichkeit, das heißt eine hohe Verständlichkeit bei niedrigem mentalen Aufwand, erst jenseits eines Signal-Geräusch-Abstandes von 15 - 20 dB (getestet an gesprochenen Sätzen und Einsilbern) gewährleistet ist (vgl. GRIEFHAHN ET AL. 2007, S. 27).

Stationäre Geräusche maskieren Sprache entsprechend der Überlagerungen von Frequenz und Amplitude, wobei tiefe Frequenzen höhere Frequenzen maskieren, dementsprechend behindern tieffrequente Geräusche mit hohen Pegeln die Sprachverständlichkeit mehr (vgl. LAZARUS ET AL. 2007, S. 156); auch nach Abbruch des Störgeräusches sind Maskierungen möglich (Nachverdeckungen).

Neben der Pegelstärke spielen Zeit- und Frequenzstruktur des Signals eine entscheidende Rolle. Die störende Wirkung von Geräuschen mit hohem Informationsgehalt (also wechselnder Zeit- und Frequenzstruktur) auf die Sprachwahrnehmung zeigt sich auch schon bei niedrigeren Schallpegeln. Die für den Kindergartenbereich relevanten Geräusche sind stark durch ihre zeitliche Struktur geprägt (Verkehrsgerausche, Sprachgeräusche, Bewegungsgeräusche usw.). Diese stören Sprache auf zweifache Weise: Sie können als irrelevante Sprachreize relevante Sprachreize verdecken (maskieren) und/oder zum anderen die Aufmerksamkeit kurzfristig vom relevanten Sprachsignal abziehen. Interessanterweise unabhängig davon, ob die störenden Sprachreize in vertrauter oder unbekannter Sprache, vorwärts oder rückwärts dargeboten werden (vgl. KLATTE ET AL. 2010B, S. 1174).

Bei Untersuchungen wurde weiterhin festgestellt, dass ein Sprachgeräusch, das von mehreren Sprechern erzeugt wird, stärker maskierend wirkt, als ein störendes Sprachgeräusch eines Sprechers. Dieser Effekt lässt sich damit erklären, dass das Störgeräusch im Pegel und im Spektrum gleichmäßiger wird und deshalb einen stärker verdeckenden Effekt hat (vgl. LAZARUS ET AL. 2007, S. 182).

Kinder sind aufgrund ihrer Hör- und Sprachentwicklung und der daraus resultierenden geringeren Sprachkompetenz stärker von beeinträchtigenden Lärmwirkungen betroffen als Erwachsene. So zeigen Untersuchungen bei Säuglingen, dass diese erst ab einer SNR von 10 dB auf bekannte Stimmen und Wörter (v.a. ihren Namen) reagieren (vgl. TREHUB ET AL. 1981, S. 204 ff.; NEWMAN/JUSCZYK 1996, S. 1149 ff.; BARKER/NEWMAN 2004, S. 48; NEWMAN 2009, S. 825). Andere verweisen darauf, dass Säuglinge bzw. Kleinstkinder (7-11 Monate) ein ca. 6 dB günstigeres Signal-Störgeräusch-Verhältnis benötigen als Erwachsene (vgl. NOZZA ET AL. 1990, S. 342 ff.).

Sprachlaute sind komplexe akustische Signale (vgl. Kap. 3.2), die nicht nur wahrgenommen, sondern auch – im Sinne einer Datenreduktion – kategorisiert werden müssen, um ein sequentielles Verarbeiten des eingehenden Signals zu ermöglichen. Kinder können schlechter als Erwachsene ähnlich klingende Laute oder undeutliche oder unvollständig übermittelte Laute identifizieren (vgl. EDWARDS ET AL. 2002, S. 238 ff.; EISENBERG ET AL. 2000, S. 2706 ff.).

Das Verstehen von Sprache (auch als Voraussetzung für Kommunikations- und Lernprozesse) unter akustisch ungünstigen Bedingungen benötigt die Fähigkeit zur Trennung von Störschall und Nutzschall, zum Ausblenden von Hintergrundgeräuschen und zur Ergänzung maskierungsbedingt fehlender Informationen. Die damit verbundenen hohen Anforderungen an die auditiven und sprachlichen sowie an Aufmerksamkeits- und Gedächtnisfähigkeiten sind bei Kindern entsprechend der Leistungsfähigkeit Erwachsener nicht voraussetzbar. Da ihre Störanfälligkeit gegenüber Lärm wesentlich höher ist, sind Kinder – mehr als Erwachsene – auf günstige akustische Bedingungen angewiesen.

Untersuchungen mit Erwachsenen und Kindern bezogen auf Sprachverständnisaufgaben im Lärm zeigen, dass Kinder unter 13 Jahren, auch wenn sie die besseren Reintonaudiogramme aufwiesen, keine den Erwachsenen vergleichbaren Ergebnisse erzielen (vgl. BLANDY/LUTMANN 2005, S. 438 ff.). In diesen Studien wird die Verstehensleistung über das Nachsprechen einzelner Silben oder Wörter erfasst, eine Leistung, die schon Kindergartenkinder erbringen können. Unter störgeräuschfreien Bedingungen zeigen sich nur geringe Unterschiede zwischen den Altersgruppen, im Lärm jedoch werden



Leistungsunterschiede deutlich. Die meisten Untersuchungen vergleichen Kinder ab einem Alter von 4-5 Jahren mit älteren Kindern und Erwachsenen, wobei die Leistungsbeeinträchtigungen im Lärm mit abnehmendem Alter der Kinder ansteigen (vgl. JAMIESON ET AL. 2004, S. 513 ff.; LITOVSKY 2005, S. 3094 ff.; BRADLEY/SATO 2004, S.1 ff.; NITTROUER 2005, S. 1080 ff.; TALARICO ET AL. 2007, S. 16 ff.; NISHI ET AL. 2010, S. 3179 ff.; LEIBOLD/BUS 2013, S. 1148 ff.; BONINO ET AL. 2013, S. 9 ff.). Auch für Kinder im Kindergartenalter zeigen sich vergleichbare Ergebnisse - für Kinder zwischen 3 und 6 Jahren im Vergleich mit Erwachsenen (vgl. SCHAFER ET AL. 2012, S. e37 ff.) und für Kinder zwischen 2 und 5 Jahren (vgl. MENG ET AL. 2013, S. 180 ff.).

Noch schlechter werden die Verstehensleistungen, wenn ungünstige raumakustische Bedingungen hinzukommen. Gut untersucht sind die Auswirkungen ungünstiger Nachhallzeiten verbunden mit entsprechenden Geräuschpegeln und daraus resultierenden unzureichenden Signal-Rausch-Abständen (vgl. YACULLO/HAWKINS 1987, S. 238 ff.; JOHNSON 2000, S. 148 ff.; KLATTE ET AL. 2010A, S. 275 ff.; NEUMANN/WROBLEWSKI 2010, S. 340 ff.). Dabei können Geräusche die weniger intensiven Teile des Sprachsignals zeitlich verdecken (vor allem die intensitätsschwächeren Konsonanten), während der Nachhall eine Maskierung der zeitlich benachbarten Phoneme bewirkt und diese dadurch unpräzise werden (vgl. LAZARUS ET AL. 2007, S. 134). Picard und Bradley halten aufgrund dieser Zusammenhänge Nachhallzeiten von 0,5 Sekunden und (für Jugendliche ab 12 und Erwachsene) Umgebungsgeräusche von 40 dB(A) für akzeptabel, für jüngere Schüler jedoch geringere Werte (10-11 Jahre = 39 dB(A); 6-7 Jahre 28,5 dB(A), allerdings nur 21,5 dB(A) für 6-7 jährige mit unzureichender Sprachverarbeitung) (vgl. PICARD/BRADLEY 2001, S. 241).

Auch die Qualität der Geräusche hat Einfluss auf das Sprachverstehen. So untersuchten Papsos und Blood 4-5 jährige Kinder (N=30) und verglichen ihre Verstehensleistung mit denen Erwachsener (N = 30) in Ruhe, im Rauschen und im Stimmengewirr. Während sich bei den Erwachsenen bei allen Umgebungsbedingungen keine signifikanten Leistungsabweichungen zeigten, verstanden die Kinder in Ruhe 94% der Wörter, im Rauschen 78% und im Stimmengewirr nur noch 68% der Wörter (vgl. PAPSOS/BLOOD 1989, S. 236 ff.).

Wightman et al. untersuchten den Einfluss der räumlichen Trennung von Störschall und Nutzschaall auf die Sprachverstehensleistungen von Erwachsenen und Kindern (7 Vorschulkinder und 28 Schulkinder). Während Erwachsene davon profitieren, wenn Störschall und Nutzschaall aus verschiedenen Richtungen kommen und ihre Leistungen sich kaum von der Ruhesituation unterscheiden, profitieren Kinder kaum von dieser räumlichen Trennung, obwohl dadurch die Trennung der Signale und das Ignorieren des Störschalls leichter möglich sind (vgl. WIGHTMAN ET AL. 2003, S. 3300 ff.).

Weiterhin sind Kinder mit verschiedenen Beeinträchtigungen stärker von Lärm in seinen Wirkungen auf das Sprachverständnis betroffen (vgl. DOCKRELL/SHIELD 2006, S. 516 ff.; NELSON/SOLI 2000, S. 356 ff.). So zeigt sich in einer Untersuchung von Finitzo-Hieber (1978) bei 24 Kindern zwischen 8 und 12 Jahren mit und ohne Hörstörungen, bei der das Einsilber-Verständnis unter verschiedenen simulierten akustischen Bedingungen (Kombinationen von Nachhallzeit (RT) und Lärm) untersucht wurde, dass Hörgeschädigte den Normalhörenden in allen Situationen unterlegen waren (vgl. FINITZO-HIEBER 1978, S. 445 ff.). Auch Crandell und Smaldino verweisen darauf, dass Kinder mit Hörstörungen bessere SNR und RTs benötigen und schlägt für Klassenräume SNRs von +15 dB, Lautstärkepegel (in unbesetzten Klassenräumen) von nicht mehr als 30–35 dB(A) und RTs von 0,4–0,6 Sekunden vor (vgl. CRANDELL/SMALDINO 2000, S. 369).

Kinder mit Aufmerksamkeitsdefiziten, deren auditive Diskriminierungsleistungen mit denen von Kindern ohne Aufmerksamkeitseinschränkungen verglichen wurden, zeigen in Ruhe vergleichbare, im Lärm hingegen signifikant schlechtere Verstehensleistungen (vgl. GEFFNER ET AL. 1996, S. 172 ff.). Ähnliche Effekte zeigen sich bei Kindern mit Lernbehinderungen (vgl. BRADLOW ET AL. 2003, S. 99 ff, CUNNINGHAMA ET AL 2001, S. 762 ff.).

Boets et al. (2007) untersuchten 62 fünfjährige Kinder, von denen die Hälfte aufgrund einer familiären Disposition als LRS-Risikogruppe identifiziert wurde und verglich deren Wahrnehmungsleistungen im Lärm sowohl mit den anderen Kindern als auch mit einer Gruppe Erwachsener (N = 11). Beide Kindergruppen unterschieden sich bezüglich ihrer Leistungen im Lärm von denen der Erwachsenenengruppe;

zwischen den beiden Kindergruppen zeigten sich darüber hinaus signifikante Unterschiede bei der Sprachwahrnehmung im Störgeräusch (vgl. BOETS ET AL. 2007, S. 23 ff.). Ähnliche Effekte zeigen sich bei Kindern mit Dyslexie (vgl. ZIEGLER ET AL. 2009, S. 738 ff.)

Auch Kinder mit Sprachbehinderungen sind stärker von Lärm betroffen. In einer Untersuchung von Ziegler et al. (2005) bei 30 Kindern (10 Versuchsgruppe, 2x10 Kinder als Kontrollgruppen) betrug der Leistungsunterschied in Ruhe nur 5%, bei Störgeräuschen hingegen fast 25% zu Ungunsten der Kinder mit sprachlichen Auffälligkeiten (vgl. ZIEGLER ET AL. 2005, S. 14112 ff.). In einer weiteren Untersuchung bestätigten sich die Befunde: besondere Schwierigkeiten zeigten die Kinder bei der Wahrnehmung des Kontrastes stimmhaft/stimmlos – im Lärm wesentlich stärker als ohne Störgeräusch (vgl. ZIEGLER ET AL. 2011, S. 371).

Auch Zweitsprachler benötigen, selbst wenn sie die Sprache fließend beherrschen, einen ca. 5 dB größeren Signal-Geräuschabstand, um im Lärm ähnliche Sprachverständlichkeit zu erreichen wie Muttersprachler – bei geringerer Sprachkompetenz sogar 10 dB SNR (vgl. LAZARUS ET AL. 2007, S. 227; ROGERS ET AL. 2006, S. 473 ff.). Das gilt selbstverständlich ebenso für Kinder, die bei Sprachwahrnehmungsaufgaben im Lärm schlechtere Leistungen erzielen als Muttersprachler (vgl. MAYO ET AL. 1997, S. 689 ff.).

In Alltagssituationen gehen Sprachverständnisseleistungen über das Verstehen von einzelnen Wörtern oder Silben hinaus, wodurch viel höhere Anforderungen an die Zuhörkompetenz der Kinder gestellt werden (vgl. KLATTE 2006, S. 43). Dabei müssen sprachliche Informationen nicht nur aufgenommen, sondern auch im Arbeitsgedächtnis gespeichert und verarbeitet werden, um diese mit bereits vorhandenem Wissen in Beziehung zu setzen und gegebenenfalls entsprechende Handlungen auszulösen.

In einer Untersuchung von Yacullo und Hawkins bei 32 Kindern im Alter von 8-10 Jahren sollten diese ganze Sätze wiederholen, wobei die Verstehensleistung in Ruhe verglichen wurde mit den Leistungen unter klassenraumähnlichen Bedingungen bezüglich der Nachhallzeiten und unter verschiedenen Signal-Geräusch-Abstands-

Bedingungen. Die Messungen zeigen, dass sich die Satzverstehensleistungen der Kinder von 85% (in Ruhe) auf 17% verschlechterten, wenn klassenraumähnliche Nachhallzeiten und ein Lärmpegelanstieg von 4 dB (Signal-Geräusch-Abstands-Reduktion von 6 dB auf 2 dB) hinzukamen (vgl. YACULLO/HAWKINS 1987, S. 235). Auch das Aufgabenverständnis bei Schulkindern wird durch Lärm (,irrelevant speech') beeinträchtigt (vgl. KLATTE ET AL. 2005, S. 62).

Evans und Maxwell (1997) untersuchten 116 Erst- und Zweitklässler und stellten bei den lärmexponierten Kindern nicht nur schlechtere Leseleistungen, sondern auch mehr Schwierigkeiten beim Erkennen ähnlich klingender Laute fest (vgl. EVANS/MAXWELL 1997, S. 647 ff.). In einer Untersuchung von Cohan et al. (1973) bei 54 Kindern, deren Wohnungen Lärmunterschiede durch Verkehrslärm aufwiesen, zeigte sich eine größere Beeinträchtigung der auditiven Diskriminationsfähigkeit und der Leseleistung der Kinder aus den lauterer Wohnungen (vgl. COHAN ET AL. 1973, S. 411). Wenn kleine Kinder unempfindlicher gegenüber Lärm zu sein scheinen (vgl. Kap. 4.4.2), so kann davon ausgegangen werden, dass sie damit unsensibel gegenüber den feinen akustischen Unterschieden werden, die zur Entwicklung der Lautdiskriminierungsfähigkeit erforderlich sind.

Maxwell und Evans (2000) führten in einer Vorschuleinrichtung, die vor der Sanierung mittlere Pegel von 76 dB und nach der Sanierung durchschnittlich um 5 dB reduzierte Pegel aufwies, verschiedene Tests mit 90 Kindern zwischen 3 und 5 Jahren vor und nach der Sanierung durch. Ebenso wurden die Kinder durch die Erzieherinnen bezüglich ihrer Sprachentwicklung eingeschätzt. Die Testungen selbst erfolgten alle unter ruhigen Bedingungen. Die Kinder zeigten nach der Sanierung bessere Leistungen im Benennen von Buchstaben und in der Zuordnung von Phonemen zu Graphemen als die Kindergruppe vor der Sanierung, lediglich beim Reimen fanden sich keine signifikanten Unterschiede. Nach Aussage der befragten Erzieherinnen zeigten die Kinder nach der Sanierung ein höheres Niveau der Sprachentwicklung. Die Autorinnen kommen zu dem Schluss, dass Lärm die Sprachentwicklung und die für den Schuleintritt wichtigen Voraussetzungen (z.B. für den Schriftspracherwerb) verschlechtert (vgl. MAXWELL/EVANS 2000, S. 94 ff.).

Altersschwerhörige zeigen typischerweise Hörverluste im Bereich zwischen 2 und 4 kHz, die mit einem beachtlichen Verständlichkeitsverlust einhergehen. Um diesen zu kompensieren, wäre ein ca. 12 dB besseres Signal-Geräusch-Verhältnis gegenüber Normalhörenden nötig. Bei jüngeren gleichgradig Schwerhörigen (auch Menschen mit lärmbedingten Schwerhörigkeiten zeigen Hörverluste in diesen Frequenzbereichen – vgl. Kap. 4.4.1) bewirkt bereits eine Verbesserung um 6 dB die gleiche Anhebung der Verständlichkeit (vgl. GUSKI ET AL. 2004, S. 56).

Für Vorhersagen der Güte der Sprachverständlichkeit in Räumen gibt es valide geprüfte Verfahren (z.B. Artikulationsindex AI, Sprach-Übertragungsindex STI), die jedoch nicht die Hörbedingungen von Kindern berücksichtigen, sondern an denen Erwachsener ausgerichtet sind (vgl. EBD., S. 52). An dieser Stelle sei auch nochmals auf die DIN 18041: 2004-05, ‚Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen‘ verwiesen, wo entsprechende bautechnische Hinweise gegeben sind, die auch auf die besonderen Bedingungen für Personen mit Deutsch als Zweitsprache, mit Hör-, Sprach- und Sprachverarbeitungsstörungen, mit Konzentrations- und Aufmerksamkeitsstörungen sowie mit Leistungsschwächen eingehen.

### 4.5 ZUSAMMENFASSUNG UND BEZUG ZUR VORLIEGENDEN UNTERSUCHUNG

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass Lärm vielfältige Wirkungen auf Kommunikationsprozesse hat, die über die bloße Wirkung auf Sprachproduktion und Sprachperzeption hinausgehen. Lärm ist keine physikalisch exakt messbare Größe, vor allem der Grad der Störwirkung und die Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit sind messtechnisch nicht erfassbar.

Sprachliches Lernen geschieht über Kommunikation, und Kinder sind neben guten akustischen Bedingungen auch auf geduldige, feinfühlig, zugewandte und interessierte Dialogpartner – im Kindergarten auf ebensolche Erzieherinnen – angewiesen. Hier ist auf die extra-auralen und sozialen Lärmwirkungen zu verweisen, die vermuten lassen, dass lärmbedingter Stress zur Reduzierung der

Sensibilität gegenüber den Bedürfnissen anderer führt. Sowohl die erhöhte Sprechanstrengung, aber auch die hohen Anforderungen an auditive und sprachliche Fähigkeiten beim Zuhören im Lärm verbrauchen Energie und binden Kapazitäten und sind somit guten Kommunikationsbedingungen im Kindergartenalltag nicht zuträglich. Es ist nachvollziehbar, dass Lärm einer der wesentlichsten Belastungsfaktoren im Erzieherinnenberuf ist.

Aus der Vielzahl lärmbezogener Forschungsansätze (grundsätzlich und sinnvollerweise ist eine umfassende Lärmforschung interdisziplinär anzulegen) wird in dieser Arbeit der Fokus auf der Frage liegen, ob Erzieherinnen in Kindergärten unter anderem aufgrund der Lärmbelastung stimmliche und auditiv-organische Veränderungen zeigen. Um einen validen Nachweis eines Ursache-Wirkung-Zusammenhanges herstellen zu können, wären Messungen über längere Zeiträume nötig, die technisch ausgesprochen anspruchsvoll und aufwändig (vgl. TECHNISCHE REGEL ZUR LÄRM- UND VIBRATIONS-ARBEITSSCHUTZVERORDNUNG - TRLV Lärm: Teil 2 Messung von Lärm 2010) und im Rahmen dieser Querschnittsuntersuchung nicht möglich sind. Allerdings belegen die vorliegenden Querschnittslärmmessungen Lautstärken, die in jedem Falle oberhalb der Grenzen für entspannte und belastungsfreie Kommunikationsbedingungen liegen. Zudem zeigen die Studien zu den Belastungsfaktoren bei Erzieherinnen, dass diese subjektiv den Lärm und daraus resultierende Beschwerden benennen und einschätzen können. Daher scheint es sinnvoll, sich an der subjektiven Einschätzung der Erzieherinnen zu orientieren.

Bevor die empirische Untersuchung zu Stimme und Hören dargestellt wird, soll im Folgenden noch explizit die Forschungslage für die Bereiche Stimm- und Hörstörungen bei Erzieherinnen dargestellt werden.

## 5. STIMMSTÖRUNGEN IM BERUF

Eine Reihe von Studien hat bestimmte Berufsgruppen mit einem erhöhten Risiko der Entwicklung von Berufsstimmstörungen identifiziert. VILKMAN (2000, S. 122; 2004, S. 235) unterscheidet bei seiner Einteilung zwischen den berufsbedingten Anforderungen an die Qualität der Stimme und die Stimmbelastung im Beruf (vgl. Tabelle 6). Dementsprechend sind die Anforderungen bei Lehrerinnen und Kindergärtnerinnen an die Qualität der Stimme moderat, die Stimmbelastung hingegen ist hoch.

Zahlenmäßig ist die Gruppe der Lehrerinnen und Kindergärtnerinnen wesentlich größer, als die der Schauspieler, Sänger und Journalisten. Laut Beschäftigungsstatistik des Statistischen Bundesamtes, welche die sozialversicherungspflichtig Beschäftigten (kategorisiert nach Wirtschaftsabschnitten; vgl. STATISTISCHES BUNDESAMT 2008) am 30. Juni 2013 aufführt, liegt der Anteil der Beschäftigten im Bildungsbereich bei 3,8% und der im Kunst- und Unterhaltungsbereich bei 0,8% (vgl. STATISTISCHES BUNDESAMT 2013).

Quality	Loading	Profession
high	high	actors, singers
high	moderate	radio and TV journalists
moderate	high	school teachers and kindergarten teachers, telephone operators, telemarketers, military, clergy, cantors
moderate	moderate	bank, business and insurance personnel, physicians, lawyers, nurses
low	high	foremen, welders, platers

Tabelle 6: Klassifikation der Stimmanforderungen nach Vilkmann 2000, S.122

In einer Übersichts-Studie kam Williams 2003 zu dem Ergebnis, dass Sänger die Gruppe mit dem höchsten Risiko der Entstehung einer Berufsdysphonie sind, gefolgt von Sozialarbeitern und Lehrern (vgl. WILLIAMS 2003, S. 457).

Die Lehrerstimme ist weltweit Gegenstand der Untersuchungen, z.B. in den USA (vgl. SMITH ET AL. 1997; DA COSTA ET AL. 2012), Australien (vgl. MATTISKE ET AL.

1998; PASA ET AL. 2007), Brasilien (vgl. TAVARES/MARTINS 2007, SAMPAIO ET AL. 2012), Hong Kong (vgl. YIU 2002), Singapur (vgl. CHARN/HWEI MOK 2012), Iran (vgl. DEHQAN/SCHERER 2013), Schweden (vgl. FRITZELL 1996; ÅHLANDER ET AL. 2011), Finnland (vgl. VILKMAN ET AL. 1998; OHLSSON ET AL. 2012), Island (vgl. JONSDOTTIR 2002), Spanien (vgl. BERMUDEZ- ALVEAR 2011), Niederlande (vgl. THOMAS ET AL. 2006A), Belgien (vgl. VAN LIERDE ET AL. 2010B), Italien (vgl. ANGELILLO ET AL. 2009), Frankreich (vgl. NERRIÈRE ET AL. 2009), Polen (vgl. NIEBUDEK-BOGUSZ ET AL. 2010), Österreich (vgl. SCHNEIDER ET AL. 2004) und in Deutschland (vgl. LEMKE 2006; PUCHALLA ET AL. 2013).

Die Bildungssysteme sind im internationalen Vergleich unterschiedlich organisiert, oft allerdings ist der Kindergarten „...strukturell, administrativ und pädagogisch Teil des Schulsystems“ (GRIES ET AL. 2005, S.27). Unterschiede bestehen zum Beispiel beim Einschulungsalter: in Luxemburg werden die Kinder mit 4 Jahren eingeschult, in Lettland, Malta, der Niederlande und Großbritannien mit 5 Jahren (vgl. DEUTSCHES JUGENDINSTITUT 2009, S.17). In Kanada besuchen 91% der 5-jährigen eine freiwillige Vorschule im Kindergarten bzw. der Grundschule (vgl. BMBF 2007, S. 38). Man kann also unterstellen, dass in den internationalen Untersuchungen zur Lehrerstimme auch Kindergärtnerinnen als Probandinnen beteiligt sind. In einigen Fällen werden sie als Teilnehmerinnen der Studien explizit benannt (z.B. SAPIR ET AL. 1993, ROY ET AL 2004A, MORROW ET AL. 2011, BERMÚDEZ ALVEAR/DE MARTINEZ-ARQUERO 2009, DA COSTA ET AL. 2012), in anderen Fällen erfolgt diese differenzierte Stichprobenbeschreibung nicht.

Im Folgenden werden deshalb zunächst Studien zur Lehrerstimme bzw. zu Stimmuntersuchungen von Lehramtsstudierenden vorgestellt, bevor die Untersuchungen dargestellt werden, die sich explizit auf Kindergärtnerinnen beziehen. Weiterhin werden Untersuchungen zu Stimmstörungen bei Kindern sowie Untersuchungen zu Auswirkungen gestörter Stimmen dargestellt.

### 5.1 UNTERSUCHUNGEN ZUR LEHRERSTIMME

Die Untersuchungen zur Lehrerstimme folgen verschiedenen Fragestellungen. Ein Teil geht der Frage nach, ob Lehrer stärker stimmlich belastet sind bzw. mehr Stimmprobleme haben als andere Berufsgruppen.



So haben Titze et al. (1997) verschiedene Berufsgruppen entsprechend ihrer Stimmnutzung systematisiert, zugehörige Untersuchungen referiert und die Gruppe der Lehrer (4,2 % der arbeitenden Bevölkerung der USA) als die mit dem größten Risiko für Stimmstörungen identifiziert (vgl. TITZE ET AL. 1997, S. 257).

Fritzell (1996) erfasste in Schweden in einem Zeitraum von 6 Monaten in 8 Kliniken die Patienten, die wegen ihrer Stimmprobleme die Sprechsunde aufsuchten. Von den 1212 Patienten war der Anteil der Lehrer mit 16,2% die größte Gruppe (vgl. FRITZELL 1996, S. 22).

Sliwinskaja-Kowalska et al. (2006) verglichen 425 Lehrer mit 83 Nichtlehrern und fand statistisch signifikante Unterschiede bezüglich der auftretenden Stimmsymptome bezogen auf die gesamte Berufstätigkeit (68.7% der Lehrer und 36.1% der Kontrollgruppe). Die Lehrer berichteten signifikant häufiger über chronische Heiserkeit, Stimmlosigkeit und Missempfindungen im Hals als die Vergleichsgruppe. Auch klinisch pathologische Auffälligkeiten des Larynx fanden sich signifikant häufiger bei Lehrern (32,9 %) im Vergleich zur Kontrollgruppe (9,6 %) (vgl. SLIWINSKAJA-KOWALSKA ET AL. 2006, S. 92).

Smith et al (1998) erhoben mit Hilfe eines Fragebogens die Daten von 554 Lehrern und 220 Nichtlehrern. 32% der Lehrer berichteten, dass sie immer Stimmprobleme hätten (Kontrollgruppe 1%). Auch die Anzahl der berichteten Symptome unterschied sich signifikant (vgl. SMITH ET AL. 1998B, S. 485).

Roy et al. (2004 a/b) führten Telefoninterviews mit 1243 Lehrern und 1288 Probanden anderer Berufe. Dabei zeigte sich, dass Lehrer aktuell signifikant mehr Stimmsymptome zeigten (11,6%) als die Teilnehmer aus anderen Berufsgruppen (6,2%) (vgl. ROY ET AL. 2004A, S. 284).

Van Houtte et al. (2011) untersuchten 994 Lehrer und 290 Personen mit Berufen ohne Stimmbelastung als Kontrollgruppe mit Hilfe eines Fragebogens. Dabei berichteten die Lehrer signifikant häufiger über Stimmprobleme während ihrer Berufstätigkeit als die Kontrollgruppe: 51.2% vs. 27.4% (vgl. VAN HOUTTE ET AL. 2011, S. 572).

Behlau et al. (2012) führten Interviews mit 1651 Lehrern und einer Kontrollgruppe mit 1614 Personen anderer Berufsgruppen. Dabei berichteten 11,6% der Lehrer und 7,5% der Kontrollgruppe über Stimmsymptome zur Zeit der Befragung. Bezogen auf den gesamten Zeitraum ihrer Berufstätigkeit berichteten 63% der Lehrer und 35,8% der Kontrollgruppe über Stimmsymptome, beide Unterschiede sind statistisch signifikant (vgl. BEHLAU ET AL. 2012, S. 665.e10; e13).

Angelillo et al. (2009) untersuchten 504 Lehrer und 402 Patienten der Phoniatrie/ Audiologie mit Hilfe eines Fragebogens. Dabei ermittelten sie bei 8,7% der Lehrer aktuelle Stimmprobleme, in der Kontrollgruppe signifikant weniger (2,9%). Auch bei der Einschätzung der Stimmprobleme über die gesamte Berufszeit zeigten sich signifikante Unterschiede, davon berichteten 51,4% der Lehrer und 25,9% der Kontrollgruppe (vgl. ANGELILLO ET AL. 2009, S. 28).

Pekkarinen (1992) verglich 478 Lehrer mit 95 Krankenschwestern bezüglich der Symptomhäufigkeit und der Dauer der Beschwerden: Lehrer zeigten mehr und auch über längere Zeiträume Stimmprobleme (vgl. PEKKARINEN ET AL. 1992, S. 114).

Eine Übersicht über die genannten Untersuchungen findet sich in Tabelle 7:

Untersuchung	Methode	Ergebnisse
Tietze et al. 1997 USA	Literaturreview	Lehrer als Gruppe mit dem größten Risiko für Stimmstörungen
Fritzell 1996 Schweden, N = 1212	Patienten in phoniatischen Sprechstunden analysiert	Lehrer mit 16,2% die größte Gruppe
Sliwinskaja- Kowalska et al. 2006 Polen, N = 425 Lehrer/ 83 Kontrolle	Fragebogen und klinische Untersuchung	Stimmsymptome bezogen auf die gesamte Berufstätigkeit (68.7% Lehrer und 36.1% Kontrollgruppe) klinisch pathologische Auffälligkeiten des Larynx fanden sich signifikant häufiger bei Lehrern (32,7% Lehrer und 9,6% Kontrolle)
Smith et al. 1998b USA, N = 554 Lehrer und 220 Nichtlehrern	Fragebogen	32% der Lehrer berichteten, dass sie immer Stimmprobleme hätten (Kontrollgruppe 1%)
Roy et al. 2004a USA, N =1243 Lehrer und 1288 Probanden anderer Berufe	Telefoninterviews	Lehrer aktuell signifikant mehr Stimmsymptome (11,6%) als Kontrollgruppe (6,2%)
van Houtte et al. 2011 Belgien, N = 994 Lehrer und 290 Personen mit Berufen ohne Stimmbelastung	Fragebogen	Lehrer signifikant mehr Stimmsymptome bezogen auf die gesamte Berufstätigkeit (51,2% Lehrer und 27,4% Kontrollgruppe)
Behlau et al. 2012 Brasilien, N = 1651 Lehrer und 1614 Probanden anderer Berufe		Lehrer mit höherer Anzahl an aktuellen Symptomen (3,7 vs. 1,7) und in der Vergangenheit (3,6 vs. 2,3)
Angelillo et al. 2009 Italien, N = 504 Lehrer und 402 Patienten der Phoniatrie/Audiologie	Fragebogen	aktuelle Stimmprobleme Lehrer 8,7%, Kontrolle 2,9% (sign.) über die gesamte Berufszeit: Lehrer 51,4% - Kontrolle 25,9% (sign.)
Pekkarinen et al. 1992 Finnland, N = 478 Lehrer und 95 Krankenschwestern als Kontrollgruppe	Fragebogen	Lehrer zeigten mehr Stimmsymptome und Stimmprobleme über längere Zeiträume

Tabelle 7: Untersuchungen zum Stimmvergleich: Lehrer und andere Berufsgruppen

Zusammenfassend zeigt sich: Lehrer sind – verglichen mit verschiedenen Kontrollgruppen – stärker von Stimmproblemen betroffen.

Weitere Untersuchungen beschäftigen sich mit der Prävalenz von Stimmstörungen, also der Anzahl der Probanden, die zum Untersuchungszeitpunkt Stimmstörungen aufwiesen. Hier führen vor allem die angewandten Methoden zu unterschiedlichen Ergebnissen. So berichten zwischen 8,7% und 45% der Lehrer bei Befragungen über aktuelle stimmliche Beschwerden (point prevalence). Bezogen auf den gesamten Zeitraum ihrer beruflichen Tätigkeit (period prevalence) berichten zwischen 26% und 68,7% der Lehrer über Stimmprobleme. Pathologische organische Befunde zeigen sich bei 5% bis 37% der untersuchten Probanden.

Die Untersuchungen zur Prävalenz von Stimmstörungen bei Lehrern sind in Tabelle 8 zusammengefasst.

Untersuchung	Methode	Ergebnisse
Russel et al. 1998 Australien, N = 877	Fragebogen	58,7% der Frauen und 55% der Männer berichteten über Stimmprobleme im letzten Jahr (alle 2-3 Monate oder häufiger)
Smith et al. 1998b USA, N = 554	Fragebogen	32% der Lehrer berichteten, dass sie immer Stimmprobleme hätten
Roy et al. 2004a USA, N = 1212	Telefoninterview	11,6% Stimm Symptome aktuell
Hammann 2004 Deutschland, N = 470	Fragebogen	76% mit Stimmproblemen
Simberg et al. 2005 Finnland, N= 241 (1988 = 478)	Fragebogen (1988 selbe Fragebogenuntersuchung – Probanden z.T. gleich)	29% wöchentliche Stimmbeschwerden, 20% haben 2 oder mehr Symptome mindestens 1x wöchentlich = signifikant mehr als 1988
Jong et al 2006 Niederlande, N = 1878	Fragebogen	17,4 % der Grundschullehrer und 17,8% der Sekundarschullehrer mit akuten Stimm Symptomen, 31,6%/35,8% im letzten Jahr; 54,8%/59,2% während der gesamten Berufszeit
Smolander/Huttunen 2006 Finnland, N = 181	Fragebogen	42% Stimm Symptome täglich oder wöchentlich 40% mit wiederkehrenden Stimmproblemen 10% hatten Stimmbandknötchen
Sliwinskaja- Kowalska et al. 2006 Polen (Reihenuntersuchung), N = 425	Fragebogen und Untersuchung	68,7% Stimm Symptome bezogen auf die gesamte Berufstätigkeit 32,7% klinisch pathologische Auffälligkeiten des Larynx
Thomas et al 2006b Niederlande, N = 82	Fragebogen	36,6% aktuell mit Stimmauffälligkeiten 53,8% während des letzten Jahres
Medeiros et al. 2008 Brasilien, N = 2103	Fragebogen	17% berichteten über Stimmprobleme innerhalb der letzten 14 Tage
Angelillo et al. 2009 Italien, N = 504	Fragebogen	8,7% aktuelle Probleme 51,4% bezogen auf die gesamte Berufstätigkeit
Müller/Jung 2009 Deutschland N = 90 (jeweils 30 Hochschullehrer/Gymnasial- oder Mittelschullehrer/Grundschullehrer)	Fragebogen und Untersuchung	45% intermittierende/ständige Stimmprobleme Stimmuntersuchung: (keine/geringe/ deutliche Störung): Hochschullehrer 35/45/20%, Gymnasial/Mittelschule 50/45/5%, Grundschule 45/30/25%
Nerrière et al 2009 Frankreich, N = 3646	Fragebogen	26% der Männer und 50% der Frauen hatten Stimm Symptome bezogen auf die gesamte Berufszeit

Untersuchung	Methode	Ergebnisse
Ilomäki et al 2009 Finnland, N = 78	Fragebogen und Untersuchung	83% Selbsteinschätzung der Stimme „normal“, 32 % mit zwei oder mehr Symptomen wöchentlich 14% organische Veränderungen, 37% mit leichten Veränderungen und 49% unauffällig
Lee et al. 2010 Hong Kong, N = 498	Fragebogen	69,9 % Stimmbeschwerden im letzten Jahr
van Houtte et al. 2011 Belgien, N = 994	Fragebogen	51,2% Stimmsymptome bezogen auf die gesamte Berufstätigkeit
Åhlander et al. 2011 Schweden, N = 467	Fragebogen	13% Stimmprobleme (manchmal/oft/immer)
Bermúdez Alvear et al. 2011 Spanien, N = 282	Fragebogen	59% (über 60% berichten über häufige Halsschmerzen oder Stimmermüdung und 55% über Heiserkeit am Ende eines Arbeitstages)
Behlau et al. 2012 Brasilien, N = 1651	Fragebogen	11,6% aktuelle Stimmstörung
Charn und Hwei Mok 2012 Singapur, N = 214	Fragebogen	13,1% aktuelle Stimmprobleme 25,4% mit Stimmproblemen im letzten Jahr 32,1% bezogen auf die gesamte Berufstätigkeit
da Costa et al. 2012 USA, N = 237	Fragebogen	22% aktuell mit Heiserkeit

Tabelle 8: Untersuchungen zur Prävalenz von Stimmstörungen bei Lehrern

Weitere Studien gehen der Frage nach, ob es entsprechend der zu unterrichtenden Fächer Unterschiede in der stimmlichen Belastung bzw. beim Auftreten von Stimmproblemen gibt.

So ermittelten Smith et al. (1998a) innerhalb ihrer Studie zur Prävalenz bei 554 Lehrerinnen, dass Sportlehrerinnen das höchste Risiko für Stimmstörungen zeigen (vgl. SMITH ET AL. 1998A, S. 332). Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen Jónsdóttir et al. (2002), die 43 Sportlehrerinnen mit 43 Schulleiterinnen verglichen. Die Sportlehrerinnen hatten mehr Unterricht als die Schulleiterinnen und berichteten über eine größere Anzahl an Stimmsymptomen (vgl. JÓNSDÓTTIR ET AL. 2002, S. 100). Thibeault et al. (2004) untersuchten 1243 Lehrerinnen per Interview und stellten fest, dass Musik- und Theaterlehrerinnen und Chemielehrerinnen (nicht aber Sportlehrerinnen) am meisten von Stimmstörungen betroffen sind (vgl. THIBEAULT ET AL. 2004, S. 789). Morrow und Connor (2011) begleiteten 7 Musiklehrerinnen und 5 Klassenlehrerinnen über eine Woche: bei allen Messungen zeigte sich, dass Musiklehrer signifikant schlechtere Ergebnisse zeigen bezogen auf Tonhaldedauer, Grundfrequenz-Steigerung und Lautstärke (vgl. MORROW/CONNER 2011, S. 369).

Smith et al. (1998) verglichen Lehrer (N = 274) und Lehrerinnen (N = 280). Die Lehrerinnen berichteten signifikant häufiger sowohl von aktuellen als auch von chronisch wiederkehrenden Stimmproblemen während der Berufszeit als ihre männlichen Kollegen (vgl. SMITH ET AL. 1998A, S. 331). Zahlreiche andere Studien

bestätigten diese Unterschiede zwischen Lehrerinnen und Lehrern (z.B. RUSSEL ET AL. 1998, HAMMANN 2004, PRECIADO- LOPEZ ET AL. 2008, ANGELILLO ET AL. 2009, NERRIÈRE ET AL. 2009, SAMPAIO ET AL. 2012).

Untersuchungen, die sich mit den von den Lehrerinnen benannten Ursachen ihrer Stimmstörungen beschäftigen, zeigen, dass neben der Ursache einer ungenügenden Stimmbildungstechnik (vgl. SLIWINSKA-KOWALSKA 2006, S. 97) auch andere Faktoren eine Rolle spielen. So wird immer wieder auf den Zusammenhang zwischen Stimme und Psyche hingewiesen (vgl. MEULENBROEK ET AL. 2010; ROY ET AL, 2000). Die Ergebnisse von Koojman et al. (2006) weisen darauf hin, dass psycho-emotionale Aspekte bei der Entstehung von Stimmstörungen von Bedeutung sind (vgl. KOOJMAN ET AL. 2006, S. 170). Nerrière et al. (2009) fanden bei den Lehrerinnen mit Stimmauffälligkeiten häufiger Angaben zu psychischen Belastungen, depressiven Episoden, allgemeinen Angststörungen und Phobien (vgl. NERRIÈRE ET AL. 2009, S. 374). Da Rocha und de Mattos Souza (2013) stellten bei 575 Lehrerinnen einen Zusammenhang zwischen der Prävalenz mentaler Störungen und dem VHI fest (vgl. DA ROCHA/DE MATTOS SOUZA 2013, S. 599).

Auch Kollbrunner (2006) und Egger et al. (1992) verweisen auf den Zusammenhang von Stimmstörungen und psychosozialen Komponenten sowie der Notwendigkeit einer multikausalen Betrachtungsweise für Stimmprobleme (vgl. KOLLBRUNNER 2006A, S. 35 ff.; EGGER ET AL, 1992, S. 72 ff.).

In verschiedenen Studien zur Lehrerstimme wird auch immer wieder der schädliche Einfluss bestimmter Umgebungsbedingungen auf die Stimme (Lärm, schlechte Luftqualität, Staub, große Klassenstärken und psychischer Stress) benannt (vgl. PRECIADO ET AL. 1998; DE MEDEIROS ET AL. 2008; ÅHLANDER ET AL. 2011; RANTALA ET AL. 2012; SAMPAIO ET AL. 2012).

Simberg et al. (2005) befragten 241 Lehrerinnen an teilweise denselben Schulen mit dem gleichen Untersuchungsdesign wie 12 Jahre zuvor. Ergänzt wurde der Fragebogen allerdings um die Frage nach Veränderungen innerhalb dieses Zeitraumes, die Auswirkungen auf die Stimme gehabt haben könnten. Dabei konnten sie einen signifikanten Anstieg der selbstbeobachteten Stimmsymptome ermitteln, mögliche Gründe sahen die Lehrerinnen unter anderem im

zunehmenden Lärm, der Zunahme von Disziplinschwierigkeiten und größeren Klassen (vgl. SIMBERG ET AL. 2005, S. 98). Insgesamt betrachten die Lehrer die Stimmauffälligkeiten als ursächlich arbeitsbedingt (vgl. DE MEDEIROS ET AL. 2008; ROY ET AL. 2004B).

In der Untersuchung von Thomas et al. (2006) berichteten 41,3% der stimmauffälligen Lehrerinnen von Stimmproblemen bereits während ihres Studiums (vgl. THOMAS ET AL. 2006, S. 374). Koojmann und Thede (2010) sprechen aufgrund ihrer Untersuchung von einem 9-fachen Risiko stimmauffälliger Studierender, im Berufsleben (wieder) Stimmprobleme zu entwickeln (vgl. KOOJMANN/THEDE 2010, S. 62).

Weitere Studien beschäftigen sich mit den Auswirkungen der Stimmprobleme. So benannten viele Lehrer stimmbedingte Einschränkungen in der Lehrtätigkeit (genauer siehe 5.4). Stimmprobleme führen auch zu Krankschreibungen, die Häufigkeit solcher Fehlzeiten wurde in verschiedenen Studien erfragt. So berichteten Sapir et al. (1993), dass 23% der befragten 237 Lehrerinnen wegen stimmlicher Probleme fehlten, 14% suchten einen Arzt auf und 1% begab sich in stimmtherapeutische Behandlung (vgl. SAPIR ET AL. 1993, S.181). Hammann (2004) untersuchte per Fragebogen 470 Lehrerinnen, von denen nur 24% noch keine Stimmsymptome während ihrer Tätigkeit erlebt hatten. Obwohl häufig Stimmprobleme benannt wurden, konsultierten 40% der betroffenen Lehrerinnen keinen Arzt und gaben selten mehr als 10 Fehltage an (vgl. HAMMANN 2004, S. 168 ff.). Auch diese Ergebnisse finden sich in ähnlicher Weise in anderen Untersuchungen wieder (vgl. BERMÚDEZ ALVEAR/DE MARTINEZ-ARQUERO 2009; MEDEIROS ET AL. 2012; PUCHALLA ET AL. 2013). Da Costa et al. (2012) befragten 237 Lehrerinnen, von diesen gaben 22% eine aktuelle Heiserkeit an, 58% berichteten von bereits erlebten Heiserkeiten, 23% konnten wegen ihrer Stimmprobleme nicht arbeiten. Nur ein Drittel (32,6%) der Befragten hatte jedoch professionelle Hilfe gesucht. Etwa die Hälfte der Befragten (49%) wussten nichts von der Möglichkeit einer Stimmtherapie bzw. glaubten nicht, dass ein Arzt bei diesem Problem helfen könnte. 30% meinten, Heiserkeit gehöre zu diesem Berufsbild dazu, sei also „normal“, und 23 % gaben an, keine Zeit zu haben, einen Arzt aufzusuchen (vgl. DA COSTA ET AL. 2012, S. 72). In einer Befragung von Smolander und Huttunen

(2006) wünschten sich die Lehrerinnen mehr Prävention und leichteren Zugang zu Stimmexperten und Präventionsangeboten (vgl. SMOLANDER/HUTTUNEN 2006, S. 170).

Verdolini und Ramig (2001) suchten in der einschlägigen Literatur unter anderem nach Daten zu beruflichen Risikofaktoren und deren finanziellen Folgen und schätzten die angesichts der verlorenen Arbeitstage und Behandlungen entstandenen Kosten allein für die Gruppe der Lehrer in den USA auf ca. 2,5 Milliarden Dollar jährlich (vgl. VERDOLINI/RAMIG 2001, S. 37). In Deutschland hat Gutenberg (2005) eine ähnliche Schätzung für das Saarland vorgenommen und kommt auf Ausfallzeiten von mindestens 11.200 Zeitstunden; die dadurch entstehenden Kosten liegen demnach bei rund 8,9 Millionen Euro pro Jahr, unter Einbeziehung der Behandlungskosten bei über 10 Millionen (vgl. GUTENBERG 2005, S. 36).

Ein weiterer Personenkreis, der bezüglich der auftretenden Stimmprobleme untersucht wird, sind die Lehramtsstudierenden. Die Prävalenzen der Stimmsymptome liegen bezüglich der erfragten Symptome zwischen 17% und 43% und bezogen auf die organischen Veränderungen zwischen 10% und 55%. In einer Untersuchung von Berger und Ettehad (1998) bei 53 Lehramtsstudierenden gaben 43% subjektive Beschwerden im Fragebogen an, die RBH-Beurteilung durch einen Phoniater ergab Auffälligkeiten bei 68% der Studierenden, 55% zeigten stroboskopisch auffällige Befunde (vgl. BERGER/ETTEHAD 1998, S.40/41).

Bei einer Untersuchung von 226 schwedischen Lehramtsstudierenden berichten 34% von zwei oder mehr Symptomen im letzten Monat, 24% im letzten Jahr. Einige dieser Studierenden (N=47) wurden phoniatisch untersucht, organische Auffälligkeiten im Sinne einer Stimmstörung fanden sich bei 42 Probanden, von denen neun im Fragebogen keine Stimmsymptome im letzten Monat angegeben hatten (vgl. SIMBERG ET AL. 2000, S. 233).

Simberg et al. (2004) verglichen die Angaben von 220 Studierenden verschiedener Fakultäten mit den Angaben von 175 Lehramtsstudierenden aus allen Studienjahren. Die Ergebnisse zeigen, dass beide Studierendengruppen über Stimmsymptome berichteten, jedoch gaben die Lehramtsstudierenden signifikant mehr Stimmsymptome an (vgl. SIMBERG ET AL. 2004, S. 365).

Schneider und Bigenzahn (2005) untersuchten 144 Studierende, wovon 28% stimmliche Auffälligkeiten zeigten (24% funktionell, 4% organisch) (vgl. SCHNEIDER/BIGENZAHN 2005, S. 273 ff.).

Thomas et al. (2006) führten eine Fragebogenuntersuchung mit Lehramtsstudentinnen (N=457) und einer Kontrollgruppe (N = 144) durch. Dabei berichteten 39,6 % der Studentinnen und 32,6 % der Kontrollgruppe von Stimmbeschwerden im Moment und/oder im vergangenen Jahr (vgl. THOMAS ET AL. 2006A, S. 68). Im selben Jahr verglichen sie die Ergebnisse einer Fragebogenuntersuchung von 545 Lehramtsstudierenden mit denen von 82 Lehrerinnen im 1. bis 4. Berufsjahr. 58,8% der Lehrerinnen berichteten von Stimmauffälligkeiten jetzt und/oder während des letzten Jahres, bei den Studierenden waren es 39,7%. Von den Probanden mit stimmlichen Auffälligkeiten waren bei den Lehrerinnen weniger (33,3%), bei den Studierenden mehr (74,6%) der Meinung, dass das Stimmtraining während der Ausbildung ausreichend ist (vgl. THOMAS ET AL. 2006B, S. 374).

Lemke (2006) veröffentlichte eine Untersuchung von 5357 Lehramtsanwärtern aus 10 Bundesländern, von denen 37% deutlich stimmlich auffällig waren, bei 15% ergab sich ein sofortiger Therapiebedarf (vgl. LEMKE 2006, S. 27).

Van Lierde et al. (2010) untersuchten 143 Lehramtsstudentinnen, dabei berichteten 43% von bestehender Heiserkeit. Die auditive Analyse mit Hilfe der GRBAS-Skala ergab für 28% G1, und für 5.6% G2 (G = Grad der Heiserkeit). Die Analyse der DSI-Werte ergab signifikante Unterschiede (im Sinne einer Verbesserung) zwischen dem ersten und dritten Ausbildungsjahr (vgl. VAN LIERDE ET AL. 2010, S. 601).

Meulenbroek und de Jong (2011) untersuchten 214 Lehramtsstudentinnen mit Hilfe eines Fragebogens, der auditiven Analyse (GRBAS) und einer laryngoskopischen Untersuchung. Dabei zeigten 10% organische Veränderungen und 76% einen unvollständigen Glottisschluss. In der vergleichenden Bewertung der verschiedenen Untersuchungsmethoden zeigte sich, dass eine Untersuchungsmethodik nicht ausreichend für die Stimmbewertung ist (vgl. MEULENBROEK/DE JONG 2011, S. 465).



Ohlsson et al. (2012) befragten 1250 Lehramtsstudierende, dabei berichteten 17% von zwei oder mehr Stimmsymptomen wöchentlich, 44% dieser Studierenden berichteten von Stimmproblemen bereits in der Kindheit, Frauen zeigten mehr Stimmprobleme als Männer (vgl. OHLSSON ET AL. 2012, S. 632).

Untersuchung	Methode	Ergebnisse
Berger/Ettehad 1998. Deutschland, (N = 53)	Fragebogen, auditive Beurteilung, Stroboskopie	43% subjektive Beschwerden 68% auffällige RBH-Beurteilung 55% stroboskopisch auffällige Befund
Simberg et al. 2000 Schweden, (N = 226)	Fragebogen (N=47) mit phoniatischer Untersuchung	34% mit zwei oder mehr Symptomen im letzten Monat, 24% im letzten Jahr, 42 Probanden mit organischem Befund (neun ohne Stimmsymptome im Fragebogen)
Schneider/Bigenzahn 2005, Österreich, (N = 144)	Phoniatische Untersuchung	28% stimmliche Auffälligkeiten (24% funktionell, 4% organisch)
Thomas et al. 2006b Niederlande, (N = 545 Studierende, N = 82 Lehrer)	Fragebogen	39,7% der Studierenden und 58,8% der Lehrerinnen mit Stimmauffälligkeiten
Lemke 2006 Deutschland, (N = 5357)	Auditive Beurteilung	37% deutlich stimmlich auffällig 15% mit sofortigem Therapiebedarf
van Lierde et al. 2010 Belgien, (N = 143)	Auditive Beurteilung	28% Heiserkeitsgrad 1 5,6% Heiserkeitsgrad 2
Meulenbroek/Jong 2011 Niederlande, (N = 214)	Auditive Beurteilung, Laryngoskopie	76% unvollständiger Glottisschluss 10% organische Veränderungen
Ohlsson et al. 2012 Finnland/Schweden, (N = 1250)	Fragebogen	17% zwei oder mehr Symptome wöchentlich, 44% dieser Studierenden = Stimmprobleme bereits in der Kindheit Frauen mehr Stimmprobleme als Männer

Tabelle 9: Untersuchungen bei Lehramtsstudierenden

Eine weitere Zahl von Studien befasst sich mit der Wirksamkeit von Stimmtrainings bei Lehrerinnen bzw. Lehramtsstudierenden. Hazlett und Duffy (2011) kamen in ihrem Review zur Wirksamkeit von Stimmtrainings (Auswertung von 10 Studien nicht nur für Lehrer, sondern auch Sänger und Call-Center-Mitarbeiter) zu dem Ergebnis, dass sich noch kein eindeutiger Nachweis für die Wirksamkeit von Stimmtrainings finden lässt. Einzelne positive Effekte finden sich dennoch in den Untersuchungsergebnissen (vgl. HAZLETT/DUFFY 2011, S. 187). Für Stimmtrainings bei Lehrerinnen bzw. Lehramtsstudierenden gibt die folgende Tabelle einen Überblick (Tab. 10).

## 5. STIMMSTÖRUNGEN IM BERUF

Untersuchung	Methode	Ergebnis
Duffy/Hazlett 2004 Nordirland, N = 55 (zufällige Zuordnung zu 3 Gruppen: Kontrolle, indirektes/direktes Training)	Indirektes Training: Theorie mit Aufklärung über Stimmentstehung, Stimmhygiene usw.; direktes Training: mit Stimmübungen 2 Untersuchungen (vor und nach Abschluss der ersten Lehrpraxis), akustische Messungen und Selbstwahrnehmung	Trends, aber annähernd signifikant akustische Messung: Verschlechterung für die Kontrollgruppe, Verbesserung der direkten Gruppe und keine Veränderung für die indirekten Gruppe
Simberg et al 2006 Finnland N = 20 Lehramtsstudierende, N = 20 Studenten mit ähnlichen Stimmstörungen als Kontrollgruppe	Gruppenstimmtherapie (in 3 Kleingruppen), zu Beginn und 3 Monate nach Gruppentraining: auditive Bewertung der Stimmqualität, Fragebogen über Stimm-symptome, Laryngoskopie	deutliche Verbesserungen bei der auditiven Bewertung der Stimmqualität und der Anzahl der Stimmsymptome in der Versuchsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe, keine Unterschiede zwischen den Gruppen beim Kehlkopf-Status
Gillivan- Murphy 2006 N = 20 Lehrerinnen (N = 9 Behandlung, N = 11 Kontrolle)	Kurs mit Stimmfunktionsübungen und Stimmhygiene über 6 Wochen Laryngoskopie zu Beginn, Fragebögen (Voice - Related Quality of Life und Voice-Symptom Severity) , selbstentwickelter Stimmhygienewissen-Fragebogen	signifikante Verbesserung in der Behandlungsgruppe entsprechend VoiSS (Stimmsymptome) und Stimmhygienewissen keine signifikante Verbesserung in der Behandlungsgruppe bezüglich der Lebensqualität (V-RQOL)
Bovo et al. 2007 USA, N = 264, daraus 21 für Wirksamkeitsstudie N = 20 Kontrollgruppe	Kurs für Stimpflege, Theoretisches Seminar (2h), Stimmgruppentraining (2 1/2h, Gruppenstärke ca. 20) Bewertung: Stroboskopie, VHI, auditive Analyse, Auswertung nach 3 Monaten	Signifikante Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe bezüglich Dysphoniegrad, Jitter/Shimmer, VHI nicht signifikant: organische Bedingungen (aber: wenig Auffälligkeiten insgesamt)
Pasa et al. 2007 Australien, N = 37 Lehrerinnen (zufällig 3 Gruppen, Stimmhygiene, Stimmtraining, Kontrolle)	Stimmhygieschulung (VH) und Stimmfunktionsübungen (VFE) 5x, Kontrollgruppe 3x THD und Stimmumfang, Stimmhygienewissen	VH- und VFE-Teilnehmer zeigten verbesserte Stimmcharakteristika und Stimmwissen (VH-Teilnehmer mehr als VFE-Teilnehmer) Kontrollgruppe: Verschlechterung bei den meisten Variablen
Ilumäki et al. 2008 Finnland, N = 60	alle 3h Kurs (theoretische Hinweise), 30 zusätzliches Stimmtraining (5x1h + individuelle HA in 9 Wochen Gruppengröße: 10 Personen), Textaufnahme (1 Min. normale und 1 Min. laute Lautstärke) Vokal /a:/(5 Sek) vor und nach normalem Arbeitstag, Fragebogen, akustische Analysen	Ergebnisse: Gruppe Lektion + Training: (Selbsteinschätzung) Stimmanstrengung und Stimmklang verbessert, Verbesserung der stimmlichen Ausdauer und Lautstärke, Verbesserungen bei der auditiven Einschätzung, Gruppe ohne Training: vermehrte Sprechanstrengung und Stimmermüdung beide Gruppen: Verbesserung ihres Wissens zur Stimme und zur Stimmbelastung im Beruf
Leppänen et al. 2010 Finnland, N = 90	alle 3h Kurs (theoretische Hinweise), zufällige Auswahl: 30 manuelle Therapie, 30 Stimmtherapie (5 × 1 h) über 2 Monate Untersuchung vor und 6/12 Monate nach der Intervention (Fragebogen)	Summenscore der Symptome in allen Gruppen deutlich rückläufig in allen drei Gruppen über die Zeit der Untersuchung
Timmermans et al. 2011 Belgien, N = 35 Studierende	Trainingsmodul von 3 Stunden indirektem und 3 Stunden direktem Training (Stimmbildung) in der Gruppe Tests: auditive Bewertung und objektive Messungen (zu Beginn, 4 Monate später)	geringfügige Verbesserungen (signifikante Veränderungen wurden nicht erwartet: auditiv keine Veränderungen (GRABS) objektive Messungen: Stimmumfang erweitert, Veränderung des Stimmverhaltens, verbesserte Steuerung der Tonhöhe, v.a. aber Aufklärung über Stimme, Stimmgebrauch, Stimmhygiene sind wichtig und erreicht

Untersuchung	Methode	Ergebnis
Timmermans et al. 2012 Belgien , N = 81 Studierende (N = 51 gesamtes Programm, N = 30 ohne Stimmbildung)	Trainingsmodul von 3 Stunden indirektem und 3 Stunden direktem Training (Stimmbildung) in der Gruppe sowie 30 -minütiges individuelles Beratungsgespräch Tests: auditive Bewertung und objektive Messungen (zu Beginn, 4 Monate später)	Signifikante Verbesserung: Parameter Anstrengung (sonst keine signifikante Veränderung bei der auditiven Beurteilung - GRBAS) Verbesserung mehrerer objektiver Parameter in der trainierten Gruppe (z.B. DSI), die meisten deutlich bei weiblichen Probanden Auswirkungen der 30-minütige individuelle Beratung gering
Pizolato et al. 2013 Brasilien , N = 102 (N = 36 Versuchsgruppe N = 66 Kontrollgruppe)		Direkt nach dem Training: Veränderungen Mittelwert der Grundfrequenz (F0) sowie für das Signal- Rausch- Verhältnis der Stimme keine statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen Auswertungen nach 3 Monaten

Tabelle 10: Übersicht über Stimmtrainings bei Lehrerinnen und Studierenden

## 5.2 UNTERSUCHUNGEN ZUR ERZIEHERINNENSTIMME

Auch wenn die stimmlichen Belastungen denen der Lehrerinnen sehr ähnlich sind und Kindergärtnerinnen in den Studien zur Lehrerstimme oft als Probandinnen vertreten sind, so erhalten sie bezüglich der Besonderheiten ihres Berufsbildes zu wenig Aufmerksamkeit. So arbeiten Erzieherinnen beispielsweise mehr im Freien, wo das Sprechen sehr anstrengend ist und was vor allem im Winter bei häufigem Wechsel in überheizte Räume mit geringer Luftfeuchtigkeit problematisch sein kann (zur Wirkung verminderter Luftfeuchtigkeit auf die Stimme vgl. VINTTURI ET AL. 2003, S. 62; VILKMAN ET AL. 1998, S. 15).

Die körperlichen Anstrengungen variieren im Verhältnis zur Tätigkeit von Lehrerinnen: Kinder werden relativ oft hoch gehoben, die Möbel in Kindertageseinrichtungen sind deutlich an die Anforderungen der Kinder angepasst und deshalb ungeeignet für Erwachsene. Die dadurch entstehenden ungünstigen Körperhaltungen und Spannungen können negativen Einfluss auf die Stimmbildung haben (vgl. WILSON ARBOLEDA/FREDERICK 2008, S. 91). Die Aktivitäten in Kindergärten sind andere als in Schulen, die Verwendungsweise der Stimme variiert häufiger entsprechend den Anforderungen. Singen und Sport (besonders risikobehaftet für Stimmstörungen) sind hier nicht an Unterrichtsfächer und einzelne

Lehrerinnen gebunden, eine Erzieherin mit Gruppenbezug begleitet in der Regel alle Aktivitäten der Kinder. Lärmmessungen zeigen, dass es in Kindergärten lauter ist als in Schulen (vgl. Kap. 4.2), folglich steigt hier die Stimmbelastung (vgl. Kap. 4.4.4.2). Alle benannten Faktoren können prädisponierend für Stimmstörungen sein.

Einige Untersuchungen zur Lehrerstimme berücksichtigen Erzieherinnen nicht nur als Teilnehmerinnen, sondern führen sie auch in ihren Auswertungen gesondert auf. So wurde von Preciado et al. (1998) zur Prävalenz von Stimmstörungen (N =167) festgestellt, dass 17,7% der Befragten unter Stimmproblemen litten, davon waren Kindergärtnerinnen mit 36,4% (im Vergleich zu 25% Grundschullehrerinnen und 20,8% Mittelschullehrerinnen) am häufigsten von Stimmstörungen betroffen (vgl. PRECIADO ET AL. 1998, S. 112).

Bermúdez Alvear und de Martínez-Arquero (2009) untersuchten 282 Lehrerinnen (davon 120 Kindergärtnerinnen) mit Hilfe eines Fragebogens und definierten eine Stimmstörung als eine empfundene Stimmbelastung in Verbindung mit dem häufigen Auftreten von mehr als zwei Stimmsymptomen am Ende ihres Arbeitstages. 62,7% (168) der Lehrerinnen und davon wiederum signifikant mehr Kindergärtnerinnen berichteten von derartigen Problemen (vgl. BERMÚDEZ ALVEAR/DE MARTINEZ-ARQUERO 2009, S. 130).

Angelillo et al. (2009) untersuchten 504 Lehrerinnen (davon 116 Kindergärtnerinnen). Von denen berichteten 70,7% der Kindergärtnerinnen, 65,2% der Grundschullehrerinnen, 56,2% der Mittelschullehrerinnen und 50,7% der Oberschullehrerinnen über Stimmprobleme. Kindergärtnerinnen sind die am meisten betroffene Gruppe sowohl bei den aktuellen Stimmbeschwerden als auch bei den Stimmproblemen im Zeitraum ihrer Berufszeit (vgl. ANGELILLO ET AL. 2009, S. 27).

Lungfiel (1956) untersuchte bei 262 Kindergärtnerinnen die Stimmfunktion. Nur 186 davon waren zu einer phoniatischen Untersuchung bereit, so dass nur diese in die Auswertung eingingen. Dabei zeigten nur 37 Teilnehmerinnen gesunde Stimmen, bei der übergroßen Mehrheit von 134 (72%) wurden Stimmstörungen beobachtet, bei 15 Erzieherinnen klang die Stimme auffällig, ohne dass sich subjektive Befunde

oder Kehlkopfauffälligkeiten zeigten. Zum Zeitpunkt der Untersuchung befanden sich 22 Probandinnen in fachärztlicher Behandlung, bei 73 (27,9%) Erzieherinnen zeigten sich funktionelle Auffälligkeiten ohne einen phoniatischen Befund und bei 56 (21,4%) Erzieherinnen gab es auffällige Kehlkopfbefunde. Auffallendes Räuspern wurde bei 90 Probandinnen beobachtet (vgl. LUNGFIEL 1956, S. 562).

Schubert (1959) verglich den organischen und funktionellen Befund von 120 Kindergärtnerinnen und 120 Kindergärtnerin-Auszubildenden und fand bei 42,5% der Kindergärtnerinnen und bei 20% der Auszubildenden phoniatische Befunde (v.a. im Sinne einer hyperfunktionellen Dysphonie). Funktionelle Befunde, die bei Bestehenbleiben eine Kehlkopfschädigung zur Folge haben dürften, fanden sich bei 57,5% der Erzieherinnen gegenüber 24,2% der Auszubildenden. Eine Heiserkeit wurde bei 43 (35,8%) der Schülerinnen und 74 (61,6%) der Erzieherinnen diagnostiziert. (vgl. SCHUBERT 1959, S. 562).

Schulze (1981) untersuchte 202 Erzieherinnen aus einem eher ländlichen Raum und nahm eine Unterscheidung der Stimmen in unauffällig, sekundär gefährdet und pathologisch vor (vgl. SCHULZE 1981, S. 77). Bei 60% der Teilnehmerinnen fand er unauffällige Stimmen, 16,3% schätzte er als sekundär gefährdet ein, bei 23,3% diagnostizierte er pathologische Stimmen (vgl. EBD., S. 81). Wuttke (1988) führte eine ähnliche Untersuchung mit den gleichen Unterscheidungskriterien im städtischen Umfeld bei 239 Erzieherinnen durch und fand ebenfalls bei 40% der Teilnehmerinnen auffällige Stimmen, 31,8% mit sekundär gefährdeten und 8% mit pathologischen Stimmen (vgl. WUTTKE 1988, S.132).

Sala et al. (2001) untersuchten 262 Erzieherinnen aus 27 Kindergärten und 108 zufällig ausgewählte Krankenschwestern einer Uniklinik mit Hilfe eines Fragebogens sowie einer klinischen Untersuchung (Stroboskopie und auditive Einschätzung der Stimmqualität – GRBAS). Die Ergebnisse zeigten, dass die Kindergärtnerinnen signifikant mehr Symptome im letzten Jahr aufwiesen als die Krankenschwestern. Signifikante Unterschiede fanden sich auch bezüglich des zeitlichen Auftretens dieser Symptome: morgens unterschied sich die Anzahl kaum voneinander, am Nachmittag bzw. am Ende der Woche klagten die Kindergärtnerinnen über mehr Symptome als die Krankenschwestern. Bei der klinischen Untersuchung zeigten sich

bei 29% der Kindergärtnerinnen und bei 7% der Krankenschwestern pathologische Organbefunde. Weiterhin zeigten 13 Kindergärtnerinnen und 10 Krankenschwestern Stimmqualitätseinschränkungen ( $G \geq 2$ ) (vgl. SALA ET AL. 2001, S. 417 ff.).

Barrreto-Munévar et al. (2011) untersuchten in Kolumbien 198 Erzieherinnen in einer Querschnittsstudie, wobei sie in einer ersten Phase die Erzieherinnen mit einem erhöhtem Risiko einer Stimmstörung identifizierten (54 = 27%), diese dann bezüglich ihres Stimmgebrauchs analysierten und schließlich von 32 (16%) die Qualität des akustischen Signals beurteilten. Von den 54 Probanden der zweiten Phase berichteten 37% von Krankschreibungen aufgrund von Stimmstörungen in den letzten Jahren. Weiterhin zeigte sich bei einigen Erzieherinnen eine Grundfrequenz ( $F_0$ ) unter der Norm, verbunden mit Heiserkeit, intensitätserhöhter Stimme und gastroösophagealem Reflux, während sich bei Erzieherinnen mit beeinträchtigter Atmung und erhöhter Lautstärke Akustik-Werte (Shimmer/Jitter) über der Norm fanden (vgl. BARRRETO-MUNÉVAR ET AL. 2011, S. 411 ff.).

Kankare et al. (2012) untersuchten 186 Kindergärtnerinnen aus zwei Großstädten Finnlands mit Hilfe eines Internetfragebogens, davon wurden 119 Kindergärtnerinnen phoniatisch untersucht. Neben Fragen zur Stimmnutzung, zur Selbsteinschätzung der Stimme und den Stimmsymptomen wurde auch nach den beeinflussenden Umgebungsbedingungen gefragt. Die phoniatische Untersuchung ergab bei 10,9% organische Auffälligkeiten. Die Teilnehmerinnen schätzten ihre Stimme folgendermaßen ein: 44% als ziemlich gut, 31% als gut und 3% als sehr gut. Die Hörbarkeit wurde ähnlich gut bewertet: ziemlich gut (28%), gut (34%) oder sehr gut (16%). Auch die Widerstandskraft ihrer Stimmen bezüglich der Stimmbelastung bezeichneten die Erzieherinnen als ziemlich gut (49%), gut (27%) und als bemerkenswert gut (2%). Von 86% der Teilnehmerinnen berichteten 44%, dass sich ihre Stimme recht gut, gut (35%) und bemerkenswert gut (7%) bis zum nächsten Tag erholte. Die phoniatische Untersuchung ergab bei 10,9% organische Veränderungen im Sinne von Knötchen und Polypen; zählt man die ödematösen Schwellungen hinzu, so ergeben sich organische Auffälligkeiten bei 34,4% ( $N = 31$ ). Es fand sich keine Übereinstimmung zwischen der phoniatischen Untersuchung und der Selbsteinschätzung der Stimmen durch die Erzieherinnen. Über 73% sehen Lärm (Hintergrundgeräusche durch die Kinder) als Hauptursache für ihr Stimmproblem, 62% hatten Stimmausbildung in irgendeiner Form (vgl. KANKARE ET AL. 2012, S. 15 ff.).

Helidoni et al. (2012) verglichen in einer Fragebogenerhebung die Angaben von 151 Kindergärtnerinnen mit denen von 89 Krankenschwestern. Dabei zeigte sich, dass Kindergärtnerinnen signifikant weniger Stunden arbeiten als Krankenschwestern, allerdings häufiger als Krankenschwestern singen, lauter sprechen, weniger Wasser trinken und öfter erkältet sind. Der VHI zeigte signifikante Unterschiede zu Ungunsten der Kindergärtnerinnen bei der physischen und emotionalen sowie der Gesamtskala des VHI, jedoch nicht signifikant bei der funktionellen Subskala (vgl. HELIDONI ET AL. 2012, S. 213 ff.).

Eine Studie zu einem Stimmtraining bei Erzieherinnen veröffentlichte Chan (1994). Von den 25 Teilnehmerinnen der Studie wurden 12 der Untersuchungsgruppe und 13 der Kontrollgruppe zugeordnet. Während die Kontrollgruppe kein Training hatte, erhielt die Untersuchungsgruppe ein Training bestehend aus einer 90minütigen Schulung und anschließender zweimonatiger Anwendung (die Teilnehmerinnen führten ein Stimmtagebuch). Vor und nach dem Training erfolgten Stimmanalysen (Stimmqualitätsmessungen: Vokale /a:/, /i:/, /u:/ und phonetisch ausbalancierter Text) bezogen auf zwei Tageszeiten (morgens und abends), so dass die Stimmveränderungen im Laufe des Tages ermittelt wurden. Die Kindergärtnerinnen verbesserten ihre Stimme unabhängig vom Alter und ihrer Berufserfahrung, bei 7 Teilnehmerinnen zeigten sich signifikante Verbesserungen. Von den verbleibenden 5 Probandinnen ohne signifikante Verbesserungen waren bei 3 Teilnehmerinnen keine Verbesserungen nötig, eine konnte nicht auf Karaoke und häufiges Telefonieren verzichten und eine benötigte eine Stimmtherapie. In der Kontrollgruppe zeigte nur eine Teilnehmerin signifikante Verbesserungen, was Chan auf die Tatsache zurückführt, dass sie in der Zwischenzeit mit Yoga begonnen hatte, was sich durch den Spannungsausgleich stimmbegünstigend ausgewirkt haben könnte (vgl. CHAN 1994, S. 281 ff.).

Weitere Untersuchungen zur Stimmbelastung von Kindergärtnerinnen sind Querschnittsstudien unter Feldbedingungen, die im Kap. 4.4.4.2 aufgeführt wurden (vgl. SALA ET AL. 2002; SÖDERSTEN ET AL. 2002 und LINDSTROM ET AL. 2011).

Die Untersuchungen zur Erzieherinnenstimme sind in Tabelle 11 dargestellt.

## 5. STIMMSTÖRUNGEN IM BERUF

Untersuchung	Methode	Ergebnis
Lungfiel 1956 Deutschland, N = 186	phoniatische Untersuchung und Stimmfunktion (nach Fernau-Horn)	134 (72%) mit Stimmstörungen, nur 37 unauffällige Stimmen 73 (27,9%) Erzieherinnen funktionelle Auffälligkeiten 56 (21,4%) mit phoniatischem Befund
Schubert 1959 Deutschland, N = 120 Auszubildende, 120 Kindergärtnerinnen	funktioneller und organischer Befund	organische Befunde: Ausbildung 20%, Kindergärtnerinnen 42,5%, (v.a. hyperfkt. Dysphonie) Heiserkeit: 43 Schülerinnen, 74 Erzieherinnen (von jeweils 120)
Schulze 1981 Deutschland, N = 202	funktioneller Befund	60% der Teilnehmerinnen unauffällige Stimmen, 16,3% sekundär gefährdet 23,3% pathologische Stimmen
Wuttke 1988 Deutschland, N = 239	funktioneller Befund	60,2% der Teilnehmerinnen unauffällige Stimmen, 31,8 % sekundär gefährdet, 8% pathologische Stimmen
Chan 1994 Hong Kong, N = 25	Stimmtraining 12 Versuchsgruppe (90 Min. Workshop, 2 Monate Anwendung), 13 Kontrolle (ohne Stimmtraining) Stimmanalyse morgens und abends	Versuchsgruppe überwiegend signifikante Verbesserungen, Kontrollgruppe: 1 Teilnehmerin signifikante Verbesserung
Prediacó et al. 1998 Spanien, N = 147	Interviews, HNO-Untersuchung	Prävalenz: 17,7%, Häufigkeit: 36,4% Kindergärtnerinnen, 25% Grundschullehrerinnen, 20,8% Mittelschullehrerinnen
Sala et al. 2001 Finnland, N = 262 Kindergärtnerinnen 108 Krankenschwestern	Fragebogen, Untersuchung	Symptome signifikant mehr bei Kigä als bei Krankenschwestern, signifikante Unterschiede beim zeitlichen Auftreten (am Nachmittag und am Ende der Woche (Kigä>KS), laryngeale Auffälligkeiten: Kigä 29%, KS 7% , Stimmqualität (Grad 2 oder höher) bei 13 Kigä/10 Krankenschwestern
Sala et al. 2002 Finnland, N = 51 Kindergärtnerinnen, 25 Krankenschwestern	Feldstudie: Stimmbelastung (Lautstärkemessung und Sprechdauer)	Sprechdauer signifikant länger bei Kigä und länger hintereinander, Kigä signifikant lauter als KS, keine KS mit so einem SPL wie Kigä im Durchschnitt
Södersten et al. 2002 Schweden, N = 10	Feldstudie: Stimmbelastung	Kigä sprechen durchschnittlich 9,1 dB lauter (voice SPL: 85,4 dB) als Umgebungslautstärke
Bermudez Alvear/ de Martinez-Arquero 2009 Spanien, N = 282 (120 Kindergärtnerinnen und 162 Lehrerinnen)	Fragebogen	Kindergärtnerinnen signifikant mehr Stimmprobleme als Lehrerinnen
Angelillo et al. 2009 Italien, N = 504 (116 Erzieherinnen, 388 Lehrerinnen)	Fragebogen	Stimmprobleme bei 70,7% der Erzieherinnen, 65,2% der Grundschullehrerinnen, 56,2% der Mittelschullehrerinnen und 50,7% der Oberschullehrerinnen
Lindstrom et al. 2011 Schweden, N = 13	Feldstudie: Stimmbelastung	kein eindeutiger Zusammenhang zwischen mittlerem voice SPL/noise SPL, d.h., es gibt Lehrer, die bei leiserer Umgebung lauter sprechen als Lehrer in lauterer Umgebung
Barrreto-Munévar et al. 2011 Kolumbien, N = 198	Beobachtung und akustische Messung	27% mit Stimmauffälligkeiten, 37% mit Krankschreibungen aufgrund von Stimmstörungen in den letzten Jahren



Untersuchung	Methode	Ergebnis
Kankare et al. 2012 Finnland, N = 186	Fragebogen und Untersuchung	34,4% mit organischen Auffälligkeiten, subjektive Stimmeurteilung überwiegend gut (keine Korrelation)
Helidoni et al. 2012 Griechenland, N = 151 Kindergärtnerinnen, 89 Krankenschwestern	Fragebogen	Kindergärtnerinnen mit höherer Stimmbelastung, VHI zeigte signifikante Unterschiede (Kindergärtnerinnen mehr als Krankenschwestern) bei physischer und emotionaler sowie Gesamtskala VHI, nicht signifikant bei funktionseller Subskala

Tabelle 11: Übersicht über die Untersuchungen zur Erzieherinnenstimme

### 5.3 KINDERSTIMMSTÖRUNGEN

Auch bei Kindern wird unter anderem die Lärmbelastung und der daraus resultierende unphysiologische Stimmgebrauch als ursächlich für Stimmstörungen diskutiert (vgl. SCHULZE 2002, S. 138; RIBEIRO 2006, S. 70; BEUSHAUSEN/HAUG 2011, S. 25). Ätiologisch muss weiterhin die Wirkung der Kindergärtnerinnenstimmen auf die Entwicklung der Kinderstimmen im Sinne von Nachahmungseffekten berücksichtigt werden (vgl. ZIMMERMANN 1996, S. 99; NIENKERKE-SPRINGER 2000, S. 32; SPITAL 2004, S. 15; BEUSHAUSEN 2007, S. 840; FUCHS 2010, S. 11). Selbstverständlich wäre auch bei Kindern die Reduzierung der Problematik auf den Stimmmissbrauch zu undifferenziert, auch Kinderstimmstörungen bedürfen der multikausalen Betrachtungsweise (vgl. KOLLBRUNNER 2006B, S. 39 ff.).

Die Angaben zur Häufigkeit von Stimmstörungen variieren. Spiecker-Henke und Kunow (1977) untersuchten 266 Kinder aus fünf Bremer Kindergärten: 32% der untersuchten Kinder hatten heisere, gepresste oder belegte Stimmen (vgl. SPIEKER-HENCKE/KUNOW 1977, S. 60).

Sederholm et al. (1995) nahmen die Stimmen von 205 zehnjährigen Kindern auf, um sie von einer Expertengruppe (7 Therapeuten) beurteilen zu lassen. Dabei fanden sich bei 14% der Kinder Stimmsymptome, bei 6% wurde eine chronische Heiserkeit festgestellt, Kinder aus dicht besiedelten Gebieten waren häufiger von Stimmsymptomen betroffen (vgl. SEDERHOLM ET AL. 1995A, S. 168).

Duff et al. (2004) untersuchten 2445 Kinder zwischen zwei und sechs Jahren, wobei zwei Therapeuten die Stimmen der Kinder bezüglich der Heiserkeit einschätzten. Bei 95 Kindern (3,9%) wurden solche Stimmauffälligkeiten identifiziert, es gab keine signifikanten Unterschiede bezüglich Alter, Geschlecht oder ethnischer Zugehörigkeit der Kinder (vgl. DUFF ET AL. 2004, S. 350). Weitere Übersichten von Studien zur Prävalenz von Kinderstimmstörungen (vgl. BEUSHAUSEN/HAUG 2011, S. 24 ff.; KOLLBRUNNER 2006B, S. 18/19).

Verschiedene klinische Studien belegen, dass Jungen häufiger von Stimmauffälligkeiten betroffen sind als Mädchen. Sederholm et al. (1995) untersuchten 55 Kinder und befragten deren Eltern und Lehrer. Dabei zeigten sich Persönlichkeitsmerkmale (Extrovertiertheit), Geschlecht und ‚Zeit pro Tag in großen Gruppen‘ als hochsignifikante Faktoren für Heiserkeit (vgl. SEDERHOLM ET AL. 1995B, S. 267).

Carding et al. (2006) untersuchten die Prävalenz von Stimmstörungen bei 7389 achtjährigen Kindern. Bei der Beurteilung durch 5 Stimmexperten zeigten sich bei 6% der Kinder Auffälligkeiten, bei Jungen (7,4%) signifikant häufiger als bei Mädchen (4,6%) (vgl. CARDING ET AL. 2006, S. 626).

Bei einer retrospektiven Überprüfung der Patientenakten von 646 Kindern eines Stimmzentrums in den USA fanden Shah et al. (2005) bei 250 Patienten (40%) mit einem Durchschnittsalter von 7,7 Jahren diagnostizierte Stimmlippenknötchen. Diese wurden am häufigsten bei Jungen zwischen 3 und 10 Jahren gefunden (vgl. SHAH ET AL. 2005, S. 905). Auch Angelillo et al. (2008) werteten die Daten der Patienten der phoniatischen Ambulanz im Zeitraum vom Januar 2002 bis zum Dezember 2006 (N = 1812) aus. 17,2% der Patienten waren Kinder zwischen 2 und 16 Jahren. Während bei den Erwachsenen 77% der Patienten Frauen und 23% Männer waren, zeigte sich das Verhältnis bei den Kindern umgekehrt, 57% der Patienten waren Jungen und 43% Mädchen (VGL. ANGELILLO ET AL. 2008, S. 2). Martins et al. (2012) analysierten die Daten von Kindern zwischen 4 und 18 Jahren, die zwischen 2006 und 2011 die phoniatische Ambulanz aufsuchten. Dabei zeigte sich, dass Jungen zwischen 7 und 12 Jahren die häufigste Patientengruppe (64%) waren (vgl. MARTINS ET AL. 2012, S. 674.e20).

Dass die Stimmprobleme nicht – wie lange Zeit angenommen – durch Reifungsprozesse von selbst verschwinden, wird in verschiedenen Studien thematisiert. So untersuchten Schleier und Siegert (1972) 107 Kinder mit Stimmlippenknötchen 4 Jahre nach Diagnosestellung und Stimmtherapie (unterschiedliche Varianten: Elternberatung, Beratung + Stimmübungen - letztere intensiv 4x/Woche, normal 1x wöchentlich). Bei den Mädchen fanden sich häufiger Restsymptome als bei Jungen. Insgesamt ist demzufolge nicht generell mit einer spontanen Rückbildung der Knötchen und der Restitution durch die Mutation zu rechnen. Die besten Therapieergebnisse zeigten sich nach Durchführung der Intensivtherapie (vgl. SCHLEIER/SIEGERT 1972, S. 194).

Powell et al. (1989) untersuchten 847 sechs- bis zehnjährige Kinder einer ländlichen Schule in Virginia, davon hatten 203 Kinder (23,9%) Stimmstörungen. Ein Jahr später wurden 178 dieser Kinder nachuntersucht. Von ihnen zeigten 39,9% nach wie vor eine Stimmstörung. Nach 4 Jahren konnten noch 50 dieser Kinder wiederum untersucht werden, auch von diesen zeigten noch 38% Stimmstörungen (vgl. POWELL ET AL. 1989, S. 379 ff.).

De Bodt et al. (2007) befragte 91 Jugendliche nach der Pubertät (Durchschnittsalter 16 Jahre), bei denen in der Kindheit Stimmlippenknötchen diagnostiziert wurden (34 wurden auch einer phoniatischen Untersuchung unterzogen). Insgesamt 21% der befragten Jugendlichen hatten postpubertär noch Stimmbeschwerden. Die Angaben unterschieden sich signifikant für Mädchen (37%) und Jungen (8%). Bei den 34 phoniatisch untersuchten Jugendlichen zeigten sich bei 47% der Mädchen und bei 7% der Jungen nach wie vor Knötchen (vgl. DE BODT 2007, S. 154).

Auch der Frage nach der Wahrnehmungsfähigkeit kindlicher Stimmstörungen durch Eltern und Lehrer wurde nachgegangen. So stellten Carding et al. (2006) in ihrer Untersuchung von 7389 Kindern fest, dass 11% der Eltern die Stimmen ihrer Kinder als auffällig wahrnahmen, während die Experten nur bei 6% der Kinderstimmen Stimmstörungen diagnostizierten. Von den Kindern, bei denen die Eltern im Fragebogen angaben, dass sie nie Stimmauffälligkeiten bei ihren Kindern bemerken würden, wurden 5,2% von den Therapeuten als stimmgestört identifiziert (vgl. CARDING ET AL. 2006, S. 627).

Schneider-Stickler (2012) berichtet von einer Studie, bei der 165 Kinder im Alter von 8 - 10 Jahren, die alle sowohl in ihrer Selbsteinschätzung als auch in der Einschätzung ihrer Eltern und Lehrer als stimmgesund galten, mit der RBH-Klassifikation eingeschätzt wurden. Dabei zeigte sich nur bei 61% ein euphoner Stimmklang, während bei 32% ein geringer Heiserkeitsgrad und bei 7% eine mittelgradige Heiserkeit (überwiegend Rauheitsbefunde) diagnostiziert wurde (vgl. SCHNEIDER-STICKLER 2012, S. 590).

Wuttke (1988) und Schulze (1981) stellten in ihren Untersuchungen eine mangelnde Fähigkeit der Erzieherinnen fest, die Stimmen der Kinder bezüglich ihrer Stimmgesundheit einzuschätzen (vgl. SCHULZE 1981, S. 127, WUTTKE 1988, S. 6). Schmidt-Ackermann (1987) bat 72 Lehrerinnen, 10 Jugendliche nur anhand ihrer Stimmen als geeignet oder nicht geeignet für den Lehrerberuf einzuschätzen. Offensichtlich war das Kriterium Gesundheit oder Leistungsfähigkeit der Stimme kein Maßstab, mit dem die Lehrerinnen umgehen konnten, zogen sie doch vielmehr aus der Stimme Rückschlüsse auf nichtstimmliche Persönlichkeitsmerkmale, an denen sie sich in ihrer Eignungsentscheidung orientierten (vgl. SCHMIDT-ACKERMANN 1987, S. 402).

### 5.4 AUSWIRKUNGEN GESTÖRTER STIMMEN

Die Auswirkungen gestörter Stimmen können aus verschiedenen Perspektiven betrachtet werden. So wird in einigen Untersuchungen zur Lehrerstimme nach den selbstbeobachteten Auswirkungen der Stimmprobleme gefragt. In einer Untersuchung von Sapir et al. (1993) bemerkten 21% der 237 befragten Lehrerinnen Auswirkungen der Stimmprobleme auf die Effektivität ihres Unterrichts, vor allem diejenigen, die unter mehreren Stimmsymptomen litten; 9% berichteten, dass die Stimmprobleme chronische Ursache von Stress und Frustration sei (vgl. SAPIR ET AL. 1993, S. 182).

In einer Untersuchung von Smith et al. (1997) benannten 9,2% der 554 befragten Lehrerinnen Einschränkungen in ihrer derzeitigen Lehrtätigkeit aufgrund von Stimmproblemen (vgl. SMITH ET AL. 1997, S. 84). Roy et al. (2004) verglichen 1243

Lehrerinnen mit 1279 Personen anderer Berufsgruppen, dabei berichteten 11,6% der Lehrerinnen (im Gegensatz zu 3,1% der Kontrollgruppe) darüber, dass die Stimmprobleme sie in ihrer Lehrtätigkeit einschränken. Sie berichten signifikant häufiger darüber, dass sie die Zahl der Interaktionen verringern und dass ihre Stimme nicht wie gewohnt funktioniert (vgl. ROY ET AL. 2004B, S. 548). Bei einer weiteren vergleichenden Untersuchung (1651 Lehrerinnen mit 1614 Personen anderer Berufsgruppen) von Behlau et al. (2012) fand sich ebenfalls ein signifikanter Unterschied bezogen auf Einschränkungen bei bestimmten Aufgaben der beruflichen Tätigkeit der Probanden aufgrund von Stimmproblemen. Diese fanden sich bei 29,9% der Lehrerinnen im Vergleich zu 5,4% der Kontrollgruppe (vgl. BEHLAU ET AL. 2012, S. 665.e13).

In einer Untersuchung von Bassi et al. (2011) bei 88 Lehrerinnen, die wegen ihrer Stimmprobleme in therapeutischer Behandlung waren, führte eine Fragebogenerhebung zur Lebensqualität zu Ergebnissen unterhalb der Normwerte. Es ließ sich kein Zusammenhang zu den organischen Befunden, jedoch zur Selbsteinschätzung mit Hilfe des VHI feststellen (vgl. BASSI ET AL. 2011, S. 194).

Bermúdez Alvear und de Martínez-Arquero (2009) untersuchten 282 Lehrerinnen und teilten sie entsprechend der Anzahl der genannten Symptome einer stimmgesunden und einer stimmgestörten Gruppe zu. Die gesunde Lehrerguppe berichtete in den Fragebögen über mehr Interaktionsanteile, weniger Stress und eine höhere Arbeitszufriedenheit und schätzte insgesamt ihre Lebensqualität höher ein, als die Gruppe der Lehrerinnen mit Stimmproblemen, die wiederum angab, häufiger die Redeanteile zu reduzieren und mehr Disziplinschwierigkeiten in den Klassen zu haben (vgl. BERMÚDEZ ALVEAR/DE MARTINEZ-ARQUERO 2009, S. 132).

Yiu (2002) verglich 55 Lehrerinnen mit 67 Lehramtsstudierenden. Die Lehrerinnen schätzten ihre Stimmprobleme als gravierender ein als Studierende, sie berichteten auch häufiger über Schwierigkeiten mit täglichen Kommunikationssituationen (vgl. YIU 2002, S. 221).

Schneider et al. (2004) untersuchten 144 Lehramtsstudentinnen und teilten sie in 2 Gruppen ein. Gruppe 1 erreichte unproblematisch eine Lautstärke von 90 dB,

Gruppe 2 blieb unter 90 dB und hatte einen Stimmumfang von unter 2 Oktaven. Beide Gruppen wurden in ihrem Praktikumsunterricht beobachtet, dabei fanden sich nur Unterschiede bezüglich der Autorität der Studierenden gegenüber den Schülern. Bei der Unterrichtsatmosphäre, der Mitarbeit der Schüler und auch dem Verhalten der anwesenden Klassenlehrerin fanden sich keine Unterschiede (vgl. SCHNEIDER ET AL. 2004, S. 464).

Wuttke (1988) beobachtete stimmgesunde und stimmgestörte Erzieherinnen bei ihrer Arbeit mit den Kindern und konnte einen tendenziellen Einfluss der Stimme auf die Aufmerksamkeit der Kinder erkennen, allerdings nur multikausal vernetzt, d.h. die Stimme wirkte nicht allein (vgl. WUTTKE 1988, S. 131). Auch Schulze (1981) fand bei seiner Untersuchung bei 202 Erzieherinnen, dass die Kinder der stimmgesunden Erzieherinnen eine größere Aufmerksamkeit zeigten (vgl. SCHULZE 1981, S. 125).

Greifenhahn (1984) beobachtete in 56 Hospitationen bei Schülerinnen der Unterstufe Unterschiede zu Ungunsten stimmgestörter Lehrerinnen bezüglich Ordnung, Disziplin, Aufmerksamkeit und Mitarbeit im Vergleich mit stimmgesunden Lehrerinnen (vgl. GREIFENHAHN 1984, S. 101). Außerdem zeigten sich Kinder ablehnend gegenüber gestörten Stimmen (vgl. GREIFENHAHN 1987, S. 210).

Weitere Untersuchungen beschäftigen sich mit Auswirkungen von gestörten Stimmen auf das Sprachverständnis von Kindern. In einer Untersuchung von Morton und Watson (2001) hörten 24 Grundschulkindern (11 Jahre) einfache Geschichten mit der Beschreibung konkreter Ereignisse in Verbindung mit einer Aufzählung verschiedener Wörter. Dabei wurde die Hälfte der Texte mit gesunder Stimme, die andere Hälfte mit dysphoner Stimme gesprochen. Im Anschluss wurde das Worterinnerungsvermögen der Kinder überprüft und nach schlüssigen Zusammenfassungen der Texte gefragt. Dabei zeigten sich schlechtere Ergebnisse für die dysphone Stimme sowohl beim Wortabruf als auch bei den Zusammenfassungen. Die Kinder äußerten sich auch zu den Stimmen, wobei die gestörte Stimme abgelehnt wurde (vgl. MORTON/WATSON 2001, S. 20 ff.).

Rogerson und Dodd (2005) spielten 107 Kindern aus vier Grundschulen Aufnahmen von Texten (vorgelesen mit gesunder Stimme, mit geringer Stimmstörung – G1 und mit starker Stimmstörung – G2) vor; im Anschluss daran sollten die Kinder Multiple-Choice-Fragen zu den Texten beantworten. Die erhobenen Daten zeigten deutlich, dass sich die gestörte Stimme negativ auf die Sprachverarbeitung der Kinder auswirkt, unabhängig von Geschlecht, IQ und dem Schultyp, den die Kinder besuchten. Die Leistungen waren bei normaler Stimme besser als die Leistung bei der milden und schweren Stimmstörung. Es fand sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Leistungen bei leichter und schwerer Dysphonie. Beim Vergleich von gesunder und leicht gestörter Stimme und beim Vergleich von gesunder Stimme und schwerer Dysphonie zeigten sich die Unterschiede jedoch deutlich. Jede Form der stimmlichen Beeinträchtigung ist folglich schädlich für das Sprachverständnis der Kinder (vgl. ROGERSON/DODD 2005, S. 54).

Voigt-Zimmermann (2011) spielte 272 Schülern der 6. Klassen eines Gymnasiums Texte und Wortpaare vor, wobei ein Teil von einem stimmgesunden Mann – Heiserkeitsgrad 0 und ein Teil von einem stimmgestörten Mann – Heiserkeitsgrad 2 gelesen wurde. Auch hier wurden die Texte und Wortpaare beim Lesen mit gesunder Stimme besser verstanden als beim Lesen mit gestörter Stimme. Weiterhin beantworteten die Kinder die Fragen: Konntest du gut verstehen? Hast du gerne zugehört? Auch hier fielen die Ergebnisse deutlich zugunsten der gesunden Stimme aus (vgl. VOIGT-ZIMMERMANN 2011, S. 273).

Imhof et al. (2014) untersuchten 54 Studierende bezüglich ihrer Informationsverarbeitung bei gestörter bzw. ungestörter Stimme. Die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses wurde mit Hilfe einer visuellen Nebenaufgabe gemessen. Die signifikante Abnahme der Leistung der visuellen Aufgabe bei gleichzeitigem Hören eines (mit der Option einer späteren Überprüfung) gehörten Textes mit gestörter Stimme im Vergleich zu den Leistungen bei ungestörter Stimme weisen auf die erhöhten Kapazitäten der Arbeitsgedächtnisleistungen bei der Dekodierung bei gestörter Stimme hin (vgl. IMHOF ET AL. 2014, S. 41).

Eine weitere Frage bezüglich der Wirkung gestörter Stimmen ist die Frage der Vorbildwirkung bzw. der Nachahmung von Stimmvorbildern durch die Kinder.

So beobachtete Schulze (1981) in seiner Untersuchung von 202 Erzieherinnen und 329 Kindern, dass stimmgestörte Kindergärtnerinnen signifikant mehr stimmgestörte Kinder in der Gruppe haben, was für Nachahmungseffekte spricht (vgl. SCHULZE 1981, S. 124). Auch Wuttke (1988) beobachtete in ihrer Untersuchung Nachahmungen im Stimmgebrauch vor allem bezüglich der Verspannungen im Gesichts- und Halsbereich und beim Auftreten fester Stimmeinsätze (vgl. WUTTKE 1988, S. 131).

Weitere Untersuchungen beschäftigen sich mit Rückschlüssen auf nichtstimmliche Persönlichkeitsmerkmale, die Hörer beim Hören von Stimmen mit verschiedenen sprachlichen und stimmlichen Differenzen ziehen. In diesen Studien hören die Probanden Stimmaufnahmen und ordnen auf einer Liste mit mehreren semantisch bipolaren Differenzierungsskalen den Stimmen Persönlichkeitsmerkmale zu (gesund – krank, erfolgreich – Verlierer, gesellig – allein, klug – dumm usw.). So ließen Allard und Williams (2008) fünf Sprachproben (gesund/Artikulationsstörung/Stottern/Stimmstörung/Aphasie) von 445 Personen mit Hilfe von neun solcher Adjektivpaare einschätzen. Dabei wurde die gesunde Variante in allen Bereichen positiver bewertet, die stimmgestörte Stimme wurde insgesamt mit den geringsten Mittelwerten in Bezug auf die Belastungsfähigkeit und Ehrgeiz bewertet und unterscheidet sich darüber hinaus auch signifikant von der gesunden Stimme bezüglich der Einschätzung der Intelligenz und des Selbstbewusstseins (vgl. ALLARD/WILLIAMS 2008, S. 112 ff.).

Ausschließlich differenzierend zwischen stimmgesunden und dysphonen Stimmen unterschieden Amir und Levine-Yundof (2013). Dabei hörten 74 Probanden Aufnahmen von jeweils 6 Personen der jeweiligen Gruppe und schätzten 12 verschiedene Persönlichkeitsmerkmale ein. Es zeigten sich signifikante Unterschiede auf allen Skalen zu Ungunsten der gestörten Stimmen, wobei Frauen schlechter bewertet werden als Männer (vgl. AMIR/LEVINE-YUNDOF 2013, S. 524.e4 ff.).

Auch für die Einschätzung von Kinderstimmen liegen solche Untersuchungen vor, wobei die gestörten Kinderstimmen immer zu schlechteren Einschätzungen der vorgegebenen Persönlichkeitsmerkmale führten als gesunde Stimmen, unabhängig davon, ob Erwachsene (vgl. RUSCELLO ET AL. 1988, S. 293) Jugendliche (vgl. LASS



ET AL. 1991A, S. 271) oder Gleichaltrige (vgl. LASS ET AL. 1991B, S. 32) sie bewerten. Ma und Yu (2013) ließen die Stimmen von 12 Kindern auf dieselbe Art und Weise von Lehrerinnen und Studierenden beurteilen, auch hier kam es zu signifikanten Unterschieden zu Ungunsten der Kinder mit Stimmstörungen ohne Unterschiede bei den Bewertungsgruppen (vgl. MA/YU 2013, S. 1413).

Diese Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengeführt:

Auswirkungen gestörter Stimmen auf	Untersuchungen
Unterrichtstätigkeit	Sapir et al. (1993), Smith et al. (1997), Yiu (2002), Roy et al. (2004), Bermudez- Alvear et al. (2009), Behlau et al. (2012)
Disziplin der Kinder	Greifenhahn (1984), Schneider et al. (2004)
Aufmerksamkeit der Kinder	Schulze (1981), Greifenhahn (1984), Wuttke (1988)
Sprachverständnis der Kinder	Morton und Watson (2001), Rogerson und Dodd (2005), Voigt-Zimmermann (2011), Imhof et al. (2014)
Nachahmungseffekte	Schulze (1981), Wuttke (1988)
Ablehnungsverhalten der Kinder	Greifenhahn (1987), Morton und Watson (2001)
Rückschlüsse auf nichtstimmliche Persönlichkeitsmerkmale	Ruscello et al. (1988), Lass et al. (1991), Allard und Williams (2008), Amir et al. (2013), Ma und Yu (2013)
Lebensqualität der Lehrer	Bermudez- Alvear et al. (2009), Bassi et al. (2011)

Tabelle 12: Übersicht über die Wirkung gestörter Stimmen

# 6. HÖRSTÖRUNGEN BEI LEHRERINNEN, ERZIEHERINNEN UND KINDERN

Berufliche Lärmschwerhörigkeit zählt trotz lärmmindernder und arbeitsmedizinischer Maßnahmen zu den häufigsten Berufserkrankungen im industriellen Bereich (vgl. BRUSIS 2006, S. 65, JANSING 2006, S. 6). Sie ist bei langjähriger Lärmbelastung mit einem auf 8 Stunden bezogenen Dauerschallpegel von über 85 dB(A) möglich, unterhalb dieses Beurteilungspegels ist die Entwicklung einer berufsbedingten Lärmschwerhörigkeit unwahrscheinlich (vgl. Kap. 4.4.4.1).

Übermäßiger Lärm ist aber nicht nur ein Problem industrieller Berufe. Im Kapitel 4.4 wurde gezeigt, dass Lärmmessungen in verschiedenen Kindergärten Dauerschallpegel in der Nähe des oben genannten Grenzwertes ermittelten. Das wirft die Frage auf, ob die Lärmexpositionen in Kindergärten Auswirkungen auf die Hörfähigkeit von Erzieherinnen haben, wobei nicht nur Hörverluste im Sinne der Lärmschwerhörigkeit, sondern auch subjektive Hörbeeinträchtigungen von Bedeutung sind, zum Beispiel häufig auftretender Tinnitus, der immer wieder im Zusammenhang mit Lärmexpositionen diskutiert wird (vgl. HESSE 2008, S. 13). Insgesamt fällt auf, dass sich wesentlich weniger Untersuchungen zu Hörstörungen bei der Berufsgruppe der Lehrerinnen/Erzieherinnen finden lassen, als zu Stimmstörungen.

In Skandinavien wurden Untersuchungen zu dieser Fragestellung durchgeführt. Sala et al. (2003) untersuchten in Finnland 191 Erzieherinnen und als Kontrollgruppe 121 Krankenschwestern mit Hilfe der Audiometrie. Sie stellten bei beiden Gruppen keine Abweichungen im Sinne der oben genannten Lärmschwerhörigkeit fest, definierten aber eine beginnende audiometrische Kerbe, wenn die Hörschwelle bei 4kHz mindestens 10 dB(A) höher ist als bei 3 kHz, kombiniert mit einem Anstieg von 5 dB(A) bei 6 kHz. In der Häufigkeit des Auftretens dieser beginnenden Kerbe zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Erzieherinnen und Krankenschwestern, pathologische Befunde (Abfall von mehr als 20 dB(A) über alle Frequenzen) fanden sich bei 31% der Erzieherinnen (überwiegend im Bereich um 6000 Hz) und bei 44% der Krankenschwestern (überwiegend im Bereich um 3000 und 4000 Hz) (vgl. SALA ET AL. 2003, o.S.).

Sjödín et al. führten 2012 in Schweden bei 101 Erzieherinnen Untersuchungen zu dieser Fragestellung durch. Dabei benutzten sie Fragebögen für die Ermittlung der subjektiven Hörbeeinträchtigungen und bestimmten die jeweiligen Hörschwellen mit Hilfe der Reintonaudiometrie. 46% der untersuchten Erzieherinnen gaben an, sie hätten das Gefühl, ihr Gehör sei leicht oder stark beeinträchtigt, 31% berichteten über Tinnitus. Keine der untersuchten Erzieherinnen überschritt im Audiogramm die Indikationsschwelle zur Lärmschwerhörigkeit, aber alle zeigten stärkere Abweichungen der Hörschwellen als die Probanden einer Vergleichsgruppe (vgl. SJÖDIN ET AL. 2012A, S. 72 ff.).

Bei einer Untersuchung an 80 Lehrerinnen in Brasilien, von denen 16% im Vorschulbereich tätig waren, berichteten 93% der befragten Lehrerinnen über übermäßigen Lärm und 65% von auditiven Symptomen (Tinnitus, Hypoakusis usw.). Die audiometrische Untersuchung zeigte bei 25% der untersuchten Lehrerinnen Veränderungen im Audiogramm (Vergleichsgruppe: 40 Freiwillige nur 10%), bei 11,25% zeigte sich eine akustische Kerbe, d.h. eine Hörschwellenverschiebung von mindestens 30 dB(A) bei 4000-6000 Hz (vgl. MARTINS ET AL. 2007, S. 241 ff.).

Jiang berichtete in einer Einzelfallstudie von einem Sportlehrer, der eine Lärmschwerhörigkeit mit einer deutlichen akustischen Kerbe bei 6000 Hz aufwies und vermutete einen berufsbedingten Zusammenhang (vgl. JIANG 1997, S. 925).

CUTIETTA ET AL. (1994, S. 321 ff.) untersuchten 104 Musiklehrer und fanden bei 19% eine akustische Kerbe, wobei die Hörschwelle bei 4000 mindestens um 10 dB(A) schlechter war als die umgebenden Frequenzbereiche, nach beiden Seiten erfolgte ein Anstieg. Bei 14% fand sich ein Kurvenabfall im Sinne einer Presbyakusis, was hoch erscheint verglichen mit 4-5% in mehreren nationalen Vergleichen in den USA. Eine Übersicht über die genannten Untersuchungen findet sich in Tabelle 13:

Untersuchung	Methode	Ergebnisse
Sala et al. 2003 Finnland V = 191 Erzieherinnen K = 121 Krankenschwestern	Audiogramm Kerbe, wenn die Hörschwelle bei 4kHz mindestens 10 dB(A) höher ist als bei 3 kHz, kombiniert mit einem Anstieg von 5 dB(A) bei 6 kHz	Keine signifikanten Unterschiede 31% der Erzieherinnen 44% der Krankenschwestern
Sjödín et al. 2012 Schweden 101 Erzieherinnen	Fragebogen (Tinnitus usw.) Audiogramm	46% subjektive Hörbeeinträchtigung 31 % Tinnitus Keine Indikation zur Lärmschwerhörigkeit
Martins et al. 2007 Brasilien V = 80 Lehrer (davon 13 im Vorschulbereich) K = 40 Freiwillige	Fragebogen Audiogramm	65% auditive Symptome (Tinnitus, Hypoakusis usw.) 25% Veränderungen im Audiogramm (K nur 10%) (Kerben bei 18 Ohren der V und 1 Ohr der K)
Cutiotta et al. 1994 USA 104 Musiklehrer	Audiogramm Kerbe, wenn Hörschwelle bei 4000 mindesten um 10 dB(A) schlechter ist als die umgebenden Frequenzbereiche	19% eine akustische Kerbe 14% Kurvenabfall im Sinne einer Presbyakusis
Jiang 1997 Kanada 1 Sportlehrer	Audiogramm	deutlichen akustischen Kerbe bei 6000 Hz

Tabelle 13: Untersuchungen zum lärmbedingten Hörverlust bei Erzieherinnen

Die bisherigen Untersuchungen zeigen, dass Hörstörungen im Sinne der Lärmschwerhörigkeit bei den untersuchten Erzieherinnen nicht aufgetreten sind. Das lässt sich mit den Lautstärkemessungen in Kindergärten erklären, die sich im Grenzbereich der gemittelten Schalldruckpegel befinden, für die die Entstehung von Lärmschwerhörigkeiten nachgewiesen ist. Weiterhin kann der abwechslungsreiche Kindergartenalltag auch immer wieder zu Phasen mit geringeren Lautstärken führen, in denen sich das Gehör erholen kann. Trotzdem berichten Erzieherinnen häufig über subjektive Hörbeeinträchtigungen und zeigen auch häufiger Veränderungen im Audiogramm als die Probanden der Vergleichsgruppen, so dass berufsbedingter Hörverlust – wenn auch nicht im Sinne der Lärmschwerhörigkeit – auftreten kann. Zur genaueren Einschätzung der Hörbeeinträchtigung von Erzieherinnen sind weitere Untersuchungen nötig.

Auch Kinder und Jugendliche sind zunehmend von Hörstörungen durch eine zu hohe Lärmbelastung betroffen. Selbstverständlich bezieht sich die Zunahme der Lärmbelastung (wie bei den Erwachsenen auch) nicht nur auf die Lärmpegel in den Bildungseinrichtungen. Der Umwelt- und Freizeitlärm hat in den letzten Jahren stark zugenommen, was nicht nur Auswirkungen auf das Gehör hat, sondern auch

zu vermehrtem Stressempfinden mit den entsprechenden psychovegetativen Reaktionen führt (vgl. Kap. 4). Die Zunahme des Umweltlärms, der überwiegend vom Straßen-, Flug- oder Schienenverkehr bzw. von der Industrie verursacht wird, spielt in der öffentlichen Diskussion eine große Rolle. Allerdings dürfen die Auswirkungen durch Freizeitlärm nicht unterschätzt werden. Bei Kindern und Jugendlichen, die noch keiner beruflichen Lärmbelastung ausgesetzt waren, steigen die Zahlen der nachweisbaren irreversiblen Innenohrschäden (vgl. ZENNER ET AL. 1999, S. 239; STREPPPEL ET AL. 2006, S. 18 ff.).

Auch im Kindes- und Jugendalter lassen sich Auffälligkeiten im Audiogramm nachweisen. So untersuchten Kruppa et al. (1995) 2032 Kinder im Einschulungsalter und fanden bei 7,4% Hörschwellenabwanderungen von mehr als 20 dB bei mindestens einer Frequenz im Audiogramm, davon zeigten 4% einen Hörverlust im Bereich der  $c^5$ - Senke (vgl. KRUPPA ET AL. 1995, S. 32 ff.). Babisch fand in einer Untersuchung von 982 Kindern zwischen 8 und 14 Jahren Hörschwellenabwanderungen >20 dB zwischen 3 und 6 kHz bei 10,6% der Kinder (vgl. BABISCH 2009, S. 51 ff.). Twardella et al. (2013) führten bei 1843 Regensburger Jugendlichen im Alter von 15 und 16 Jahren audiometrische Untersuchungen durch und fanden bei 2,4% audiometrische Kerben (vgl. TWARDELLA ET AL. 2013, S. 413 ff.).

Rytzner/Rytzner untersuchten 1981 in Schweden 14.391 Schüler im Alter von 7, 10 und 13 Jahren und fanden die typische Lärmkerbe im Bereich um 4 kHz bei 339 Kindern. Die Zahl der betroffenen Kinder und die Kerbentiefe stiegen mit zunehmendem Alter (vgl. RYTZNER/ RYTZNER 1981, S. 214 ff.).

Sekhar et al. (USA) untersuchten 296 Schüler eines 11. Jahrgangs (ca. 16 Jahre) und fanden bei 25% Auffälligkeiten im Audiogramm, 86% dieser Jugendlichen zeigten die typischen Kerbenbildungen (vgl. SEKHAR ET AL. 2011, S. 1095 ff.). Im Rahmen des National Health and Nutrition Examination Survey wurden 5249 Kinder zwischen 6 und 19 Jahren u.a. audiometrisch untersucht, dabei fanden sich bei 12,5% der Untersuchten Lärmkerben im Audiogramm (vgl. NISKAR ET AL. 2001, S. 40 ff.). In einer Wiederholung dieser Studie in den Jahren 2005/2006 (1791 Kindern zwischen 12 und 19 Jahren) zeigten 16,8% der untersuchten Kinder Kerbenbildungen (vgl. HENDERSON ET AL. 2011, S. e39 ff.).

Neben den Musikhörgewohnheiten wird auch die Verbreitung sehr lauter Kinderspielzeuge, vor allem solcher, die Impulsschallbelastungen erzeugen, als Ursache für die Zunahme der Hörschäden benannt (LAMM ET AL. 2004, S. 301; ZENNER ET AL. 1999, S. 239). Demnach sind durch Lärm verursachte Zivilisations-Hörschäden (Sozioakusis) das Resultat kumulativer Lärmbelastung während der gesamten Lebenszeit (vgl. PLATH 1998A, S. 888). Somit lässt das erhöhte Gehörschadenrisiko Jugendlicher größere und frühere Gehörschäden im höheren Lebensalter erwarten (vgl. PLATH 1998B, S. 952).

Auch laute Kindergärten stehen am Anfang einer solchen „Lärmbiografie“.

# 7. FORSCHUNGSFRAGEN UND HYPOTHESEN

Das bisher Dargestellte zeigt, dass Stimm- und Hörprobleme der Lehrerinnen an Schulen wesentlich besser untersucht sind als die der Erzieherinnen in Kindergärten. Dabei ist es in Kindergärten lauter als in Schulen (vgl. Kapitel 4.2), die Einsatzbereiche der Erzieherinnenstimmen und die Anforderungen an sie sind vielfältiger. Einzelne Untersuchungen zeigen, dass die Stimmprobleme von Lehrerinnen zunehmen, je jünger die durch sie betreuten Kinder sind (vgl. BERMÚDEZ DE ALVEAR/MARTINEZ-ARQUERO 2009, S.130, ANGELILLO ET AL. 2009, S. 29). Während in Deutschland in den letzten Jahren Untersuchungen zur Lehrerstimme (vgl. MÜLLER/JUNG 2009) vorliegen, ist keine neuere Untersuchung zu Erzieherinnenstimmen bekannt. Ältere Untersuchungen (vgl. WUTTKE 1988, S. 132 ff.) erfüllen nicht die methodischen Ansprüche heutiger Stimmforschung und bieten daher keine vergleichbaren Daten. Für Studien zur Beeinträchtigung des Hörens bei Erzieherinnen gilt das Gleiche; auch ist die Forschungslage zur Bedeutung einer Stimmausbildung für Erzieherinnen sehr übersichtlich.

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist deshalb die Klärung der folgenden Forschungsfrage: Inwieweit sind Erzieherinnen von Stimm- und Hörstörungen betroffen und wie schätzen sie selbst die Notwendigkeit einer Stimmausbildung ein?

Diese Fragestellung lässt sich weiter differenzieren:

Frage 1: Führt hohe Sprech- und Stimmbelastung bei Erzieherinnen zu stimmlichen Auffälligkeiten?

Für eine gesunde Stimme liegen Normwerte für verschiedene stimmliche Parameter vor. Die funktionelle Stimmuntersuchung ermittelt den Befund zum Zeitpunkt der Untersuchung und sollte sich aufgrund der Möglichkeit zur Objektivierung und Standardisierung am Basisprotokoll für die Stimmdiagnostik der European Laryngological Society orientieren (vgl. Kap. 8.2.1). Für die vorliegende Studie wurden die Bereiche auditive Wahrnehmung (RBH – Einschätzung von Rauheit,

Behauchtheit und Heiserkeit), Bestimmung akustischer Parameter (DSI - Dysphonia Severity Index) und die Selbsteinschätzung des Patienten (VHI – Voice Handicap Index) ausgewählt. Somit lassen sich folgende Teilfragen formulieren:

Wie viele Erzieherinnen zeigen Abweichungen von der definierten gesunden Norm bezüglich der psychosozialen Selbsteinschätzung (VHI)?

Wie viele Erzieherinnen zeigen Abweichungen von der definierten gesunden Norm bezüglich der auditiven Einschätzung (RBH-Skalierung)?

Wie viele Erzieherinnen zeigen Abweichungen von der definierten gesunden Norm bezüglich des Dysphonie-Schweregrad-Index (DSI)?

Einen Referenzwert gibt es für die Ermittlung des Heiserkeitsgrades. In einer finnischen Untersuchung von Sala et al. (2001) bei 262 Erzieherinnen wurde bei der auditiven Einschätzung der Stimme durch einen Untersucher bei 5% der Probandinnen der Heiserkeitsgrad 2 ermittelt (vgl. SALA ET AL. 2001, S. 420). Da in Finnland der Betreuungsschlüssel niedriger ist (für drei- bis sechsjährige Kinder = 1:7, vgl. HÄNNIKÄINEN O.J.) als in Sachsen-Anhalt (1:12,5 vgl. KIFÖG 2013), ist zu vermuten, dass die Stimmbelastung im Kindergartenalltag der untersuchten Erzieherinnen höher ist und häufiger der Heiserkeitsgrad 2 erreicht wird. Somit lässt sich folgende Hypothese formulieren:

*Hypothese 1 (H1):* Der Anteil der Abweichung von der Norm bezüglich des Heiserkeitsgrad 2 bei der auditiven Einschätzung mit Hilfe der RBH-Skalierung ist größer als der Referenzwert von 5%.

Demgegenüber steht die folgende Nullhypothese:

*Hypothese 1 (H1/0):* Der Anteil der Abweichung von der Norm bezüglich des Heiserkeitsgrad 2 bei der auditiven Einschätzung mit Hilfe der RBH-Skalierung ist gleich dem Referenzwert von 5%.

Ältere Untersuchungen zeigen, dass stimmliche Auffälligkeiten bei Erzieherinnen nicht an die Dauer der Stimmbelastung (Berufsjahre) gebunden sind. Häufig zeigen sie sich bereits während der Ausbildung, zu Beginn der Berufstätigkeit und/oder bei mehrjähriger Berufstätigkeit (vgl. SCHUBERT 1959, S. 750).



Deshalb ergibt sich folgende Hypothese:

*Hypothese 2 (H2):* Es besteht ein Zusammenhang zwischen den stimmlichen Auffälligkeiten (VHI, RBH, DSI) und dem Alter der Erzieherinnen.

Demgegenüber steht die folgende Nullhypothese:

*Hypothese 2 (H2/0):* Es besteht kein Zusammenhang zwischen den stimmlichen Auffälligkeiten (VHI, RBH, DSI) und dem Alter der Erzieherinnen.

Frage 2: Führt die Lärmbelastung in Kindergärten zu beginnenden lärmbedingten Innenohrschwerhörigkeiten?

Lärmschwerhörigkeiten zeigen sich durch eine Schwellenabwanderung im Frequenzbereich um 4000 Hz, der sogenannten c<sup>5</sup>- Senke (vgl. DIEROFF 1994, S. 187). Aufgrund der Lautstärkemessungen in Kindergärten sind Hörverluste im mittelgradigen Bereich (40 – 60% Hörverlust) nicht zu erwarten, allerdings können sich erste Kerbenbildungen im c<sup>5</sup>- Bereich zeigen. Auch Tinnitus wird häufig im Zusammenhang mit Hörstörungen beobachtet. Hörstörungen, die noch keine Auffälligkeiten im Tonaudiogramm zeigen, können sich aber beim Hören im Störgeräusch bemerkbar machen (vgl. Kap. 4.4.4.1).

Dementsprechend lassen sich folgende Teilfragen formulieren:

Welche arbeitsmedizinisch relevanten (vgl. FELDMANN/BRUSIS 2012, S. 243) Schwellenabwanderungen zeigen sich in den Audiogrammen entsprechend der einzelnen Frequenzen in den verschiedenen Altersgruppen der Erzieherinnen?

Wie viele Erzieherinnen zeigen beginnende audiometrische Kerben?

Wie viele Erzieherinnen klagen über Tinnitus?

Wie viele Erzieherinnen benennen subjektive Einschränkungen bezüglich des Hörens in Ruhe und des Hörens im Störgeräusch?

Einen Referenzwert aus einer vergleichbaren Untersuchung gibt es für die Schwellenabwanderung im Bereich um 6000 Hz. In der Untersuchung von Martins et al. (2007) bei 80 Lehrerinnen (davon 16% im Vorschulbereich) zeigten sich bei 11,25% der untersuchten Ohren der Probandinnen (N = 160) audiometrische Kerben oder

beginnende audiometrische Kerben (vgl. MARTINS ET AL. 2007 S. 242). Da es sich dabei um eine Untersuchung aus dem Schulbereich handelt, es in Kindergärten aber lauter ist (vgl. Kap.4.2), ist von einer größeren Anzahl beginnender audiometrischer Kerbenbildung auszugehen.

Es lässt sich folgende Hypothese formulieren:

Hypothese 3 (H3): Mehr als 11,25% der Audiogramme der Erzieherinnen zeigen beginnende audiometrische Kerben.

Demgegenüber steht die folgende Nullhypothese:

Hypothese 3 (H3/0): Bei 11,25% der Audiogramme der Erzieherinnen zeigen sich beginnende audiometrische Kerben.

Hörstörungen, die noch keine Auffälligkeiten im Tonaudiogramm zeigen, können sich aber beim Hören im Störgeräusch bemerkbar machen (vgl. ZENNER 1994, S. 134). Dementsprechend wird erwartet, dass sich bei der subjektiven Bewertung des Hörens Unterschiede beim ‚Hören in Ruhe‘ im Verhältnis zum ‚Hören im Störgeräusch‘ zeigen.

Deshalb ergibt sich folgende Hypothese:

Hypothese 4 (H4): Es zeigen sich signifikante Unterschiede bei der subjektiven Bewertung des ‚Hörens in Ruhe‘ im Verhältnis zum ‚Hören im Störschall‘.

Demgegenüber steht die folgende Nullhypothese:

Hypothese 4 (H4/0): Die Bewertung des ‚Hörens in Ruhe‘ ist gleich der Bewertung des ‚Hören im Störschall‘.

Frage 3: Wie beurteilen Erzieherinnen selbst die Notwendigkeit einer Stimmausbildung?

Immer wieder ergeben sich aus Untersuchungen zur Stimme bei Lehrerinnen die Forderung nach Stimmtauglichkeitsuntersuchungen und Stimmausbildung (vgl. BERGER 1998, S. 42; LEMKE 2006, S. 27; PUCHALLA ET AL. 2013, S. 61). Wie Erzieherinnen diese Maßnahmen einschätzen, ist nicht bekannt.

Deshalb ergeben sich folgende Teilfragen:

Wie viele Erzieherinnen finden eine Stimmtauglichkeitsuntersuchung wichtig?

Wie viele Erzieherinnen finden eine Stimmausbildung wichtig?

## 8. METHODE

### 8.1 UNTERSUCHUNGSDESIGN

Zur Klärung der formulierten Forschungsfragen wurde die vorliegende Untersuchung als deskriptive Querschnittsstudie durchgeführt.

Orientiert am Kita-Verzeichnis der Stadt Halle (vgl. LANDESVERWALTUNGSAmt 2011A) wurden die Kindergärten (ohne Kinderkrippen und Horte) der Stadt Halle angeschrieben (N = 102). In ersten Rückmeldungen erklärten neun Kindertagesstätten (ca. 50 Erzieherinnen) ihre Bereitschaft zur Teilnahme an der Studie, überwiegend Kindergärten in freier Trägerschaft. Um die Kita-Landschaft in Sachsen-Anhalt bezüglich der Trägerschaft widerzuspiegeln, erschien es somit notwendig, auch Probanden aus öffentlichen Einrichtungen zu gewinnen. Deshalb wurden zusätzlich telefonisch gezielt einige Kindertagesstätten in städtischer Trägerschaft angesprochen, wobei nur sehr wenige positive Rückmeldungen erfolgten. Schließlich nahmen Erzieherinnen aus 13 Kindertagesstätten (10 Kitas freier Träger und 3 Kitas des städtischen Eigenbetriebs) an der Untersuchung teil (Rücklauf 13%). Eine Übersicht über die Anzahl der Kitas findet sich in Tabelle 14:

Anzahl Kindertagesstätten	Sachsen- Anhalt	Stadt Halle	eigene Untersuchung
gesamt	1414 (100%)	102 (100%)	13 (100%)
öffentlich	788 (56 %)	45 (44%)	3 (23%)
frei	626 (44 %)	57 (56%)	10 (77%)

Tabelle 14: Übersicht über die Verteilung der Trägerschaften in den Kitas in Sachsen-Anhalt, in der Stadt Halle und in der eigenen Untersuchung (Quelle: KiTa-Verzeichnis, Landesverwaltungsamt 2011a; eigene Berechnungen)

Die Datenerhebung erfolgte in den Kindertagesstätten im Zeitraum von Januar bis März 2012. Bei der telefonischen Terminvereinbarung wurde auf die Notwendigkeit möglichst günstiger akustischer Bedingungen für Befragung und Untersuchung hingewiesen. So wurde sichergestellt, dass alle Untersuchungen im jeweils ‚ruhigsten‘ Raum der Kita stattfanden; zu einem vergleichbaren Zeitpunkt (immer während der Mittagspause), so dass alle Erzieherinnen am Tag der Untersuchung vergleichbar stimm- und lärmbelastet waren.

Erzieherinnen, die ihre Bereitschaft zur Teilnahme an der Studie erklärt hatten, erhielten ca. eine Woche vor dem vereinbarten Untersuchungstermin den Fragebogen und somit die Möglichkeit, die Fragen in Ruhe zu beantworten. Das Vorliegen des ausgefüllten Fragebogens war Voraussetzung für die Teilnahme am Untersuchungsteil. Dieser umfasste neben der Erhebung der Formalia (Einverständniserklärung) eine Tonaufnahme zur funktionellen Überprüfung der Stimme und die Erstellung eines Reintonaudiogramms. Begonnen wurde mit der Audiometrie, im Anschluss erfolgte die Stimmaufnahme. Für diese lasen die Probandinnen – nach einer kurzen Phase des leisen Einlesens – den Text (Beginn der Erzählung „Krönungstag“ von Hermann Kant) im Stehen laut vor. Im Anschluss wurden durch Aufnahme und Messung die für den DSI nötigen stimmlichen Parameter erhoben. Die Untersuchungszeit pro Erzieherin belief sich aufgrund dieses Vorgehens auf ca. 15 Minuten, wodurch dem Wunsch der Erzieherinnen entsprochen wurde, die Untersuchungszeit möglichst kurz zu halten. Eine Übersicht über den Ablauf der Erhebung ist in Abbildung 19 dargestellt.

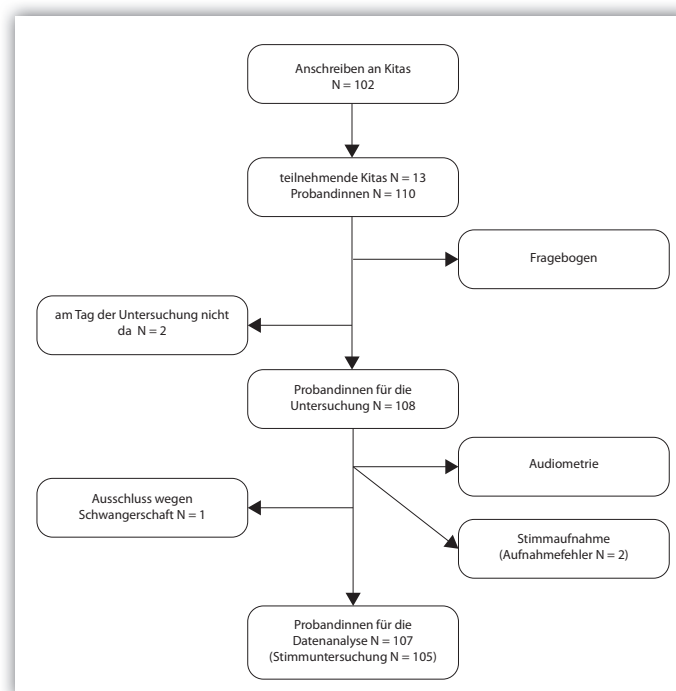


Abbildung 19: Ablauf der Erhebung

Einige Erzieherinnen hatten zwar ihre Bereitschaft zur Teilnahme an der vorliegenden Studie erklärt, waren aber am vereinbarten Untersuchungstag nicht anwesend, zwei davon hatten ihre Fragebögen hinterlegt. Da von ihnen aber keine Daten zur funktionellen Überprüfung von Stimme und Hören ermittelt werden konnten, wurden die Fragebögen nicht in die Untersuchung einbezogen. Eine Erzieherin befand sich im letzten Schwangerschaftstrimester und wurde aufgrund der schwangerschaftsbedingten Beeinflussung der Daten ebenfalls nicht in die Probandengruppe aufgenommen (vgl. CASSIRAGA ET AL. 2012, S. 587). Bei zwei Probanden kam es zu Aufnahme Fehlern, so dass bei der auditiven und akustischen Stimmuntersuchung von diesen keine Daten in die Auswertung mit einbezogen werden konnten.

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit *SPSS Statistics 20*, die Bestimmung der akustischen Parameter mit Hilfe des freien Programms für phonetische Analysen *praat Version 5.3* (vgl. BOERSMA/WEENIK 2010).

## 8.2 UNTERSUCHUNGSTRUMENTE

Die Untersuchungsinstrumente bezogen sich entsprechend der Fragestellungen auf drei Bereiche: Stimme, Hören und Stimmbildung. Die jeweiligen Befragungsanteile wurden in einem Fragebogen zusammengeführt (vgl. Anhang: Fragebogen). Neben den nötigen soziodemographischen Daten wurden im Fragebogen die empfundenen Arbeitsbelastungen (einschließlich Lärm) im Kindergartenalltag erfragt. Zu Beginn des Fragebogens wurden den Probandinnen im Sinne der allgemeinen Einstimmung und der Hinführung auf die speziellen Fragestellungen zum subjektiven Empfinden bezüglich der Stimm- und Höreinschränkungen (Voice Handicap Index und Oldenburger Inventar) einige allgemeine Fragen aus den Bereichen Stimme und Hören gestellt. Darüber hinaus erfolgten Funktionsüberprüfungen für Stimme und Hören.

Im Folgenden werden die Untersuchungsinstrumente entsprechend der einzelnen Bereiche vorgestellt.

## 8.2.1 STIMME

„Stimme ist ein multidimensionales Phänomen und es ist daher nicht möglich, alle relevanten Dimensionen der Stimme mit einer einzigen bzw. einigen wenigen Untersuchungen zu erfassen“ (FRIEDRICH/DEJONCKERE 2005, S. 745).

Die vorliegende Untersuchung orientiert sich bei der Untersuchung der Stimme am Basisprotokoll für die Stimmdiagnostik der European Laryngological Society (vgl. DEJONCKERE ET AL. 2001, S. 78). Die empfohlenen fünf Dimensionen der Diagnosemethoden sind in Tabelle 15 aufgeführt. Sie beleuchten verschiedene Aspekte von möglichen stimmbeeinflussenden Komponenten (vgl. FRIEDRICH/DEJONCKERE 2005, S. 744).

Methoden	Untersuchte Aspekte einer Stimmstörung
Selbsteinschätzung des Patienten	Subjektive Beschwerden Anstrengung Kommunikation Lebensqualität (Ausmaß der Stimmstörung im Alltag)
Videostroboskopische Untersuchung	Struktur, Innervation und Funktion des Kehlkopfs (stimmerzeugendes Organ)
Perzeptive Untersuchung	Stimmqualität Resonanz (output)
Instrumentelle akustische Untersuchung	Tonhöhe Lautstärke Spektrum des Stimmsignals Resonanz (output)
Aerodynamische Untersuchungen	Atemfunktion (Energiequelle)

Tabelle 15: Diagnosemethoden mit Untersuchungsbereichen gemäß ELS nach Brockmann-Bauser/Bohlender 2014, S. 15

Für die vorliegende Untersuchung wurde für den Bereich Selbsteinschätzung der Voice Handicap Index (VHI) ausgewählt, die perzeptive Untersuchung erfolgte mit Hilfe der RBH-Skalierung (auditive Beurteilung der Stimmqualität), und für die Bestimmung akustischer Parameter kam der Dysphonia Severity Index (DSI) zum Einsatz. Als aerodynamische Messung wurde die Tonhaltedauer erhoben. Dieser Wert geht in die Berechnung des DSI ein.

Da videostroboskopische Untersuchungen durch einen HNO-Arzt oder Phoniater ausgeführt werden müssen (vgl. BERGAUER/JANKNECHT 2011, S. 24), kamen sie im Rahmen dieser Untersuchung nicht in Frage. Bei sehr auffälligen auditiven Stimmbefunden wurde den jeweiligen Erzieherinnen diese stimmdiagnostische Methode und damit eine Vorstellung beim Arzt dringend empfohlen und um die Zusendung eines entsprechenden Befundes gebeten. Bis zum Abschluss der Untersuchungen lag kein solcher Befund vor.

Alle Untersuchungsinstrumentarien führen zu einer vierstufigen Ausprägung eines Merkmales bzw. des Störungsgrades, mit deren Hilfe eine Schweregradeinteilung möglich wird: keine Störung bzw. nicht vorhanden (0); geringgradig vorhanden (1); mittelgradig vorhanden (2); hochgradig vorhanden (3). Diese systematische Klassifizierung ermöglicht die Ermittlung vergleichbarer Stimmbefunde.

Für die Erhebung und Auswertung der Funktionsüberprüfungen sind hochwertige Stimmaufnahmen in CD-Qualität (vgl. NAWKA/WIRTH 2008, S.170) sowie genaue Lautstärkemessungen erforderlich. Alle Aufnahmen erfolgten mit dem *Handy Recorder Zoom H4n*, der das Aufnahmeformat WAV ermöglicht und die Anforderungen an Samplingrate (44,1 kHz) und Bitrate (16 bit) erfüllt. Weiterhin verfügt er über ein eingebautes leistungsfähiges Stereo Condenser Mikrofon.

Die Messungen der Lautstärke erfolgten mit dem digitalen *Voltcraft-Schallpegel-Messgerät SL-200*, das der DIN EN 60 651 entspricht und der Genauigkeitsklasse 2 zuzuordnen ist. Der Messbereich reicht von 30 bis 130 dB(A), die Mess-Genauigkeit liegt bei  $\pm 1,5$  dB. Um Messfehler weitgehend auszuschließen, wurde das Messgerät SL-200 vor jedem Einsatz mit einem Schallpegel-Kalibrator (*Voltcraft Schallpegel-Kalibrator SLC 100*) abgeglichen.

Einfluss auf die Aufnahme bzw. deren Auswertung haben neben der eingesetzten Messtechnik auch das Analyseverfahren (vgl. MARYN ET AL. 2009, S. 221 ff.), methodische Unterschiede bei der Erhebung (vgl. HOPPE ET AL. 2002, S. 130) und die Lautstärkepegel der Umgebungsgeräusche (vgl. DELIYSKI ET AL. 2005, S. 20 ff.). Die Ermittlung der für die zur DSI-Berechnung nötigen Werte (außer der Lautstärke) erfolgte mit Hilfe von *praat*. Alle Aufnahmen wurden von Probandinnen in locker stehender Haltung mit einem vorher ausgemessenen Abstand von 30 cm zu Mikrofon bzw. Schalldruck-Pegelmesser aufgenommen (vgl. FRIEDRICH/DEJONCKERE 2005, S. 745).

Für auswertbare Aufnahmen wird ein Umgebungsgeräuschpegel von unter 40 dB(A) empfohlen (vgl. NAWKA ET AL. 2006, S. 15; BROCKMANN- BAUSER/ BOHLENDER 2014, S. 56), da die Geräuschbelastung zum einen zur Erhöhung der Sprechlautstärke führen würde, was die Werte beeinflussen könnte und es zum anderen zu fehlerhaften Messungen kommen kann. Dabei beeinflussen nicht-stationäre Geräusche (Verkehrsgereusche oder irrelevant speech) die Messpräzision mehr als stationäre Geräusche, wie z.B. das Lüftergeräusch eines Computers (vgl. DELIYSKI ET AL. 2005, S.21). In allen Kindergärten erfolgte vor Beginn der Untersuchung eine Lautstärkemessung im leeren Raum, wobei im lautesten Raum eine Grundlautstärke von 34,7 dB(A) gemessen wurde (siehe Übersicht aller Kindergärten im Anhang). Dabei handelte es sich überwiegend um stationäre Geräusche wie die Strömungsgeräusche der Heizung.

Im Folgenden werden alle eingesetzten Instrumente einzeln betrachtet:

### 8.2.1.1 VOICE HANDICAP INDEX (VHI)

Der VHI erfragt strukturiert die erlebte Einschränkung der kommunikativen Möglichkeiten des Betroffenen. Diese ist primär unabhängig von weiteren erhobenen stimmlichen Parametern und weicht durchaus auch von diesen ab (vgl. SCHNEIDER-STICKLER/BIGENZAHN 2013, S. 176). Der Fragebogen wurde aus dem Amerikanischen (vgl. JACOBSON ET AL. 1997) übertragen, ist im Deutschen normiert und validiert (vgl. NAWKA ET AL. 2003, S. 922 ff.) und gilt als Goldstandard für die Erfassung der subjektiven Beeinträchtigung durch eine Dysphonie (vgl. GRÄBEL ET AL. 2008, S.1221). Er erfasst jeweils 10 Fragen zu drei Kategorien: ‚funktioneller‘ (störungsabhängige Einflüsse der Stimme im Sozialkontakt einschließlich des Berufslebens), ‚physischer‘ (Art und Ausprägung der Stimmstörung) und ‚emotionaler‘ (Reaktionen des Patienten aufgrund der Stimmstörung) Bereich (vgl. WEIGELT ET AL. 2004, S. 751). Im Anhang dieser Arbeit (nicht im Original-Fragebogen) sind den Fragen die Kategorienkürzel F/P/E zugeordnet. Alle 30 Items können mit den Abstufungen nie (0), fast nie (1), manchmal (2), fast immer (3) oder immer (4) beantwortet werden. Die Ergebnisse werden summiert, so dass bei der Beantwortung aller Fragen eine Höchstpunktzahl von 120 erreicht werden kann. Für die Graduierung des VHI gibt es verschiedene Vorschläge. In der vorliegenden



Studie wurde die häufiger veröffentlichte Wertung herangezogen (vgl. NAWKA/WIRTH 2008, S. 181; BERGAUER/JANKNECHT 2011, S. 49; SCHNEIDER-STICKLER/BIGENZAHN 2013, S. 176). Diese Werte sind in Tabelle 16 aufgeführt, ebenso Werte zum Vergleich (vgl. GRÄßEL ET AL. 2008, S.1228).

Handicap	VHI-Bereich Nawka/Wirth	VHI-Bereich Gräßel et al.
kein	0-14	0-11
gering	15-28	12-28
mittelgradig	29-50	29-56
hochgradig	51-120	57-120

Tabelle 16: Grad der Einschränkung durch die Stimme nach dem VHI nach Nawka/Wirth 2008, S. 18 und nach Gräßel et al. 2008, S. 1228.

### 8.2.1.2 AUDITIVE BEURTEILUNG DER STIMMQUALITÄT (RBH-SKALIERUNG)

Das Hauptsymptom von Stimmstörungen sind Stimmklangveränderungen im Sinne einer Heiserkeit (vgl. SCHNEIDER-STICKLER/BIGENZAHN 2013, S. 10). „Das sensibelste und letztlich einzig relevante ‚Messinstrument‘ dafür ist das geschulte Ohr des Untersuchers“ (FRIEDRICH/DEJONCKERE 2005, S. 745).

Für die Beurteilung des Stimmklangs sind klassifizierende Heiserkeitsgrade möglich, da dieses Merkmal trotz der hohen individuellen Ausprägung von Stimmqualitäten erkennbar bleibt. Für eine standardisierte perzeptive Untersuchung hat sich die RBH-Skalierung, die Bewertung des Stimmklangs anhand von definierten akustischen Merkmalen, bewährt und als Goldstandard im Vergleich zu anderen Untersuchungsmethoden etabliert (vgl. NAWKA ET AL. 2003, S. 921). Dabei steht ‚H‘ für das Leitsymptom Heiserkeit, den Oberbegriff für alle pathologischen Stimmklangveränderungen. Damit sind alle Geräuschanteile im Stimmschall gemeint, die durch Abweichungen vom normalen Schwingungsmuster der Stimmlippen entstehen. ‚R‘ entspricht der Rauheit, die Geräuschanteile im Stimmklang aufgrund von Aperiodizitäten der Grundschwingung entsprechend irregulärer Stimmlippenschwingungen produziert. ‚B‘ steht für Behauchtheit, die durch Turbulenzen unmodulierter Ausatemluft aufgrund eines unvollständigen

Stimmlippenschlusses entsteht (vgl. WENDLER, 1997, S. 328). Die Bestimmung der Parameter geschieht auf der Basis eines vom Probanden gelesenen Textes – empfohlen wird ‚Nordwind und Sonne‘ (vgl. PTOK ET AL. 2006B, S. 133).

Die Graduierung der Merkmale Heiserkeit, Rauheit und Behauchtheit erfolgt wiederum in: keine Störung bzw. nicht vorhanden (0); geringgradig vorhanden (1); mittelgradig vorhanden (2); hochgradig vorhanden (3).

Für die Objektivierung der auditiven Beurteilung werden Gruppenurteile empfohlen (vgl. ANDERS 2000, S. 83), die eine hohe Interater-Reliabilität aufweisen, auch wenn nichtprofessionelle Hörer an der Einschätzung beteiligt sind (vgl. NAWKA ET AL. 1994, S. 131; PTOK ET AL. 2006A, S. 796, EADIE ET AL. 2010, S. 567 ff.). Dabei ist mit der skalierenden Methode eine höhere gruppenübergreifende Übereinstimmung erreichbar als bei binärer Bewertung (vgl. PFÜTZER/BARRY 2004, S. 191 ff.). Weiterhin wird darauf verwiesen, dass Trainings- und Lernprozesse die Einschätzungsfähigkeit verbessern (vgl. NAWKA ET AL. 1994, S. 133; NAWKA/EVANS 2003, S. 122; IWARSSON 2012, S. 306 ff.).

Für die Beurteilung der Stimmufnahmen der vorliegenden Untersuchung wurden 12 Personen mit unterschiedlichem Professionalisierungsgrad ausgewählt (vgl. Anhang: Gruppenbeurteilung RBH). Um den Einfluss des „... nicht zu vermeidenden Sukzessivkontrast[s] nacheinander gehörter Stimmen“ (NAWKA ET AL. 1994, S. 133) zu minimieren, wurden die Aufnahmen in zwei unterschiedlichen Reihenfolgen auf Audio-CD vorbereitet.

In einer Gruppe (A) hörten professionelle und nichtprofessionelle Hörer die Aufnahmen gemeinsam. Deshalb erfolgte vor Darbietung und Bewertung eine kurze theoretische Einführung, verbunden mit der Erläuterung der RBH-Konventionen nach Nawka et al. (1994) sowie die Fokussierung auf die vokalischen Elemente (vgl. ANDERS 2003, S. 22). Im Anschluss wurden als Referenz-Material die Stimmbeispiele von Nawka/Anders (1996) gemeinsam gehört und diskutiert, bevor die innerhalb dieser Studie zu bewertenden Stimmproben gehört wurden. Für die Stimmufnahmen der vorliegenden Untersuchung wurde derselbe Text gewählt, den Nawka/Anders (1996) für ihre Referenz-Aufnahmen verwendet hatten. Dies sollte sicherstellen, dass nicht mehr der Inhalt des Gehörten von Interesse ist, sondern die Schallform, die gewöhnlich nicht bewusst und noch weniger entsprechend der Klangcharakteristik klassifizierend wahrgenommen wird (vgl. NAWKA/ANDERS 1996, S. 3).

Da in der anderen Gruppe (B) überwiegend professionelle Hörer die Aufnahmen bewerteten, erfolgte für diese keine derartige vorbereitende Einführung (für die Gruppenzuordnung vgl. Anhang: Gruppenbeurteilung RBH).

### 8.2.1.3 DYSPHONIA SEVERITY INDEX (DSI)

Akustische Messungen dienen der Objektivierung der Stimmbeurteilung, können subjektive Beurteilungen jedoch nur ergänzen (vgl. SCHNEIDER-STICKLER/BIGENZAHN 2013, S. 137). Dabei werden einzelne akustische Merkmale extrahiert und gemessen, wobei die verschiedenen Messsysteme (Hard- und Softwarekomponenten) zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Innerhalb der vorliegenden Untersuchung wurden die relevanten Daten mit dem Analyseprogramm *praat* ermittelt (vgl. MINNEMA/STOLL 2008; MAYER 2013). Daher ist zu berücksichtigen, dass die Ergebnisse nur mit Werten vergleichbar sind, die ebenfalls mit *praat* erhoben wurden (vgl. MARYN ET AL. 2009, S. 221 ff.).

Der von Wuyts et al. (2000) eingeführte Dysphonia Severity Index (DSI) verrechnet verschiedene stimmliche Parameter, um den Schweregrad einer Stimmstörung zu ermitteln. Er ist normiert und weist eine hohe Interater-Reliabilität auf (vgl. HAKKESTEEGT ET AL. 2008, S. 87 ff.). Er soll die Stimmqualität eines Patienten unter Verwendung von vier Parametern wiedergeben:

- höchste erreichte Frequenz ( $FO_{\text{high}}$  in Hz)
- geringster im Stimmfeld erreichter Schalldruckpegel/Intensität ( $I_{\text{low}}$  in dB)
- maximale Tonhaldauer/Phonationszeit (MPT in s)
- Frequenzschwankungen im akustischen Signal (Jitter in %)

Diese apparativ gemessenen Parameter werden mit folgender Formel und damit ungleicher Gewichtung verrechnet (vgl. WUYTS ET AL. 2000, S. 796):

$$DSI = 0,13 \times MPT + 0,0053 \times FO_{\text{high}} - 0,26 \times I_{\text{low}} - 1,18 \times \text{Jitter}(\%) + 12,4$$

Die ungleiche Gewichtung führt dazu, dass geschlechtsbedingte Unterschiede aufgehoben werden. Für Erwachsene liegt der Gesamtwert des DSI zwischen +5 für normale und -5 für hochgradig gestörte Stimmen. Diese Werte können aber auch erheblich über- oder unterschritten werden (vgl. WENDLER ET AL. 2005, S. 127, HAKKESTEEGT ET AL. 2010, S. 200). Für die graduelle Abstufung liegen unterschiedliche Normwerte vor, diese sind in Tabelle 17 aufgeführt. Für die vorliegende Untersuchung wurden die Werte nach Nawka/Wirth und Brockmann-Bauser/Bohlender zur Auswertung herangezogen.

Stimmfunktionseinschränkung	Grad	DSI Wert Nawka/Wirth; Brockmann-Bauser/Bohlender	DSI Wert Schneider-Stickler/Bigenzahn; Hoppe et al.
normal	0	>4,2	5
geringgradig eingeschränkt	1	4,2-1,8	1,02
mittelgradig eingeschränkt	2	1,8 - -1,2	-1,4
hochgradig eingeschränkt	3	< -1,2	-5

Tabelle 17: Grad der Einschränkung durch die Stimme nach dem DSI nach Nawka/Wirth 2008, S. 178; Brockmann-Bauser/Bohlender 2014, S.69; Schneider-Stickler/Bigenzahn 2013, S. 173 und Hoppe et al. 2002, S. 127

Die Erhebung der einzelnen Parameter erfolgte im Anschluss an das Lesen des Textes. Zuerst wurde die maximale Phonationszeit/Tonhaltdauer ermittelt. Dabei wurden die Probanden gebeten, ein /a:/ in einer ihnen angenehmen Tonhöhe so lange wie möglich zu halten. Diese Messung wurde 3 mal wiederholt (vgl. SCHNEIDER-STICKLER/BIGENZAHN 2013, S. 74), alle Zeiten wurden mit *praat* ausgemessen, die längste Zeit ging in die Bewertung ein.

Danach wurden die Probandinnen gebeten, diesen gehaltenen Vokal so leise wie möglich zu produzieren. Die Lautstärke wurde mit Hilfe des Schalldruckpegelmessgerätes gemessen. Zuletzt sollten die Probandinnen – ausgehend von der mittleren Sprechstimmlage und kontinuierlich ansteigend – den höchsten erreichbaren Ton produzieren. Die entsprechende Frequenz wurde mit Hilfe von *praat* ermittelt, wenn der Ton 1 Sekunde gehalten werden konnte. Für die Jittermessung – ebenfalls mit *praat* – wurde ein Teil des gehaltenen Vokals /a:/ analysiert.

## 8.2.2 HÖREN

Im Mittelpunkt des Untersuchungsbereiches Hören stand die Frage, ob sich Anzeichen für lärmbedingte Hörstörungen finden lassen. Diese zeigen sich durch eine permanente Hörschwellenabwanderung im Sinne der Innenohrschwerhörigkeit, meist in der typischen c<sup>5</sup>- Senke im Frequenzbereich um 4000 Hz (vgl. DIEROFF 1994, S. 187).

Als gängige Untersuchung hierfür gilt die Reintonaudiometrie (vgl. MROWINSKI/SCHOLZ 2006, S. 129). Lärmexpositionseffekte zeigen sich zwischen 3 und 8 kHz, weshalb eine Hochtonaudiometrie nicht zu einer Früherkennung des lärmbedingten Hörschadens beiträgt (vgl. SCHWARZE/NOTBOHM 2006, S. 26).

„Zum Nachweis oder zur Untersuchung der Schädigungsart im Vergleich zur Frequenzanalyse oder zur Intensität des Lärms bzw. für die exakte Auswahl zur versicherungstechnischen Anerkennung einer Lärmschwerhörigkeit leistet die Reintonaudiometrie unvergleichlich mehr als die Sprachaudiometrie, deshalb hat sich das Verfahren auch international durchgesetzt“ (DIEROFF 1994, S. 232).

Allerdings kann mit einer Reintonaudiometrie weder die Auswirkung der Hörbehinderung im Alltag (vor allem im Störgeräusch, bei dem schon geringe Hörverluste zu einer Verschlechterung des Hörens führen) erfasst werden (vgl. ZENNER 1994, S. 134), noch der häufig im Zusammenhang mit Lärm benannte Tinnitus (vgl. HESSE/SCHAAF 2012, S. 6; GOBSCH ET AL. 1997, S.187). Deshalb sind neben der audiometrischen Untersuchung auch die subjektiven Beschwerden der Probandinnen zu erfragen.

Fragebögen zum subjektiven Hörempfinden werden überwiegend im Zusammenhang mit einer Hörgeräteanpassung eingesetzt, wobei das Oldenburger Inventar empfohlen wird (vgl. SCHORN 2006, S. 237; SCHORN 2004, S. 880) und in der vorliegenden Untersuchung zum Einsatz kommt. Beide Instrumente werden im Folgenden beschrieben.

### 8.2.2.1 REINTONAUDIOMETRIE

Mit Hilfe der Tonaudiometrie wird die Hörschwelle für die Wahrnehmung einzelner Töne mit Hilfe eines Audiometers ermittelt (vgl. BÖHME/WELZL-MÜLLER 2005, S. 56). Diese Geräte müssen der DIN EN 60645 (Audiometer), der DIN 60318-1 oder -3 (Überprüfung des Luftleitungshörens) bzw. DIN 60318-6 (Überprüfung des Knochenleitungshörens) ausgestattet sein. Für die vorliegende Untersuchung kam ein *Victon PORTY-4*, Geräteklasse 1 zum Einsatz, das für den Untersuchungszeitraum alle messtechnischen Anforderungen erfüllte (vgl. messtechnisches Protokoll/Medizinproduktebuch im Anhang). Auch die wöchentlich erforderlichen subjektiven Funktionsprüfungen fanden in diesem Zeitraum statt (vgl. Medizinproduktebuch im Anhang). Darüber hinaus erfolgte eine subjektive Prüfung in jedem Untersuchungsraum, da der laut DIN EN ISO 8253-1 festgelegte zulässige Störschallpegel in den Untersuchungsräumen nicht durchgängig realisiert werden konnte (vgl. Kindergartenübersicht im Anhang) und daher eventuelle Abweichungen bei der subjektiven Überprüfung ein Hinweis auf zu laute Umgebungsgeräusche wären (vgl. KIEßLING 2006, S. 13). Solche Abweichungen fanden sich nur geringfügig im Bereich der niedrigen Frequenzen, die jedoch wenig Aussagekraft für die Fragestellung eines lärmbedingten Hörverlustes haben.

Die Tonschwellenaudiometrie ist ein subjektives Diagnoseverfahren und dementsprechend nicht nur durch die technischen Bedingungen beeinflusst, sondern in hohem Maße abhängig von der Mitarbeit des Probanden und der Zusammenarbeit zwischen Untersucher und Proband. Die Überprüfung wurde entsprechend der DIN ISO 8253 (Audiometrische Prüfverfahren) durchgeführt und orientierte sich darüber hinaus an den Angaben verschiedener Autoren zur Durchführung der Audiometrie bzw. zur Vermeidung von Fehlern (vgl. LEHNHARDT/LASZIG 2009, S. 3 ff.; MROWINSKI/SCHOLZ 2006, S. 21 ff.; KIEßLING 2006, S. 12 ff.; BÖHME/WELZL-MÜLLER 2005, S. 56 ff., VON WEDEL 2001, S. 946 ff.).

Mit dem *Victon PORTY-4* wurden die Hörschwellen für die Frequenzen 0,25/0,5/1/2/3/4/6 und 8 kHz bei einer gestuften Lautstärkezunahme (5 dB) ermittelt. Für die Auswertung sind vor allem die Werte der Frequenzen im Bereich von 3-8 kHz relevant, da sich im Bereich von 4000 Hz die meisten lärmbedingten Schwellenabwanderungen zeigen. Dann folgen die benachbarten Frequenzen 3 und 6 kHz (vgl. PLONTKE/ZENNER 2004, S. 125).

Neben der Darstellung der Hörschwellen (auch entsprechend verschiedener Altersgruppierungen) wird zum Vergleich die Auswertung des Siebttests der arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchung nach dem Grundsatz 20 herangezogen. Dabei wird vor dem Beginn einer Tätigkeit im Lärm eine Erstuntersuchung durchgeführt, zu der auch die Erstellung eines Audiogramms gehört (vgl. FELDMANN/BRUSIS 2012, S. 243). Werden dabei bestimmte Hörverlustgrenzen überschritten (Überschreitung der Normwerte bei mehr als einer Frequenz auf mindestens einem Ohr), so ist eine Ergänzungsuntersuchung erforderlich. Diese Grenzwerte sind altersabhängig und in Tabelle 18 dargestellt. Sie werden zur Ermittlung der Anzahl der Erzieherinnen, die im Falle einer arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchung (G 20) einer Ergänzungsuntersuchung bedürften, herangezogen.

Alter	Hörverlust 1000 Hz	Hörverlust 2000 Hz	Hörverlust 3000 Hz	Hörverlust 4000 Hz	Hörverlust 6000 Hz
$L \leq 30$	15 dB	15 dB	20 dB	25 dB	25 dB
$30 < L \leq 35$	15 dB	20 dB	25 dB	25 dB	30 dB
$35 < L \leq 40$	15 dB	20 dB	25 dB	30 dB	35 dB
$40 < L \leq 45$	20 dB	25 dB	30 dB	40 dB	40 dB
$L < 45$	20 dB	25 dB	35 dB	45 dB	50 dB

Tabelle 18: Hörverlustgrenzen nach G 20 (nach Feldmann/Brusis 2012, S. 243)

Entsprechend der Lärmbedingungen in Kindertagesstätten werden geringgradige Schwellenabwanderungen um 4000 Hz erwartet. Aufgrund verschiedener Referenzwerte wird die (beginnende) Kerbe definiert als eine Hörschwellenabwanderung bei 4 oder 6 kHz mit mindestens 30 dB (vgl. MARTINS ET AL. 2007 S. 242) oder durch eine Hörschwellenabwanderung bei 4 kHz um mindestens 10 dB mehr als bei 3 kHz kombiniert mit einem Anstieg um mindestens 5 dB bei 8 kHz (vgl. SALA ET AL. 2003, o.S.).

### 8.2.2.2 FRAGEBOGEN ZUM SUBJEKTIVEN HÖREMPFINDEN – OLDENBURGER INVENTAR

Zur quantitativen Erfassung der subjektiv empfundenen Höreinschränkung erfolgte die systematische Befragung der Erzieherinnen anhand des Oldenburger Inventars. Dieser Fragebogen wurde von der Arbeitsgruppe „Medizinische Physik“ an der

Universität Oldenburg entwickelt. Sein Einsatz wird besonders empfohlen, wenn das Kommunikationsvermögen im Störschall und in Ruhe, sowie die Belästigung durch Ohrgeräusche ermittelt werden soll (vgl. KIEßLING ET AL. 1996, S. 121). Der Fragebogen beinhaltet 21 Fragen, deren Antworten das subjektive Hörempfinden in realitätsnahen Situationen abbilden. Abgefragt werden die Bereiche ‚Hören in Ruhe‘, ‚Hören unter Störgeräuschen‘, ‚Richtungshören‘, ‚Tinnitus‘ und ‚psychosoziale Hörbeeinträchtigungen‘, die durch andere diagnostische Verfahren wie die Tonschwellenaudiometrie nicht ermittelt werden können (vgl. HOLUBE/KOLLMEIER 1991, S. 50; HOLUBE/KOLLMEIER 1994, S. 24 ff.). Im Anhang dieser Arbeit (nicht im Original-Fragebogen) sind den Fragen Kategorienkürzel zugeordnet: R (für Hören in Ruhe), S (für Hören im Störgeräusch), RH (für Richtungshören), T (für Tinnitus), PH (für psychosoziale Hörbeeinträchtigung).

Die Skalierung erfolgt durch die Merkmale ‚immer‘, ‚oft‘, ‚manchmal‘, ‚selten‘ und ‚nie‘. In der Auswertung wurden pro Item entsprechend der Merkmale Zahlenwerte vergeben, wobei die für Normalhörende beste Wertung mit 5 und die schlechteste mit 1 erfolgte. Die Zuordnung der Punktzahl 5 zu ‚immer‘ oder ‚nie‘ wechselt durch die positive oder negative Formulierung der Fragen. Die Summe der Punktzahlen ergibt das Testergebnis im jeweiligen Bereich und kann prozentual mit der maximal vergleichbaren Punktezahl (Bereiche R/S/PH: Höchstpunktzahl jeweils 25 Punkte; Bereich RH/T: Höchstpunktzahl jeweils 15 Punkte) bei Normalhörigkeit verglichen werden (vgl. HOLUBE 1993, S. 104).

Entscheidend für die Fragestellungen der vorliegenden Untersuchung ist die Auswertung der Frage 4 (Wie oft haben Sie ein Geräusch in Ihrem Kopf oder Ihren Ohren, z.B. Ohrensausen?) sowie die Fragen zu den Bereichen ‚Hören in Ruhe‘ und ‚Hören unter Störgeräuschen‘.

Um das subjektive Empfinden der Erzieherinnen bezüglich ihrer Hörfähigkeit in Ruhe und im Lärm zu vergleichen, wurden die Punktwerte der entsprechenden Fragen aus dem Fragebogen summiert und gemittelt und die Ergebnisse bezüglich signifikanter Unterschiede überprüft.



## 8.2.3 STIMMAUSBILDUNG

Immer wieder wird für den Beginn einer Erzieherinnen- und Lehrerinnenausbildung eine Stimmtauglichkeitsuntersuchung gefordert und eine solide Schulung der Stimme als unerlässlich bezeichnet (vgl. z.B. KOOIJMAN/THEDE 2010, S. 171; SLIWINSKA-KOWALSKA ET AL. 2006, S. 98; THOMAS ET AL. 2006A, S. 79). In einigen Befragungen mahnten auch die Betroffenen selbst mehr Stimmausbildung und schnelleren Zugang zu Hilfen und Präventionsprogrammen an (vgl. SMOLANDER/HUTTUNEN 2006, S. 170).

Im Rahmen dieser Arbeit wurden die Erzieherinnen zu den Bedingungen während ihrer eigenen Ausbildung befragt (Tauglichkeitsuntersuchungen, erhaltene Stimm- bzw. Sprechausbildung, Qualität des Unterrichts und Qualifikation des Lehrers) und welche dieser Maßnahmen sie aus beruflicher Sicht als sinnvoll erachten. Ebenso wurden sie nach dem besten Zeitpunkt für eine Stimmschulung befragt (während der Ausbildung oder berufsbegleitend).

## 9. ERGEBNISSE<sup>3</sup>

### 9.1 BESCHREIBUNG DER STICHPROBE

Versuchsteilnehmer der Studie waren 104 Erzieherinnen und 3 Erzieher (N = 107) aus 13 Kitas der Stadt Halle im Alter von 20 – 61 Jahren. Das mittlere Alter lag bei 44,1 Jahren (SD = 9,8). Die Altersverteilung der Probanden ist in Abbildung 20 im Vergleich zur Altersstruktur der Erzieherinnen im Land Sachsen-Anhalt und der Stadt Halle dargestellt.

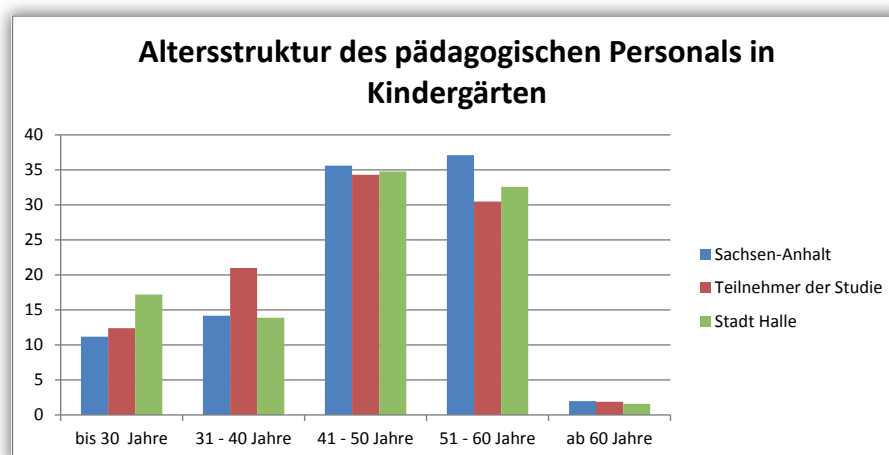


Abbildung 20: Vergleichende Altersstruktur der Erzieherinnen in Sachsen- Anhalt, Stadt Halle, vorliegende Untersuchung (Quelle: Landesverwaltungsamt 2011b; eigene Berechnungen)

Auch die Geschlechterverteilung der vorliegenden Untersuchung entspricht annähernd den Bedingungen in Sachsen-Anhalt bzw. der Stadt Halle: Anteil der (männlichen) Erzieher in Sachsen-Anhalt: 1,8%, in Halle: 3,6%, vorliegende Untersuchung: 2,8% (vgl. LANDESVERWALTUNGSAmt 2011B; eigene Berechnungen). Der überwiegende Teil der Probandinnen hat eine Erzieherinnenausbildung (77%), 11% sind Heilpädagogen, 7% haben einen universitären Abschluss (z.B. Sozialpädagogik) und 5% andere Ausbildungen (z.B. Kinderpflegerin). Von den teilnehmenden Erzieherinnen arbeiten 28 in städtischen Kitas, 79 in Kitas in freier Trägerschaft. Mehr als die Hälfte der untersuchten Erzieherinnen (54%) arbeiten bereits mehr als 20 Jahre in ihrem Beruf (vgl. Abb. 21).

<sup>3</sup> Für alle Berechnungen wurde das Signifikanzniveau von  $p=,05$  festgelegt.

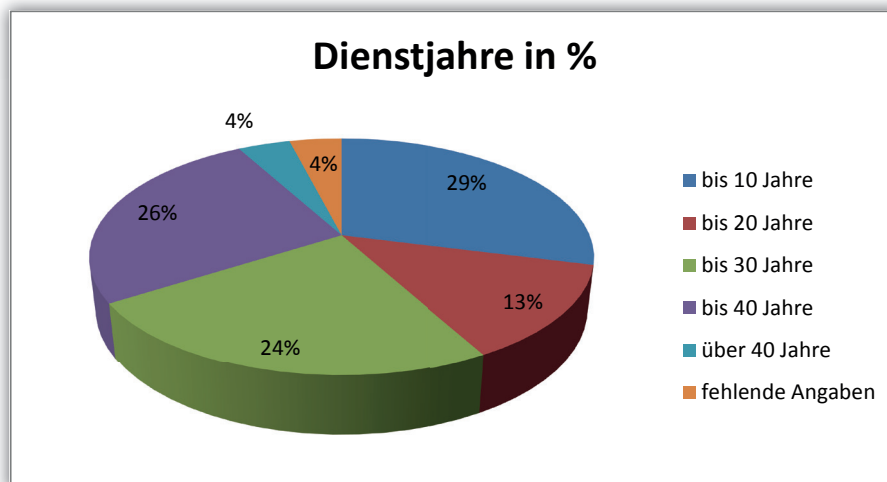


Abbildung 21: Übersicht über absolvierte Dienstjahre der Probandinnen

Die Hälfte der Erzieherinnen arbeitet durchschnittlich bis zu 30 Stunden/Woche, die anderen bis zu 40 Stunden/Woche. Die meisten Erzieherinnen (67%, N = 72) arbeiten in Gruppen mit 16-25 Kindern (MW = 19,4; SD = 2,6). Kleinere Gruppen mit bis zu 15 Kindern (MW = 12,9; SD = 2,8) betreuen 18% (N = 20). Größere Gruppen mit über 26 Kindern (MW = 31,0; SD = 3,8) betreuen 11% (N = 12) der Erzieherinnen. Im klassischen Krippenbereich, der Betreuung von Kindern zwischen 0 und 3 Jahren, arbeiten 32% (N = 35) der Erzieherinnen, im klassischen Kindergartenbereich – Betreuung von 4 - 6jährigen Kindern – 35% (N = 38). Altersgemischte Gruppen betreuen 26% (N = 28). Der überwiegende Teil der Erzieherinnen hat ‚sehr viel‘ (32%, N = 34) bzw. ‚viel‘ Freude (60%, N = 64) an der Arbeit, über ‚etwas Freude‘ berichten 6% (N = 7), über ‚gar keine Freude‘ 1% (N = 1).

Bei der Frage nach den Arbeitsbelastungen wird der Lärm am häufigsten benannt (86%), gefolgt von Disziplinproblemen (37%), Anstrengungen beim Singen (27%) und Sprechen (16%) sowie belastenden Verhältnissen zu Kollegen (8%) (vgl. Abb. 22).

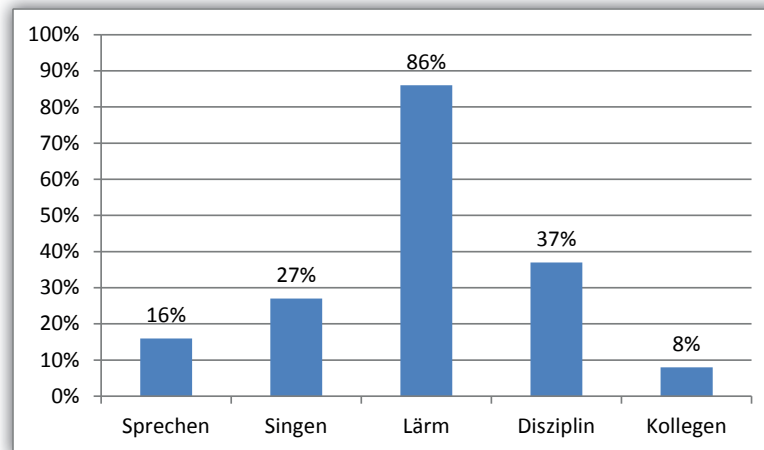


Abbildung 22: Arbeitsbelastungen der Erzieherinnen

## 9.2 UNTERSUCHUNGEN DER STIMME

Für die Auswertung des Fragebogens standen Datensätze aller Probanden (N = 107) zur Verfügung.

Die Beantwortung der Frage nach der allgemeinen Einschätzung der Stimme sowie der Einschätzung der Stimme am Tag der Untersuchung sind in Abbildung 23 dargestellt:

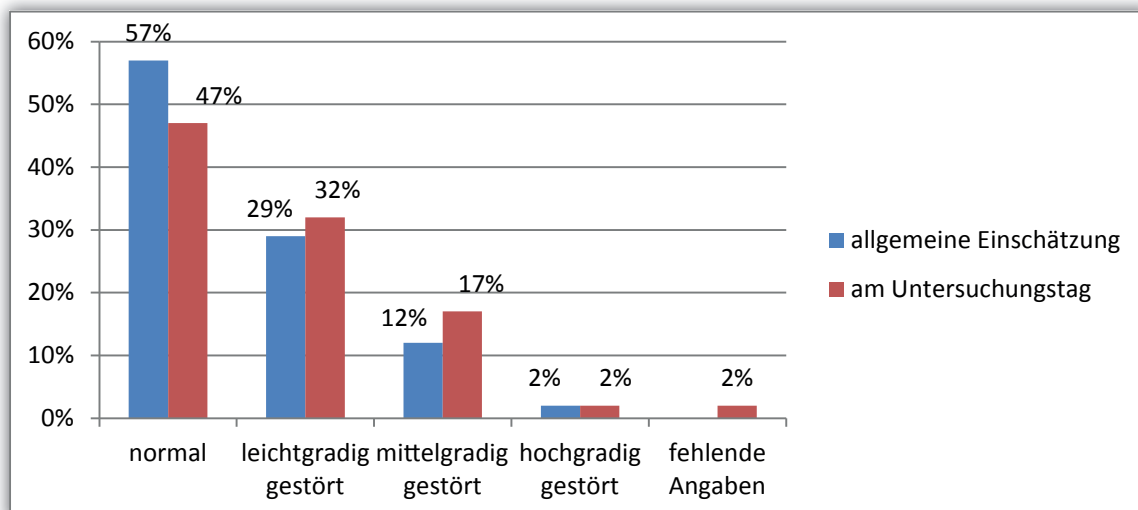


Abbildung 23: Subjektive Stimmbewertung allgemein und am Tag der Untersuchung

Fachmännischen Rat wegen ihrer Stimme suchten 27% (N = 29) der Befragten. Von diesen suchten 96% (N = 28) einen Arzt auf, 50% (N = 14) berichteten von einer Stimmtherapie. Von den befragten Erzieherinnen gaben 38% (N = 41) an, aufgrund ihrer Stimme arbeitsunfähig gewesen zu sein.

## 9.2.1 VHI – VOICE HANDICAP INDEX

Für die Auswertung des Fragebogens standen komplette Datensätze aller Probanden (N = 107) zur Verfügung.

Es zeigten sich Summenwerte zwischen 0 und 57 mit einem Mittelwert von 12,2 (SD = 10,5). Die Mittelwerte und Standardabweichungen für die Subskalen Funktionalität, Körperlichkeit und Emotionalität sind in Tabelle 19 aufgeführt.

VHI Gesamtsumme	Subskala Funktionalität	Subskala Körperlichkeit	Subskala Emotionalität
MW = 12,2 (±10,5)	MW = 3,5 (±3,3)	MW = 6,6 (±5,7)	MW = 1,9 (±3,0)

Tabelle 19: Übersicht über Mittelwerte und Standardabweichung VHI

Die Verteilung des VHI-Gesamtwerts der 107 Probandinnen ist in Abbildung 24 dargestellt.

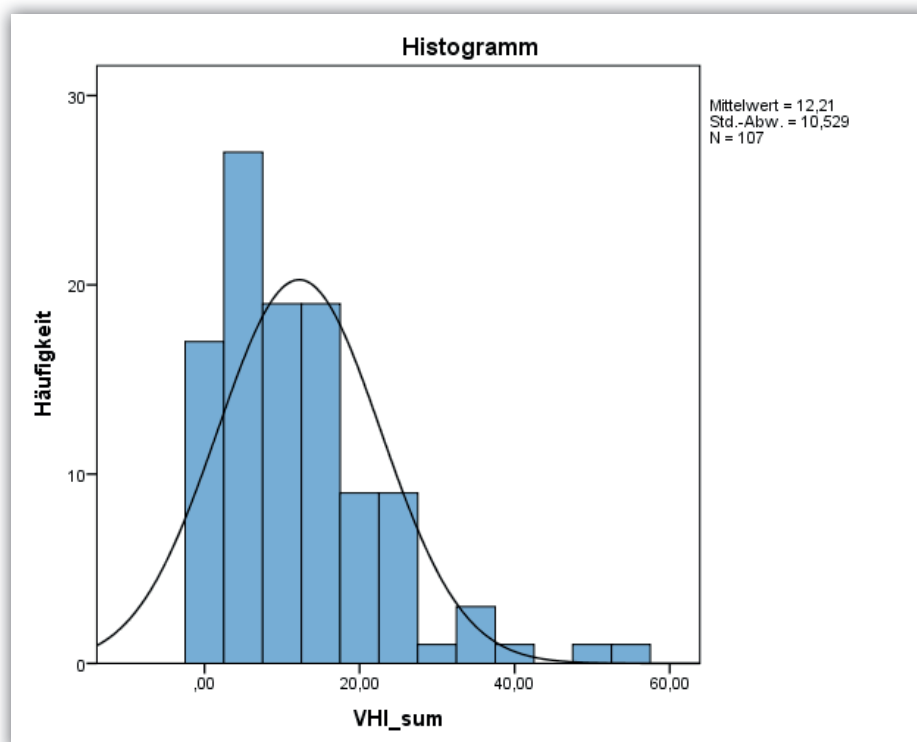


Abbildung 24: Verteilung der Summenwerte des VHI

Entsprechend der Graduierung (vgl. 8.2.1.1) weisen damit bei der subjektiv erlebten Einschränkung der kommunikativen Möglichkeiten 69% der befragten Probanden (N = 74) Grad 0 (kein Handicap), 25% (N = 27) Grad 1 (geringgradiges Handicap), 5% (N = 5) Grad 2 (mittelgradiges Handicap) und 1% (N = 1) Grad 3 (hochgradiges Handicap) auf. Diese Häufigkeitsverteilung ist in Abbildung 25 dargestellt.

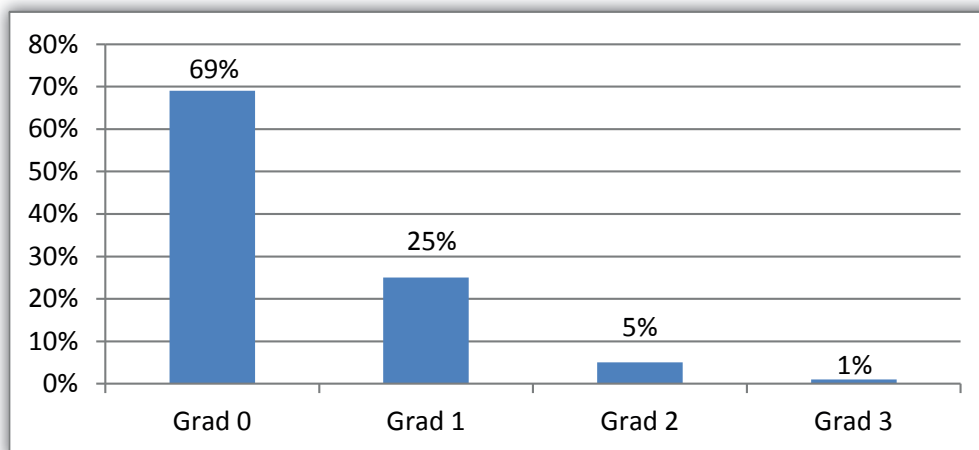


Abbildung 25: Häufigkeitsverteilung subjektive Selbsteinschätzung VHI

## 9.2.2 AUDITIVE ANALYSE

Für die RBH-Gruppenbeurteilung standen Textaufnahmen von N = 105 Probanden zur Verfügung.

Die Beurteilungsgruppe bestand aus 12 Hörern unterschiedlichen Professionalisierungsgrads (vgl. Anhang: Gruppenbeurteilung RBH), die die Textproben entsprechend der RBH-Konventionen nach NAWKA ET AL. (1994) analysierten. Die Werte sind in Tabelle 20 aufgeführt (eine Übersicht der Einzelwerte aller 12 Hörer findet sich im Anhang: Übersicht Werte Heiserkeitseinschätzung).

Grad	Rauheit	Behauchtheit	Heiserkeit
0	N = 13 (12%)	N = 45 (43%)	N = 8 (7%)
1	N = 69 (66%)	N = 54 (51%)	N = 70 (67%)
2	N = 23 (22%)	N = 6 (6%)	N = 27 (26%)
3	N = 0	N = 0	N = 0

Tabelle 20: Übersicht über die RBH-Beurteilung (Gruppenurteil, gemittelte Werte)

Der Heiserkeitsgrad wird stärker durch die Rauheit als durch die behauchten Anteile bestimmt. Da die Faktoren Rauheit und Behauchtheit der Kategorie Heiserkeit untergeordnet sind, werden sie in die weitere Analyse nicht mit einbezogen. Entsprechend der Klassifizierung (vgl. 8.2.1.2) weisen damit bei der Beurteilung des Stimmklangs bezüglich des Leitsymptoms Heiserkeit 7% der untersuchten Probanden (N = 8) Grad 0 (keine Heiserkeit), 67% (N = 70) Grad 1 (geringgradige Heiserkeit), 26% (N = 27) Grad 2 (mittelgradige Heiserkeit) und 0% (N = 0) Grad 3 (hochgradige Heiserkeit) auf. Diese Häufigkeitsverteilung ist in Abbildung 26 dargestellt.

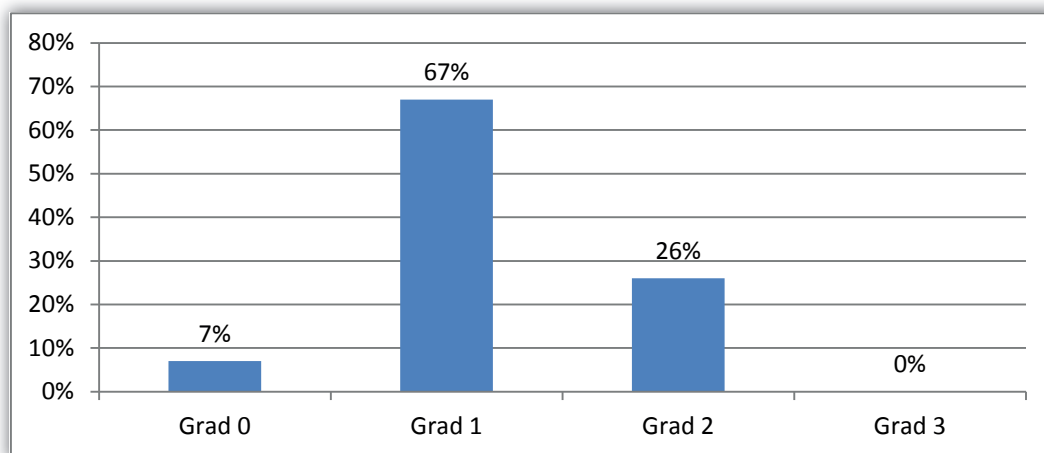


Abbildung 26: Häufigkeitsverteilung auditive Analyse der Heiserkeit RBH

Bei einer vergleichbaren Untersuchung von SALA ET AL. (2001) bei 262 Erzieherinnen wurde für 5% der Probandinnen der Heiserkeitsgrad 2 ermittelt. Dieser Wert wird als Referenzwert für das vorliegende Ergebnis herangezogen. Der Test auf Binomialverteilung zeigt, dass der Anteil der Erzieherinnen mit Heiserkeitsgrad 2 überzufällig höher ist als 5% (vgl. Berechnungen zur Hypothesenprüfung im Anhang).

Dementsprechend wird die Hypothese H1/0 zugunsten von H1 ‚Der Anteil der Abweichung von der Norm bezüglich des Heiserkeitsgrad 2 bei der auditiven Einschätzung mit Hilfe der RBH-Skalierung ist größer als der Referenzwert von 5%‘ verworfen.

## 9.2.3 BERECHNUNG AKUSTISCHER PARAMETER (DSI)

In die DSI-Berechnung gingen die ermittelten akustischen Parameter von N = 105 Probanden ein.

Dafür wurden die Parameter höchste erreichte Frequenz ( $F0_{high}$  in Hz), geringster im Stimmfeld erreichter Schalldruckpegel ( $I_{low}$  in dB), maximale Tonhaltdauer / Phonationszeit (MPT in s) und die Frequenzschwankungen im akustischen Signal (Jitter in %) mit Hilfe folgender Formel verrechnet (vgl. WUYTS ET AL. 2000, S.796):

$$DSI = 0,13 \times MPT + 0,0053 \times F0_{high} - 0,26 \times I_{low} - 1,18 \times \text{Jitter (\%)} + 12,4.$$

Die ermittelten Gesamtwerte wurden entsprechend der unter 8.2.1.3 aufgeführten Normwerte den Einschränkungsgraden zugeordnet (eine Übersicht über die Einzelwerte findet sich im Anhang: Übersicht Werte DSI).

Entsprechend der Graduierung der Stimmfunktionseinschränkung nach dem DSI weisen damit bei der Messung bzw. Verrechnung der akustischen Parameter 24% der untersuchten Probanden (N = 25) Grad 0 (keine Stimmfunktionseinschränkung), 61% (N = 64) Grad 1 (geringgradige Stimmfunktionseinschränkung), 15% (N = 16) Grad 2 (mittelgradige Stimmfunktionseinschränkung) und 0% (N = 0) Grad 3 (hochgradige Stimmfunktionseinschränkung) auf (vgl. Abb. 27).

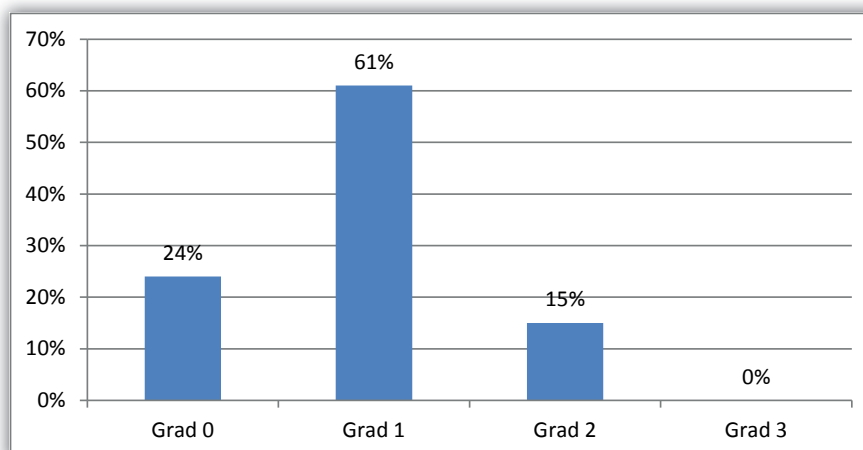


Abbildung 27: Häufigkeitsverteilung Verrechnung akustischer Parameter DSI



In Abbildung 28 sind die Ergebnisse der ermittelten Graduierungen von VHI, RBH und DSI dargestellt.

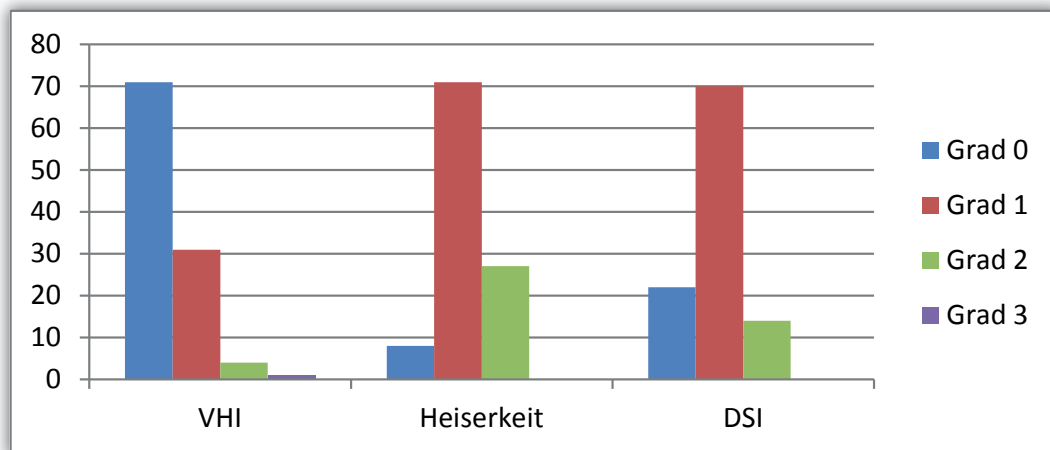


Abbildung 28: Übersicht über Graduierungen von VHI, RBH und DSI

## 9.2.4 STIMMSTÖRUNGEN BEI ERZIEHERINNEN IN ABHÄNGIGKEIT VOM ALTER

Für die Daten des VHI besteht keine Normalverteilung (Kolmogorov-Smirnov); nach Spearman-Rho ergab sich der Korrelationskoeffizient von  $-,053$  (nicht signifikant:  $p = ,817$ ). Dementsprechend korreliert der VHI nicht mit dem Alter der Probandinnen.

Wegen der nicht vorhandenen Normalverteilung der Daten des Heiserkeitsgrades kam der Spearman-Rho-Test zur Anwendung und ergab einen Korrelationskoeffizienten von  $,191$ , der zwar einen signifikanten ( $p = 0,018$ ), aber (nach WITTENBERG 1998, S. 153) sehr schwachen und damit zu vernachlässigenden Zusammenhang mit dem Alter der Probandinnen ergibt.

Für die Daten des DSI liegt eine Normalverteilung vor: nach Pearson ergab sich der Korrelationskoeffizient von  $-,124$  (nicht signifikant:  $p = ,207$ ). Dementsprechend korreliert der DSI nicht mit dem Alter der Probandinnen (vgl. Berechnungen zur Hypothesenprüfung im Anhang).

Somit wird die Hypothese H2/0 ,Es besteht kein Zusammenhang zwischen den stimmlichen Auffälligkeiten (VHI, RBH, DSI) und dem Alter der Erzieherinnen' nicht verworfen.

## 9.3. HÖREN

Für die Auswertung des Fragebogens standen Datensätze aller Probanden (N = 107) zur Verfügung.

Die Beantwortung der Frage nach der allgemeinen Einschätzung des Hörens sowie der Einschätzung am Tag der Untersuchung sind in Abbildung 29 dargestellt:

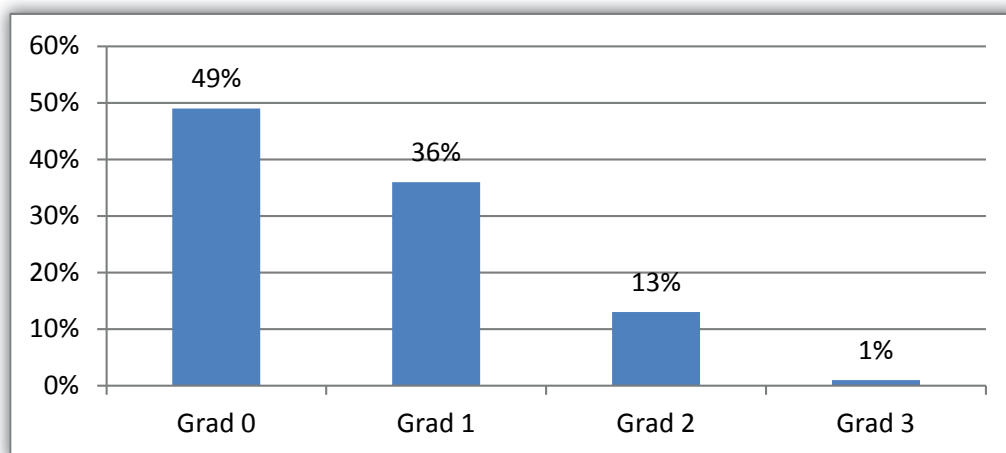


Abbildung 29: Subjektive Einschätzung des Hörvermögens allgemein

Fachmännischen Rat wegen ihres Hörens suchten 35% (N = 37) der Befragten, davon suchten 88% (N = 32) einen Arzt auf, 8% (N = 3) berichteten von einem Besuch beim Hörgeräteakustiker. Von den befragten Erzieherinnen gaben 14% (N = 15) an, aufgrund ihres Hörens arbeitsunfähig gewesen zu sein.

### 9.3.1 REINTONAUDIOMETRIE

Für die Auswertung der Reintonaudiometrie standen Datensätze aller Probanden (N = 107) zur Verfügung.

Für jede Erzieherin wurde ein Reintonaudiogramm mit der Überprüfung von Luft- und Knochenleitung zum Ausschluss von Schallleitungsschwerhörigkeiten erstellt. Dabei wurde die Lautstärke schrittweise (jeweils 5 dB) erhöht. Für die folgende Darstellung wurden die Werte der Luftleitung verwendet. Alle Werte wurden gemittelt und sind in Tabelle 21 aufgeführt.

Frequenz	Rechtes Ohr	Linkes Ohr
0,25 kHz	MW = 20, SD = 6,9	MW = 15, SD = 7,5
0,5 kHz	MW = 15, SD = 6,3	MW = 15, SD = 6,8
0,75 kHz	MW = 15, SD = 6,0	MW = 15, SD = 6,8
1 kHz	MW = 15, SD = 5,8	MW = 10, SD = 6,5
1,5 kHz	MW = 15, SD = 5,8	MW = 10, SD = 7,3
2 kHz	MW = 15, SD = 6,4	MW = 10, SD = 8,6
3 kHz	MW = 20, SD = 8,4	MW = 15, SD = 9,2
4 kHz	MW = 15, SD = 9,5	MW = 15, SD = 11,5
6 kHz	MW = 20, SD = 11,6	MW = 20, SD = 13,3
8 kHz	MW = 20, SD = 12,8	MW = 15, SD = 15,0

Tabelle 21: Werte (gemittelt) Reintonaudiometrie

In Abbildung 30 sind die für verschiedene Altersgruppen gemittelten Werte dargestellt.

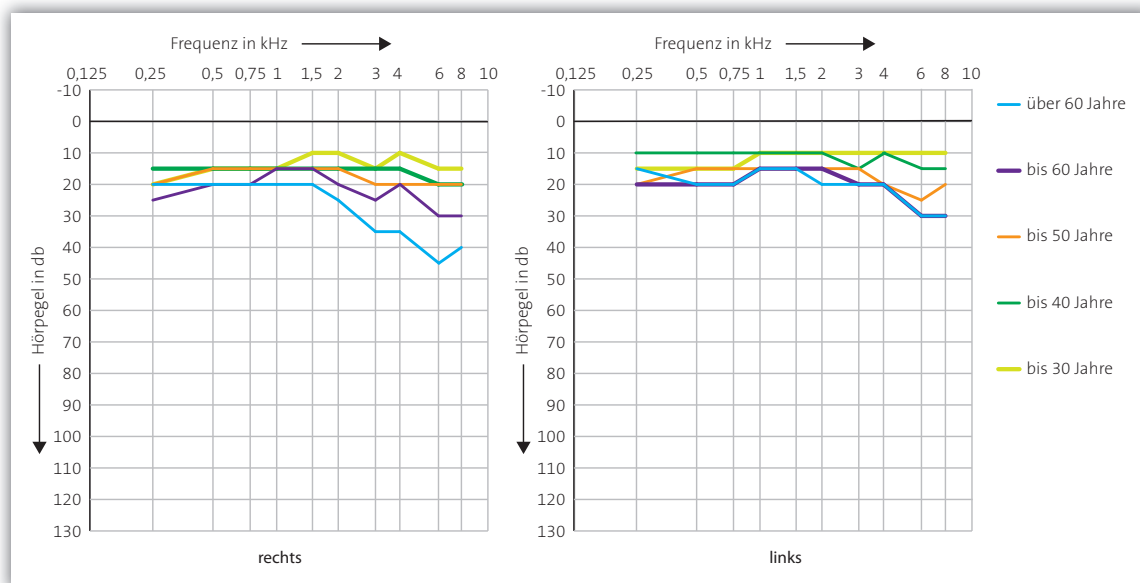


Abbildung 30: Hörschwellenmittelwerte für verschiedene Altersgruppen

Vergleicht man die Hörschwellenwerte der untersuchten Erzieherinnen mit den Hörverlustgrenzen des Siebtests entsprechend der arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchung nach dem Grundsatz 20 (vgl. Kap. 8.2.2.1), die vor dem Beginn einer Tätigkeit im Lärm durchgeführt wird (vgl. FELDMANN/BRUSIS 2012, S. 243), so müssten sich 6,5% (N = 7) der Erzieherinnen einer Ergänzungsuntersuchung unterziehen (davon ist eine Erzieherin unter 30 Jahre, eine unter 35 Jahre, jeweils zwei unter 40 und 45 Jahren und eine Erzieherin über 45 Jahre alt).

Definiert man die beginnende audiometrische Kerbe durch eine Hörschwellenabwanderung bei 4 kHz um mindestens 10 dB mehr als bei 3 kHz kombiniert mit einem Anstieg um mindestens 5 dB bei 8 kHz (vgl. SALA ET AL. 2003, o.S.), so lassen sich diese nur bei 6 Ohren (3%) nachweisen.

Definiert man audiometrische Kerben entsprechend der Untersuchung von Martins et al. (2007) mit Schwellenabwanderungen bei 4000 und 6000 Hz um mindestens 30 dB (vgl. MARTINS ET AL. 2007 S. 242), so zeigen sich diese (Schwellenabwanderung bei 6000 Hz über 30 dB) in der vorliegenden Untersuchung bei 30,8 % (N = 66) der untersuchten Ohren (N = 214). Für den Test auf Binomialverteilung wurde der Wert von 11,25% (vgl. EBD.) herangezogen; der Vergleich ergab einen signifikanten Unterschied (vgl. Berechnungen zur Hypothesenprüfung im Anhang).

Dementsprechend wird die Hypothese H3/0 zugunsten von H3 ‚Mehr als 11,25% der Audiogramme der Erzieherinnen zeigen beginnende audiometrische Kerben‘ verworfen.

### 9.3.2 FRAGEBOGEN ZUM SUBJEKTIVEN HÖREMPFINDEN - OLDENBURGER INVENTAR

Für die Auswertung des Fragebogens standen Datensätze aller Probanden (N = 107) zur Verfügung.

Entscheidend sind entsprechend der Fragestellungen die Angaben aus den Bereichen ‚Tinnitus‘ sowie ‚Hören in Ruhe‘ und ‚Hören im Störschall‘.

Von den befragten Erzieherinnen erklärten 85% (N = 91), dass sie ein Geräusch in ihrem Kopf oder ihren Ohren haben: 34% (N = 36) selten, 34% (N = 37) manchmal, 13% (N = 14) oft und 4% (N = 4) immer (vgl. Abb.31).

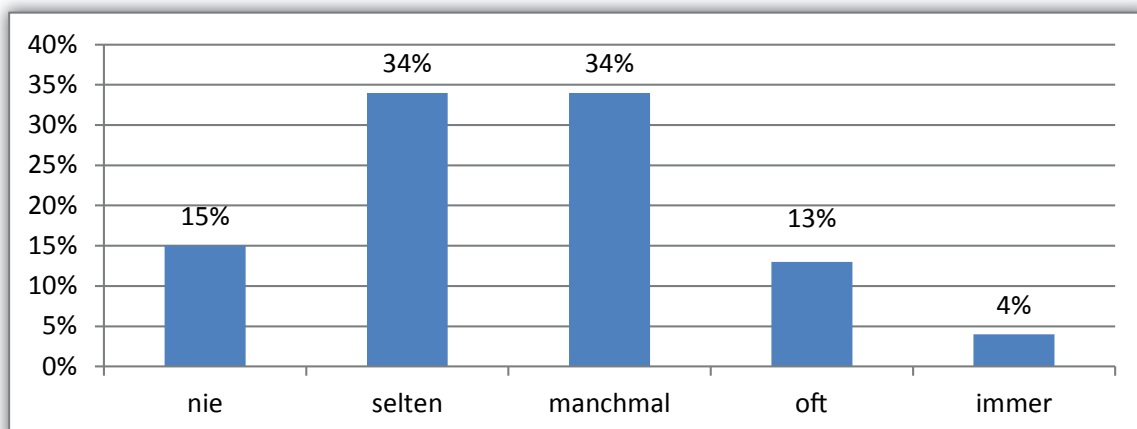


Abbildung 31: Angaben zur Tinnitusbelastung

Hörstörungen zeigen sich besonders beim Hören im Störgeräusch. Bei der subjektiven Einschätzung des ‚Hörens in Ruhe‘ ergab sich ein Mittelwert von 22,5 (SD = 3,9) und für das ‚Hören im Störgeräusch‘ ein Mittelwert von 19,9 (SD = 4,9). Da die Daten keine Normalverteilung (Kolmogorov-Smirnov) aufwiesen, kam zum Vergleich ein nichtparametrischer Test (Wilcoxon) zum Einsatz. Dieser zeigte signifikante Unterschiede ( $p < .001$ ). Die Verteilung zu den Angaben ‚Hören in Ruhe‘ (ha\_sum) und ‚Hören im Störschall‘ (hb\_sum) sind in Abbildung 32 dargestellt (vgl. Berechnungen zur Hypothesenprüfung im Anhang).

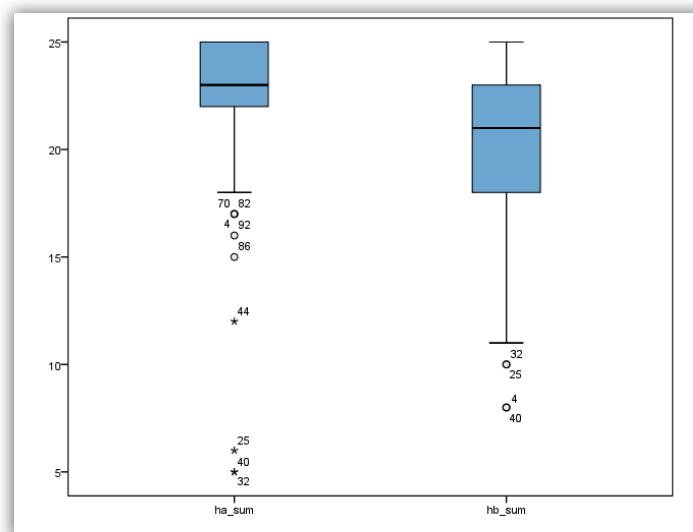


Abbildung 32: Verteilung zu den Angaben ‚Hören in Ruhe‘ (ha\_sum) und ‚Hören im Störschall‘ (hb\_sum)

Somit wird die Hypothese H4/0 zugunsten von H4 ‚Es zeigen sich signifikante Unterschiede bei der subjektiven Bewertung des Hörens in Ruhe im Verhältnis zum Hören im Störschall‘ verworfen.

## 9.4 STIMMAUSBILDUNG

Für die Auswertung des Fragebogens standen Datensätze aller Probanden (N = 107) zur Verfügung.

Die Fragen bezogen sich auf eine vor bzw. während der Ausbildung erlebte Stimmtauglichkeitsuntersuchung und Stimmbildung und deren Sinnhaftigkeit. Eine Stimmtauglichkeitsuntersuchung vor ihrer Ausbildung hatten

54% (N = 58) der Erzieherinnen; die anderen 46% gaben an, sich keiner Stimmtauglichkeitsuntersuchung unterzogen zu haben. Sprecherziehung bzw. Stimmbildung während der Ausbildung hatten 54% (N = 58) der Erzieherinnen, 39% (N = 42) hatten keinen solchen Unterricht, 7% (N = 7) konnten sich nicht erinnern (vgl. Abb.33)

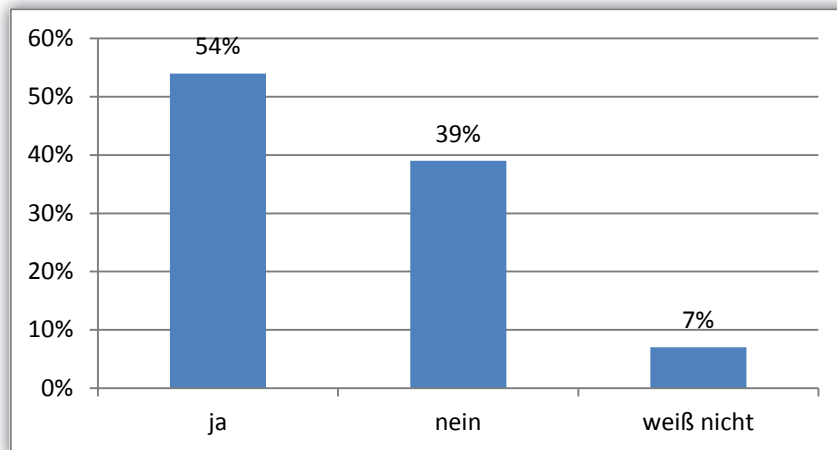


Abbildung 33: Übersicht über erlebte Sprecherziehung/Stimmbildung während der Ausbildung der Erzieherinnen

Die Frage, wie sinnvoll Erzieherinnen eine Stimmtauglichkeitsuntersuchung vor der Ausbildung finden, beantworteten 59% (N = 63) mit ‚sehr sinnvoll‘, 33% (N = 36) mit ‚sinnvoll‘, 6% (N = 6) finden eine Tauglichkeitsuntersuchung ‚wenig‘ und 1% (N = 1) ‚gar nicht sinnvoll‘ (vgl. Abb.34).

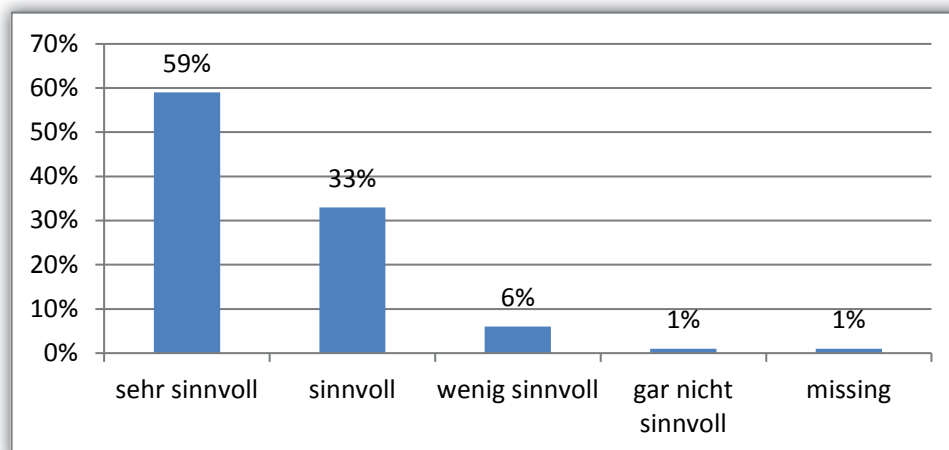


Abbildung 34: Übersicht über Einschätzung der Erzieherinnen zur Frage nach der Notwendigkeit von Stimmtauglichkeitsuntersuchungen vor der Ausbildung

Ähnliche Werte ergab die Frage nach Stimmbildung und Sprecherziehung für Erzieherinnen. Diese fanden 61% (N = 66) ‚sehr sinnvoll‘, 36% (N = 49) ‚sinnvoll‘, 1% (N = 1) ‚wenig‘ und 0% ‚gar nicht sinnvoll‘ (vgl. Abb.35). Auf die Frage, wann diese Ausbildung am sinnvollsten sei, antworteten 83% (N = 88) mit ‚in der Ausbildung‘ und 46% (N = 49) mit ‚berufsbegleitend‘ (Mehrfachnennungen waren möglich).

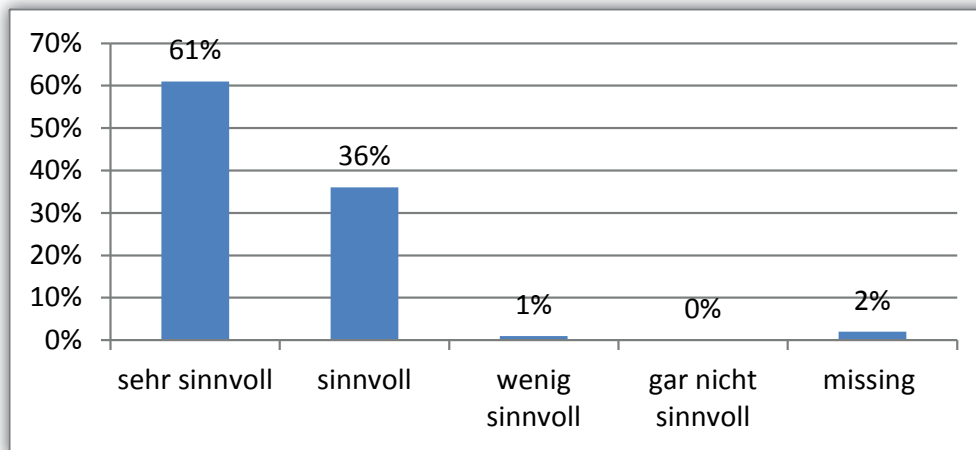


Abbildung 35: Übersicht über Einschätzung der Erzieherinnen zur Frage der Notwendigkeit von Sprecherziehung/Stimmbildung für Erzieherinnen

Insgesamt ist festzustellen, dass die Mehrheit der Erzieherinnen sowohl eine Stimmtauglichkeitsuntersuchung als auch Stimmbildung für Erzieherinnen sinnvoll finden.

## 10. DISKUSSION / AUSBLICK

Ziel der vorliegenden Untersuchung war die Klärung der Frage, inwieweit Erzieherinnen von Stimm- und Hörstörungen betroffen sind und wie sie selbst die Notwendigkeit einer Stimmbildung für ihren Beruf einschätzen. Ausgangspunkt der Überlegungen war die hohe Lärmbelastung in Kindertagesstätten und Messungen von durchaus grenzwertigen Pegeln im Sinne der Lärmrichtlinie 2003/10/EC (vgl. Kap. 4.2, EYSEL- GOSEPATH ET AL. 2010, S.1014 ff.; NEUMANN/SWOBODA 2010, S. 10).

Bei Befragungen von Erzieherinnen zur subjektiven Einschätzung ihrer Arbeitsbedingungen zeigte sich Lärm häufig als Hauptbelastungsfaktor der Umgebungsbedingungen (vgl. Kap. 4.1). Auch in der vorliegenden Untersuchung nahm bei der Frage nach ausgewählten Arbeitsbelastungen der Lärm die herausragende Position ein (86% der Befragten). Ähnliche Werte finden sich mit 82% (N = 54) bei SEIBT ET AL. (2005) und bei RUDOW (2007) bei 79,5% der befragten Erzieherinnen (N = 80). Da Stimm- und Hörstörungen Folge einer Lärmbelastung sein können, waren sie Gegenstand der Untersuchung.

Im folgenden Abschnitt werden die stimmlichen Befunde einschließlich der Ergebnisse zur Einschätzung der Notwendigkeit von Stimmtauglichkeitsuntersuchungen und Sprecherziehung/Stimmbildung durch die befragten Erzieherinnen diskutiert, daran anschließend die Befunde zum Hören. Nach einer kurzen Auseinandersetzung mit den Limitationen der Untersuchung werden die ermittelten Befunde im Zusammenhang von Lärmwirkungen und der Wirkung gestörter Stimmen betrachtet und deren Bedeutung für die Arbeit in Kindertagesstätten diskutiert.

### 10.1 UNTERSUCHUNG DER STIMME

Die vorliegende Untersuchung orientierte sich am Basisprotokoll für die Stimmdiagnostik der European Laryngological Society (vgl. Kap. 8.2.1), um die damit verbundene Möglichkeit zur Objektivierung und Standardisierung der ermittelten Befunde zu nutzen.



Mit dem Fragebogen ‚Voice Handicap Index‘ (VHI) wurde die subjektiv erlebte Einschränkung der kommunikativen Möglichkeiten der Erzieherinnen erfragt. Dabei wiesen 69% der befragten Probandinnen (N = 74) kein stimmliches Handicap auf, der mittlere Punktwert aller untersuchten Erzieherinnen lag bei 12 Punkten (Grad 0 - keine Einschränkung). In einer Untersuchung von Helidoni et al. (2012) bei 151 Erzieherinnen in Griechenland zeigte sich bei der nationalen Variante des VHI ein Mittelwert von 9 Punkten (vgl. HELIDONI ET AL. 2012, S. 214), was ebenso dem Einschränkungsgrad 0 entspricht. Der Betreuungsschlüssel in Griechenland liegt für drei- bis sechsjährige Kinder bei 1:16,4 (vgl. ZACHARENAKIS 1998, S. 212), vergleichbar dem in Sachsen-Anhalt (1:13 vgl. KIFÖG 2004), was vermuten lässt, dass auch die Stimmbelastung ähnlich hoch ist und ähnliche Ergebnisse erklärbar macht. Auch bei der Bewertung in den Subskalen zeigen sich ähnliche Ergebnisse – die höchsten Punktwerte fanden sich jeweils in der Kategorie ‚physischer Bereich‘ (vgl. HELIDONI ET AL. 2012, S. 214), der Art und Ausprägung der Stimmstörung beschreibt. Insgesamt erleben die untersuchten Erzieherinnen ihre Stimmen als wenig kommunikationsbeeinträchtigend.

Bei der auditiven Beurteilung der Stimmqualität bezüglich der Anteile von Rauheit, Behauchtheit und Heiserkeit im Stimmklang (RBH-Skalierung) ist vor allem das Hauptsymptom von Stimmstörungen – die Heiserkeit – relevant. Entsprechend der Klassifizierung nach ANDERS und NAWKA (1996) wiesen in der vorliegenden Untersuchung nur 7% der untersuchten Probandinnen (N = 8) den normgerechten Grad 0 = keine Heiserkeit auf, 67% (N = 70) Grad 1 (geringgradige Heiserkeit), 26% (N = 27) Grad 2 (mittelgradige Heiserkeit). Einen Vergleichswert für Erzieherinnen gibt es für den Heiserkeitsgrad 2. In einer finnischen Untersuchung von Sala et al. (2001) bei 262 Erzieherinnen wurden bei der auditiven Einschätzung der Stimme durch einen Untersucher bei 5% der Probandinnen der Heiserkeitsgrad 2 ermittelt (vgl. SALA ET AL. 2001, S. 420).

Eine mögliche Erklärung für den signifikanten Unterschied zwischen den ermittelten Werten könnte eine höhere Stimmbelastung im Alltag der hier untersuchten Erzieherinnen sein, da in Finnland der Betreuungsschlüssel niedriger ist (für drei- bis sechsjährige Kinder = 1:7, vgl. HÄNNIKÄINEN O.J.) als in Sachsen-Anhalt (1:12,5 vgl. KIFÖG 2013). Bei einer Heiserkeitsbewertung bei 143 belgischen

Lehramtsstudentinnen durch 2 Therapeutinnen wurde bei 5,6% (8/143) der Heiserkeitsgrad 2 ermittelt (vgl. VAN LIERDE ET AL. 2010, S. 601). Hier lässt sich der Anteil wiederum aus der geringeren Stimmbelastung von Studierenden und mit den durchschnittlich leiseren Lautstärkemessungen in Schulen gegenüber Kindergärten erklären.

Bei der Auswertung der akustischen Parameter (DSI) zeigten 24% der untersuchten Erzieherinnen (N = 25) Grad 0 (keine Stimmfunktionseinschränkung), 61% (N = 64) Grad 1 (geringgradige Stimmfunktionseinschränkung) und 15% (N = 16) Grad 2 (mittelgradige Stimmfunktionseinschränkung). Leider konnten keine Vergleichswerte in den Untersuchungen zur Erzieherinnenstimme gefunden werden. Auch eine Untersuchung von Lehramtsstudierenden (vgl. EBD., S. 603), bei der im Verlauf von 3 Jahren für den DSI Medianwerte von 2,0, 2,7 und 3,1 ermittelt wurden (alle Grad 0), kann nicht zum Vergleich herangezogen werden, da die Werte nicht mit dem Analyseprogramm *praat* ermittelt wurden und sich aufgrund eines anderen zugrunde liegenden Algorithmus nicht vergleichen lassen.

Insgesamt ist in Erwägung zu ziehen, dass Messfehler zwar vermieden wurden, aber nicht auszuschließen sind. Das bezieht sich z.B. auf die eingesetzte Messtechnik (das Schalldruckpegelmessgerät reagiert sensibel auf Bewegungen, diese konnten beim Ablesen der Werte nicht komplett verhindert werden). Weiterhin lässt sich nicht ausschließen, dass Bewegungen der Probandinnen während der Aufnahmen den zuvor ausgemessenen Abstand zum Mikrofon bzw. Schalldruck-Pegelmesser veränderten.

Bei der Gesamtbetrachtung der Untersuchungsergebnisse zur Stimmbeurteilung fällt auf, dass eine Diskrepanz zwischen der erlebten Einschränkung der kommunikativen Möglichkeiten und den Ergebnissen der Beurteilung des akustischen Signals (sowohl bei der RBH-Beurteilung, als auch bei der Berechnung des DSI) besteht. Diese Diskrepanz ist nicht ungewöhnlich (vgl. SCHNEIDER-STICKLER/BIGENZAHN 2013, S. 176) und zeigt sich auch in vergleichbaren Untersuchungen, die die Selbsteinschätzung der Erzieherinnen/Lehrerinnen sowie die Anzahl der berichteten Stimmsymptome mit einem phoniatriischen Befund (laryngoskopische Untersuchung) vergleichen (vgl. SIMBERG ET AL. 2000, S. 235; ILOMÄKI ET AL. 2009, S. 26).

Eine Ursache dieser Diskrepanz kann in der Verwendung des Fragebogens (VHI) bestehen. Dieser wurde für Stimmpatienten zur Erfassung der subjektiven Beeinträchtigung durch eine Dysphonie entwickelt. Damit kann Fragestellung und Terminologie zu unsensibel für die frühen Warnsignale auffälliger Stimmen und damit für Erzieherinnen nicht angemessen sein, zumal Gonnermann und Nawka die Items des Voice Handicap Index als bereits für funktionelle Dysphonien zu unspezifisch einschätzten (vgl. GONNERMANN/NAWKA 2004, S. 24).

Eine weitere mögliche Ursache kann die mangelnde Wahrnehmung der Erzieherinnen für Stimmklangveränderungen im Allgemeinen und – gewöhnungsbedingt – für ihren eigenen Stimmklang sein. Ebenfalls von Bedeutung ist, inwieweit sie einen Zusammenhang zwischen Stimmbelastung und Stimmklang herstellen können (oder z.B. eine mögliche Erkältung in Betracht ziehen) bzw. ob sie überhaupt mit den Funktionsabläufen der Stimmbildung und deren Abweichungen vertraut sind.

In diesem Zusammenhang wird weiterhin eine häufige Diskrepanz zwischen den bemerkten Stimmsymptomen, der Häufigkeit von Arztbesuchen, Stimmtherapien und Arbeitsunfähigkeiten aufgrund der Stimme beschrieben (vgl. HAMMANN 2004, S. 185; DA COSTA ET AL. 2012, S. 69; PUCHALLA ET AL. 2013, S. 37). Mögliche Ursachen dafür erfragten da Costa et al. und ermittelten, dass 49% der befragten Erzieherinnen (N = 237) sich nicht bewusst waren, dass ein Arzt oder eine Therapie bei Stimmproblemen helfen kann und dass etwa ein Drittel der Befragten Heiserkeit in ihrem Beruf für normal hielten (vgl. DA COSTA ET AL. 2012, S. 72). Auch in der vorliegenden Untersuchung haben nur 27% (N = 29) fachmännischen Rat gesucht. Möglicherweise ist auch ein verstärktes Verantwortungsgefühl gegenüber den Kolleginnen eine Ursache dafür, trotz der Stimmprobleme arbeiten zu gehen, um die Personalsituation nicht zusätzlich zu belasten.

Obwohl bei Erzieherinnen gehäuft Stimmprobleme auftreten, sind diese in Deutschland nicht als Berufskrankheit anerkannt.

„Das Bundessozialgericht hat die Anerkennung als Berufskrankheit mit der Begründung abgelehnt, der Stimmapparat sei primär den beruflichen Anforderungen nicht gewachsen. Ein nicht vorbelastetes Stimmorgan

nimmt selbst unter stimmlichen Höchstleistungen keinen bleibenden, rentenberechtigenden Schaden, auch nicht beim Singen langer Opernpartien oder bei langem und lauten Sprechen in großen Klassenräumen“ (WENDLER ET AL. 2005, S. 457).

Diese Begründung beruht auf der Tatsache, dass kein Zusammenhang zwischen einem Anstieg der Stimmprobleme und den Berufsjahren besteht. Das zeigte sich in früheren Untersuchungen (vgl. SCHUBERT 1959, S. 750) und in den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung (vgl. Kap. 9.2.4). Obwohl in mehreren Untersuchungen die vermehrte stimmliche Belastung von Erzieherinnen (und Lehrerinnen) z.B. im Vergleich mit Krankenschwestern nachgewiesen wurde (vgl. SALA ET AL. 2001; SALA ET AL. 2002; VAN HOUTTE 2011; PEKKARINEN ET AL. 1992) und bekannt ist, dass Lärmexposition zu Stimmstörungen führen kann, wird die Stimmstörung „...als anlagebedingt eingestuft und nicht als Berufskrankheit anerkannt, da bei Ausschaltung der Störlärmquelle(n) lärminduzierte Dysphonien zu vermeiden sind“ (vgl. WENDLER ET AL. 2005, S. 457).

Da Stimmprobleme dementsprechend als individuelles Problem gewertet werden, ist es umso verständlicher, dass sowohl eine obligatorische Stimmtauglichkeitsuntersuchung als auch eine ausreichende Stimmbildung für Angehörige sprechintensiver Berufsgruppen in den entsprechenden Untersuchungen gefordert wird (vgl. LEMKE ET AL. 2004, S. 170; SALA ET AL. 2001, S. 422). Vilkmann fordert darüber hinaus insgesamt bessere Arbeitssicherheits- und Arbeitsgesundheitsregelungen für das Personal sprechintensiver Berufe, insbesondere für Lehrerinnen und Erzieherinnen, wozu auch die Arbeitsumgebungsbedingungen und die Vermeidung von Lärm gehören (vgl. VILKMANN 1996, VILKMANN 2000, VILKMANN 2004).

Heidelbach (1994) verweist darauf, dass bei Stimmtauglichkeitsuntersuchungen von mehr als 36.000 Untersuchten in mehreren Jahren die durchschnittliche Ablehnungsquote nur bei 10 - 12% lag (funktionell und organisch bedingte Ursachen). Auch wenn eine Tauglichkeitsuntersuchung nicht die individuelle natürliche Schwankungsbreite stimmlicher Leistungen berücksichtigen kann, sind bestimmte Leistungsfunktionen und organische Befunde durchaus

einschätzbar und lassen Aussagen über die stimmliche Belastungsfähigkeit zu (vgl. HEIDELBACH 1994, S. 297). Weiterhin kann eine Ablehnung dazu führen, dass die Auseinandersetzung mit den eigenen stimmlichen Möglichkeiten bzw. ein Stimmtraining, eine Stimmtherapie dazu führt, dass bei einer wiederholten Untersuchung die Tauglichkeit bescheinigt wird (vgl. NAWKA/WIRTH 2008, S. 431, SCHNEIDER-STICKLER 2010, S. 58).

In der vorliegenden Untersuchung wurden die Erzieherinnen selbst zur Notwendigkeit von Stimmtauglichkeitsuntersuchungen und Stimmbildung befragt. Die Mehrheit der Erzieherinnen findet eine Stimmtauglichkeitsuntersuchung (92%) und eine Stimmbildung (97%) für Erzieherinnen ‚sehr sinnvoll‘ bzw. ‚sinnvoll‘, letztere sowohl während der Ausbildung (83%) als auch berufsbegleitend (46%). Damit sind Stimmtauglichkeitsuntersuchungen und Stimmbildung nicht nur aus Sicht von „Fachleuten“, sondern auch aus Sicht der „Betroffenen“ einzufordern.

Ein weiterer nicht zu unterschätzender Aspekt des hohen Anteils an stimmlichen Auffälligkeiten besteht darin, dass Erzieherinnen nicht nur Sprach- und Kommunikationsvorbild für die Kinder sind, sondern auch Stimmvorbild (vgl. ANDERS 2010, S.23). Wenn auch die Wirkungsweise der Einflüsse von Stimmklangübernahmen auf die Stimmentwicklung von Kindern nicht nachgewiesen ist, so kann davon ausgegangen werden, dass Kinder ähnlich wie Erwachsene – und dafür liefern Forschungsergebnisse klare Hinweise (vgl. NESPITAL 2013, S. 71 ff.) – wahrgenommene Stimmklänge funktionell nachvollziehen und übernehmen. Heiserkeiten im Kindesalter kommen häufig vor (vgl. Kap. 5.3) und wurden lange Zeit als harmlos und spätestens mit der Pubertät von allein verschwindend angesehen. Dass davon nicht so sicher ausgegangen werden kann, zeigen mehrere Studien (POWELL ET AL. 1989, S. 379 ff.; DE BODT 2007, S. 154).

Erzieherinnen begleiten und unterstützen nicht nur die Sprachentwicklung der Kinder, sondern auch deren stimmliche Entwicklung, sowohl beim Sprechen als auch beim Singen. Schneider-Stickler schreibt dazu:

„Ein bewusster Umgang mit den stimmlichen Möglichkeiten und das Beherrschen des eigenen Stimminstruments ist die beste Vorbereitung der Kinder für ihr

späteres erfolgreiches Bestehen im verbalen Kommunikationsprozess. Es sollte daher ein pädagogisches Ziel bleiben, den ökonomischen Stimmgebrauch aller Kinder zu fördern, wobei zu hinterfragen bleibt, ob die entsprechenden LehrerInnen und ErzieherInnen in genügender Weise auf diese Aufgabe vorbereitet sind“ (SCHNEIDER-STICKLER 2008, S. 61).

Ein wesentlicher Bestandteil dieser Vorbereitung ist die Auseinandersetzung mit der eigenen Stimme.

### 10.2 UNTERSUCHUNGEN ZUM HÖREN

Entsprechend der Lautstärkemessungen in Kindergärten sind lärmbedingte Hörverluste, die sich durch eine Schwellenabwanderung im Frequenzbereich um 4000 Hz, der sogenannten  $c^5$ - Senke (vgl. DIEROFF 1994, S. 187) zeigen, nicht zu erwarten. Allerdings können sich beginnende Kerbenbildungen im  $c^5$ - Bereich zeigen.

Zieht man bei der Auswertung der Audiogramme die Hörverlustgrenzen des Siebtests entsprechend der arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchung nach dem Grundsatz 20, der vor dem Beginn einer Tätigkeit im Lärm durchgeführt wird (vgl. FELDMANN/BRUSIS 2012, S. 243) zum Vergleich heran, so müssten sich nur sieben (6,5%) der untersuchten Erzieherinnen einer Ergänzungsuntersuchung unterziehen. Damit zeigen die Erzieherinnen keine für eine Berufserkrankung relevanten Hörbeeinträchtigungen. Diesbezüglich übereinstimmende Befunde zeigen sich auch in vergleichbaren Untersuchungen (vgl. SALA ET AL. 2003, o.S.; SJÖDIN ET AL. 2012, S. 72 ff.).

Allerdings zeigen sich (selten) Hörschwellenabwanderungen im  $c^5$ - Bereich. Definiert man audiometrische Kerben entsprechend einer brasilianischen Untersuchung von Martins et al. (2007) mit Schwellenabwanderungen bei 4000 und 6000 Hz um mindestens 30 dB (vgl. MARTINS ET AL. 2007 S. 242), so zeigen sich diese (Schwellenabwanderung bei 6000 Hz über 30 dB) in der vorliegenden Untersuchung bei 30,8 % (N = 66) der untersuchten Ohren (N = 214). Damit zeigen sich signifikante

Unterschiede zum ermittelten Wert von 11,25% bei 80 Lehrerinnen in Brasilien, von denen 16% im Vorschulbereich tätig waren. Da es sich hierbei um eine Untersuchung überwiegend aus dem Schulbereich handelt, es in Kindergärten aber lauter ist (vgl. Kap. 4.2), könnte die unterschiedliche Lärmbelastung eine Ursache für den Unterschied sein.

Eine weitere Ursache der Differenzen könnte in den Untersuchungsbedingungen liegen. Auch wenn das Audiometer zum Zeitpunkt der Untersuchung alle messtechnischen Anforderungen erfüllte und die subjektive Prüfung in jedem Untersuchungsraum vor Beginn der Untersuchungen keine Unterschiede bei den hohen Frequenzbereichen zeigte, so können Abweichungen der Messungen bei den Erzieherinnen auf zu laute Umgebungsgeräusche zurückzuführen sein, da keine Hörkabine mit den festgelegten zulässigen Störschallpegeln zum Einsatz kam. Die Tonschwellenaudiometrie ist ein subjektives Diagnoseverfahren und dementsprechend in hohem Maße abhängig von der Mitarbeit des Probanden und der Zusammenarbeit zwischen Untersucher und Proband. Auch hier können Ursachen für mögliche Messfehler liegen.

Neben der audiometrischen Untersuchung wurden auch die subjektiven Beschwerden der Probandinnen erfragt, da Auswirkungen von Hörbehinderungen im Alltag (v.a. im Störgeräusch, bei dem schon geringe Hörverluste zu einer Verschlechterung des Hörens führen) und der häufig im Zusammenhang mit Lärm benannte Tinnitus erfasst werden sollten.

Von den befragten Erzieherinnen benannten 85% (N = 91), dass sie schon mal ein Geräusch in ihrem Kopf oder ihren Ohren hatten. Dieser Befund liegt weit über dem ermittelten Wert von 31% bei der Befragung von 100 schwedischen Erzieherinnen (vgl. SJÖDIN ET AL. 2012A, S. 79) und über den von Hesse (2008, S.7) publizierten zusammenfassenden Zahlen aufgrund epidemiologischer Studien, nach denen 24,9% der Deutschen Tinnitus erlebt haben.

Bei der Befragung der Erzieherinnen in der vorliegenden Untersuchung wurde nicht zwischen einem dauerhaften Tinnitus und einem unregelmäßig auftretenden, kurzfristigen Ohrgeräusch unterschieden. Betrachtet man die Angaben der

Erzieherinnen etwas differenzierter, so relativiert sich die Gesamtaussage: 34% (N = 36) der Erzieherinnen berichteten, selten Tinnitus zu haben, 34% (N = 37) manchmal, 13% (N = 14) oft und 4% (N = 4) immer. Ein genauerer Vergleich ist aufgrund der unterschiedlichen Befragungsmethodik nicht möglich.

Beim Vergleich der Angaben der subjektiven Bewertung des ‚Hörens in Ruhe‘ im Verhältnis zum ‚Hören im Störgeräusch‘ zeigten sich zwar geringe aber signifikante Unterschiede zu Ungunsten des ‚Hörens im Störschall‘. Beginnende Hörstörungen zeigen sich deutlicher beim Hören im Störschall, da beim Hören der Lärm ausgeblendet und lärmbedingt fehlende Informationen ergänzt werden müssen. Das stellt hohe Anforderungen an auditive und sprachliche Fähigkeiten sowie an Aufmerksamkeits- und Gedächtnisleistungen. Aufgrund der erhöhten Anstrengungsleistungen kommt es zur schnelleren Ermüdung. Ab wann solche Beeinträchtigungen als hindernd empfunden werden und zu Veränderungen des Kommunikationsverhaltens führen, hängt stark von der Konzentrationsfähigkeit des einzelnen Betroffenen ab (vgl. TRIEBIG ET AL. 2011, S. 234).

Zwei Aspekte sind im Zusammenhang mit diesem Ergebnis zu berücksichtigen. Zum einen ist eine schlechtere Bewertung des ‚Hörens im Störschall‘ ein Hinweis auf beginnende Veränderungen des Organs, und Untersuchungen aus der Industrie zeigen, „...dass vorgeschädigte Ohren wesentlich empfänglicher sind hinsichtlich einer weiteren Schädigung insbesondere im bereits deutlich vorgeschädigten Bereich. Ein Warnsignal für eine hohe Lärmempfindlichkeit stellt das Auftreten von Tinnitus dar“ (GOBSCH ET AL. 1997, S. 187). Hier ist der gesundheitsgefährdende Aspekt für die Erzieherinnen unbedingt zu berücksichtigen.

Zum anderen nehmen Hörstörungen im Jugendalter zu (vgl. Kap. 6), so dass auch für den Berufsstand der Erzieherinnen das Problem dringlicher wird, das bei Lehramtsstudierenden in der Arbeitsmedizin folgendermaßen beschrieben wird:

„Ein besonderes Problem bieten Lehramtsanwärter mit einer Schwerhörigkeit [Hervorhebung im Original], wenn die Übernahme in den Beamtenstatus ansteht und die körperliche und geistige Eignung beurteilt werden muss. Auf ihre Hörstörung angesprochen, verweisen die Anwärter gern darauf, dass sie trotz ihrer Behinderung das Studium „ohne Schwierigkeit“ absolviert



hätten und dass es in der Schulklasse beim Unterricht „keinerlei Problem“ gäbe. Diese Erfolge sind aber oft durch eine besonders hohe Konzentration und geistige Anspannung erkaufte, die sich nicht über ein langes Berufsleben aufrechterhalten lassen. Die Erfahrung zeigt, dass nach einer Reihe von Jahren – lange vor Erreichen der normalen Altersgrenze – die Reserven erschöpft sind: Die Schwerhörigkeit hat (scheinbar) zugenommen, Tinnitus ist hinzugetreten oder wird stärker als bisher registriert, die Konzentrationsfähigkeit leidet darunter, so dass sich nach wenigen Stunden Unterricht völlige Erschöpfung einstellt. Dies hat Auswirkungen auf die Disziplin in der Klasse und den Geräuschpegel, dies wiederum potenziert die Verständnisschwierigkeiten und so entsteht ein *Circulus vitiosus*, der den Lehrer in die vorzeitige Dienstunfähigkeit treibt. Bei der Eingangsbeurteilung des Lehramtsanwärters darf man diese leider häufig zu beobachtende Entwicklung nicht außer Acht lassen. Starre Regeln lassen sich für diese schwierige Entscheidung nicht aufstellen“ (FELDMANN/BRUSIS 2012, S. 179)

Ganz klar sind hier eine verstärkte öffentliche Sensibilität gegenüber Lärmwirkungen und gute akustische Arbeitsumgebungsbedingungen – nicht nur in Kindergärten – zu fordern.

### 10.3 LIMITATIONEN DER UNTERSUCHUNG

Bei der vorliegenden Untersuchung handelt es sich um eine Querschnittsstudie, bei der die Probanden zufällig ausgewählt wurden. Es beteiligten sich nur 13% aller angeschriebenen Kindertagesstätten der Stadt Halle, die Stichprobe ist mit  $N = 107$  nicht sehr groß. Beim Vergleich mit anderen Stimmuntersuchungen (vgl. Kap. 5) zeigt sich, dass große Stichproben bei reinen Fragebogenerhebungen häufig sind (z.B. ANGELILLO ET AL. 2009,  $N = 504$ ; BERMUDEZ DE ALVEAR/MARTINEZ-ARQUERO 2009,  $N = 282$ ), da wo messtechnische Untersuchungsanteile hinzukommen, sind die Stichproben im Allgemeinen kleiner (vgl. KANKARE 2012,  $N = 186$ , PRECIADO ET AL. 1998,  $N = 147$ ).

Die Teilnahme der Erzieherinnen beruhte auf Freiwilligkeit, Nonresponder wurden nicht kontaktiert. Dementsprechend kann über die Gründe einer Nichtteilnahme

nur spekuliert werden. Es stellt sich die Frage, ob überhaupt alle Erzieherinnen von der Studie erfahren haben, da der Brief an die Kindergartenleitung adressiert war und vermutlich nur bei entsprechendem Interesse der Leiterin an die Mitarbeiterinnen weitergegeben wurde. Weiterhin haben aus keinem Kindergarten alle Mitarbeiterinnen teilgenommen, ob deren Ablehnung aus Desinteresse, einem vorhandenen Stimm- und/oder Hörproblem oder anderen Gründen bestand, ist nicht bekannt.

Ein weiteres Problem stellt die Altersverteilung der untersuchten Erzieherinnen dar: 61% der teilnehmenden Erzieherinnen waren jünger als 50 Jahre, nur 2 Erzieherinnen waren über 60 Jahre. Diese Altersverteilung entspricht zwar in etwa der aller Erzieherinnen in Halle und in Sachsen-Anhalt, zeigt aber auch (ohne Ursachen genauer benennen zu können), dass offensichtlich anteilmäßig wenige Erzieherinnen bis zum Eintritt des Rentenalters in ihrem Beruf arbeiten. Inwieweit an diesem Ausscheiden und damit an der Altersverteilung die in der Untersuchung relevanten Fragestellungen eine Rolle spielen, ist nicht beurteilbar.

Da alle Untersuchungen von derselben Untersucherin vorgenommen wurden, sind methodische Unterschiede weitestgehend auszuschließen, lediglich tagesformabhängige Unterschiede können nicht ausgeschlossen werden. Weitere technisch bedingte Unterschiede sind bei den entsprechenden Untersuchungsanteilen aufgeführt. Mögliche Unterschiede z.B. der Ergebnisse der Stimmuntersuchung zum Stimmeinsatz in Realsituationen sind der Methodik geschuldet und daher nicht vermeidbar. Ein entscheidender Nachteil besteht darin, dass alle Untersuchungen in den jeweiligen Kindergärten stattfanden und räumlich bedingte und umgebungsbedingte Unterschiede Einfluss auf die Ergebnisse haben können. Allerdings ermöglichte nur dieses Vorgehen die Teilnahme der Erzieherinnen an der Untersuchung.

## 10.4 LÄRMWIRKUNGEN UND WIRKUNGEN GESTÖRTER STIMMEN UND DEREN BEDEUTUNG FÜR DIE ARBEIT IN KINDERTAGESSTÄTTEN

Vergleicht man die Untersuchungen zur Wirkung von Lärm und der Wirkung gestörter Stimmen, so fallen viele Parallelen auf. In beiden Fällen werden ungünstige Einflüsse auf Aufmerksamkeit, Motivation, Disziplin und das Sprachverständnis (sowie evtl. darüber hinausgehend auf Lernprozesse) beschrieben (vgl. Tab. 22).

Auswirkungen gestörter Stimmen/Lärm auf	Untersuchungen Stimme	Untersuchungen Lärm
Motivation		Seetha et al. 2008, Cohan et al. 1980, Maxwell/Evans 2000
Disziplin der Kinder	Greifenhahn (1984), Schneider et al. (2004)	Seetha et al. 2008
Aufmerksamkeit der Kinder	Schulze (1981), Greifenhahn (1984), Wuttke (1988)	Cohan et al. 1980
Sprachverständnis der Kinder	Morton und Watson (2001), Rogerson und Dodd (2005), Voigt-Zimmermann (2011),	Vgl. Kap. 4.4.4.3, z.B. Papso/Blood 1989, Ziegler 2005, Yakullo/Hawkins 1987 Evans/Maxwell 1997
Lebensqualität der Lehrer	Bermudez- Alvear et al. (2009), Bassi et al. (2011)	Seetha 2008, Grebenikow/Wiggins 2006, (Kinder: Leistner et al. 2006)

Tabelle 22: Vergleichende Übersicht über die Wirkung gestörter Stimmen / Lärm

Ein jeweilig zugrundeliegendes Modell der Wirkungsweise bezieht sich sowohl beim Lärm als auch bei der Stimme auf das Arbeitsgedächtnis. Es scheint eine wesentliche Eigenschaft von Lärm niedriger Intensitäten (vor allem beim ‚irrelevant speech effect‘) zu sein, direkt in diesen Speicher zu gelangen und über die Bindung von Kapazitäten die Verarbeitung von Informationen einzuschränken (vgl. KLATTE ET AL. 1995, S. 518). Ähnliche Einschränkungen werden bei der Dekodierung gestörter Stimmen beobachtet (vgl. IMHOF ET AL. 2014, S. 41). Das erklärt auch die ähnlichen Ergebnisse bei Untersuchungen des Sprachverständnisses, bei denen die Aufgabenstellungen im Lärm oder durch Sprecher mit Stimmstörungen angeboten

werden. Das Arbeitsgedächtnis ermöglicht das Aufrechterhalten der Informationen (z.B. längerer Sätze oder Teilschritte bei Rechenaufgaben), bis die gesamte Information entschlüsselt ist und die entsprechenden Informationen in Beziehung gesetzt werden können. Die Arbeitsgedächtniskapazität gilt als wesentliche Bedingung für die Entwicklung der Lautsprache (BADDELEY ET AL. 1998, S. 159 ff.) und der Schriftsprache (vgl. SCHRÜNDER-LENZEN 2013, S. 50). Im Umkehrschluss zeigen sich Arbeitsgedächtniseinschränkungen bei Sprachentwicklungsstörungen (vgl. BADDELEY 2003, S. 195) und Lese-Rechtschreib-Schwächen (vgl. JANSEN 2004 S. 114; KLICPERA 2013, S. 196) sowie bei Lernbehinderungen und Rechenschwächen (vgl. HASSELHORN/GRUBE 2003, S. 34 ff.).

Insofern lässt sich ableiten, dass sowohl Lärm als auch Stimmstörungen von Erzieherinnen Auswirkungen auf die Sprachentwicklung von Kindern haben können. Empirische Befunde hierfür stehen allerdings noch aus. Inwieweit synergisierende Effekte von Lärm und Stimmstörungen bestehen, ist ebenfalls nicht bekannt.

Ergebnisse von Untersuchungen zum Lärm weisen darauf hin, dass es keine Anpassung an Lärm gibt (vgl. COHAN ET AL. 1980, S. 239, GUSKI 1987, S. 38), selbst wenn man ihn ausblendet, bleiben die physiologischen Reaktionen des Körpers und die Leistungsbeeinträchtigungen bestehen (vgl. Kap. 4.4). Lärm wirkt im Sinne einer Hintergrundvariable, deren Bedeutung oft nicht wahrgenommen wird. Wie bei der visuellen Wahrnehmung der Hintergrund entscheidenden Einfluss auf die Betrachtung des Objekts im Vordergrund hat (das gleiche Objekt wird vor einem dunklen Hintergrund heller wahrgenommen, als vor einem hellen Hintergrund, allerdings wird die Wirkungsgröße des Hintergrundes nicht erkannt), so hat Lärm entscheidende Auswirkungen auf auditive Wahrnehmungsprozesse. Diese werden den Beteiligten aber häufig nicht bewusst, sondern wirken als nicht wahrgenommene Konstante auf den Verarbeitungsprozess.

Ob ähnliches für die Wirkung gestörter Stimmen in Bezug auf Verstehensleistungen gilt, bedarf der Überprüfung. In diesem Sinne ist die Frage nach stimmlichen Einschränkungen bei Erzieherinnen kein individuelles ästhetisches oder gesundheitliches Problem, sondern eine Frage nach der Qualität ihres Hauptarbeitsmittels.

Ausgangspunkt für alle Fragestellungen der vorliegenden Untersuchung war die hohe Lärmbelastung in Kindergärten. Mündliche Kommunikation im Kindergartenalltag umfasst mehr Kompetenzen, als nur sprachliche Signale gut wahrnehmen zu können. Die basalen Sprech- und Hörfähigkeiten sind aber eine entscheidende Voraussetzung für alle weiteren kommunikativen Kompetenzen, die den Kindergartenalltag prägen.

Das Verstehen von Sprache (als Voraussetzung für Kommunikations- und Lernprozesse) unter akustisch ungünstigen Bedingungen benötigt die Fähigkeit zur Trennung von Störschall und Nutzschall, zum Ausblenden von Hintergrundgeräuschen und zur Ergänzung maskierungsbedingt fehlender Informationen. Die damit verbundenen hohen Anforderungen an die auditiven und sprachlichen, sowie an Aufmerksamkeits- und Gedächtnisfähigkeiten sind für Kinder - verglichen mit der Leistungsfähigkeit Erwachsener - nicht voraussetzbar. Die Störanfälligkeit gegenüber Lärm ist bei Kindern wesentlich höher, weshalb sie mehr als Erwachsene auf günstige akustische Bedingungen angewiesen sind.

Die lärmbedingt erschwerte und durch erhöhte Anstrengung beim Sprechen und Verstehen geprägte Kommunikation ist aber nicht nur ein individuelles Problem. Erkenntnisse der Lärmforschung in betrieblichen Situationen zusammenfassend formuliert GUSKI (1987, S. 76/77):

„Wenn ein Sprecher sein Kommunikationsverhalten der lauten Umgebung anpaßt [sic], hebt er nicht nur automatisch die Stimme, er sucht weiterhin Blickkontakt, rückt dichter an den Hörer heran und verkürzt seine Redeweise auf das Notwendigste. Diese Maßnahmen sind aber nicht beliebig steigerbar. Die erreichbare Sprechlautstärke ist begrenzt auf maximal 100 dB (in 1m Entfernung), das Heranrücken darf die Grenze des engeren persönlichen Raumes (etwa 30 cm vom Hörer) in der Regel nicht überschreiten, und die Verkürzung der Rede auf Kommandos wird allenfalls im Arbeitsplatzkontext sozial gestattet.“

Hier zeigt sich das über Sprachverstehen und Sprachproduktion hinausgehende Problem: Kommunikation im Lärm wird auf das Allernotwendigste verkürzt, was zur Verringerung des sprachlichen Angebots führt. Verkürzungen im Deutschen führen oft zwangsläufig zum vermehrten Einsatz von Imperativen, deren häufige

Verwendung weder bindungs- noch sprachförderlich ist (BELLER ET AL. 2007, S. 11). Es ist fraglich, ob die für eine sprachförderliche Grundhaltung geforderte Sensitivität und Responsivität (BOSE/KURTENBACH 2013, S. 10) und darüber hinaus ein feinfühliges Interaktionsverhalten von Erzieherinnen im Lärm erreicht werden kann. Das allerdings wäre die Voraussetzung für stabile emotionale Beziehungen zwischen pädagogischen Fachkräften und den Kindern und hat Einfluss auf die soziale, emotionale, sprachliche, kognitive und moralische Entwicklung der Kinder (vgl. REMSPERGER 2011, S. 85).

Jedoch sind im Kindergartenalltag nicht nur die sprachliche Bildung und die stabile Bindung zwischen Erzieherin und Kind wichtige an Kommunikation gebundene Aufgaben. Alle Erziehungs-, Betreuungs-, Bildungs- und Präventionsaufgaben in Kindertagesstätten (vgl. LAEWEN 2013, S. 96 ff.) bedürfen der mündlichen Kommunikation. Unabhängig davon, ob es um die Ausbildung sozialer Kompetenzen, kognitiver Fähigkeiten, motorischer, ästhetisch-musikalischer oder mathematisch-naturwissenschaftlicher Kompetenzen geht: jede Entwicklungsförderung in diesen Bereichen ist ohne Kommunikation nicht denkbar. Gemeinsames Spielen mit den Kindern bzw. der Kinder untereinander braucht Interaktion, die möglichst ohne großen Produktions- und Verstehensaufwand möglich sein sollte. Auch unter inklusiven und interkulturellen Gesichtspunkten sind besonders gute akustische Bedingungen zu fordern, da Kinder mit Deutsch als Fremdsprache bzw. gerade die Kinder, die z.B. von Hör-, Sprach- oder Lernstörungen betroffen sind und daher eine besondere Förderung benötigen, im Lärm am stärksten beeinträchtigt werden.

Für die Lösung der Lärmproblematik in Kindertagesstätten bedarf es neben weiterer wissenschaftlicher Untersuchungen vor allem der Sensibilisierung und Motivierung der dort Tätigen, der Eltern und der privaten und öffentlichen Träger. Da sich die beschriebenen Lärmwirkungen weitgehend einer bewussten Kontrolle entziehen, ist es wichtig, dass die an kommunikativen Prozessen in Kindergärten beteiligten Personen adäquates Wissen um die Auswirkungen von Lärm auf Stimme und Hören, aber auch auf Sprachverständlichkeits- und Kommunikationsprozesse haben, um nötige Anpassungen im kommunikativen Verhalten zu gewährleisten und die Verbesserungen der raumakustischen Bedingungen nicht nur zu fordern, sondern auch durchzusetzen.

# 11 ANHANG

## LITERATURVERZEICHNIS

- Åhlander, Viveka; Rydell, Roland; Löfqvist, Anders (2011): Speaker's Comfort in Teaching Environments: Voice Problems in Swedish Teaching Staff. In: *Journal of Voice* 25 (4), S. 430–440.
- Allard, Emily R.; Williams, Dale F. (2008): Listeners' perceptions of speech and language disorders. In: *Journal of Communication Disorders* 41 (2), S. 108–123.
- Amir, Ofer; Levine-Yundof, Reut (2013): Listeners' Attitude Toward People With Dysphonia. In: *Journal of Voice* 27 (4), S. 524–533.
- Anders, Lutz Christian (2000): Hören und Bewerten des gestörten Stimmklangs. In: Geert Lotzmann (Hg.): *Selbstwahrnehmung und Fremdwahrnehmung bei Sprach-, Sprech-, Stimm- und Hörstörungen*. Würzburg: Edition Bentheim, S. 78–86.
- Anders, Lutz Christian (2003): Wo finden wir die akustischen Merkmale einer Stimmstörung im Schallspektrum? Erläuterungen zum Parameter „Spektrale Intensitätsdifferenz“. In: Lutz Christian Anders und Ursula Hirschfeld (Hg.): *Sprechsprachliche Kommunikation. Probleme, Konflikte, Störungen*. Frankfurt am Main, New York: Lang (12), S. 21–30.
- Anders, Lutz-Christian (2010): Erwachsenenstimmen als Leitbilder für die Kinderstimme- Segen oder Fluch? In: Michael Fuchs (Hg.): *Wechselwirkungen zwischen Erwachsenen- und Kinderstimmen*. Berlin: Logos-Verl, S. 17–28.
- Angelillo, M.; di Maio G.; Costa G.; Barillari U. (2009): Prevalence of occupational voice disorders in teachers. In: *J Prev Med Hyg* 20 50, S. 26–32.
- Angelillo, N.; Di Costanzo, B.; Angelillo, M.; Costa, G.; Barillari, M.R.; Barillari, U. (2008): Epidemiological study on vocal disorders in paediatric age. In: *J Prev Med Hyg* 20 49, S. 1–5.
- Babisch, Wolfgang (2004): Die NaRoMI-Studie. (Noise and Risk of Myocardial Infarction). Hg. v. Umweltbundesamt. Online verfügbar unter <http://www.apug.de/archiv/pdf/naromi.pdf>, zuletzt aktualisiert am 25.02.2004, zuletzt geprüft am 26.04.2012.
- Babisch, Wolfgang (2009): Kinder-Umwelt-Survey (KUS) 2003/06, Lärm. Daten und Materialiensammlung, Deskription und Zusammenhangsanalysen. Umweltbundesamt. Online verfügbar unter <http://www.dflid.de/Presse/PMitt/2009/090428a.pdf>, zuletzt aktualisiert am 2009, zuletzt geprüft am 01.06.12.
- Baddeley, Alan (2003): Working memory and language: an overview. In: *Journal of Communication Disorders* 36 (3), S. 189–208.
- Baddeley, Alan D. (2002): The Psychology of Memory. In: Alan D. Baddeley, Michael D. Kopelman und Barbara A. Wilson (Hg.): *The handbook of memory disorders*. 2nd. New York: J. Wiley, S. 3–15.

- Baddeley, Alan; Gathercole, Susan; Papagno, Costanza (1998): The Phonological Loop as a Language Learning Device. In: *Psychological Review* 105 (1), S. 158–173.
- Barker, Brittan A.; Newman, Rochelle S. (2004): Listen to your mother! The role of talker familiarity in infant streaming. In: *Cognition* 94, S. B45–B53.
- Barrreto-Munévar, Deisy P.; Cháux-Ramos, Oriana; Estrada-Rangel, Monica (2011): Factores ambientales y hábitos vocales en docentes y funcionarios de pre-escolar con alteraciones de voz. Environmental factors and vocal habits regarding pre-school teachers and functionaries suffering voice disorders. In: *Rev. salud pública* 13 (3), S. 410–420.
- Bassi, Iara; Assunção, Ada; Medeiros, Adriane de; Menezes, Leticia de; Teixeira, L.C; Côrtes Gama, A (2011): Quality of Life, Self-Perceived Dysphonia, and Diagnosed Dysphonia Through Clinical Tests in Teachers. In: *Journal of Voice* 25 (2), S. 192–201.
- Becker, Thomas (2012): Einführung in die Phonetik und Phonologie des Deutschen. Darmstadt: WBG.
- Behlau, Mara; Zambon, Fabiana; Guerrieri, Ana C.; Roy, Nelson (2012): Epidemiology of Voice Disorders in Teachers and Nonteachers in Brazil: Prevalence and Adverse Effects. In: *Journal of Voice* 26 (5), S. 665.e9–665.e18.
- Behrbohm, Hans; Nawka, Tadeus; Kaschke, Oliver (2009): *Kurzlehrbuch Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde*. Stuttgart: Thieme.
- Beller, Kuno; Merckens, Hans; Preissing, Christa; Beller, Simone (2007): Erzieherqualifizierung zur Erhöhung des sprachlichen Anregungsniveaus in Tageseinrichtungen für Kinder - eine Interventionsstudie. Online verfügbar unter <http://www.beller-und-beller.de/ESIA-Abschlussbericht-05-2007-2.pdf>, zuletzt geprüft am 14.06.14.
- Bergauer, Ute G.; Janknecht, Susanne (2011): *Praxis der Stimmtherapie*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Berger, Judith; Niemann, Desiree; Nolting, Hans Dieter; Schiffhorst, Guido; Genz, Hartmut O.; Kordt, Martin (2004): BGW-DAK Stressreport Erzieher. Hg. v. BGW. Online verfügbar unter [http://people.f3.htw-berlin.de/Professoren/Pruemper/instrumente/KFZA-BGW-DAK-StressMonitoring\\_Erzieherinnen.pdf](http://people.f3.htw-berlin.de/Professoren/Pruemper/instrumente/KFZA-BGW-DAK-StressMonitoring_Erzieherinnen.pdf), zuletzt aktualisiert am 05.03.2004, zuletzt geprüft am 21.06.2012.
- Berger, Roswitha; Etehad, Schahnaz (1998): Stimmtauglichkeitsuntersuchungen notwendig oder unwichtig? In: *Sprache Stimme Gehör* 22, S. 39–42.
- Berglund, Birgitta; Lindvall, Thomes; Schwela, Dietrich H (1995): *Guidelines for Community Noise*. Hg. v. World Health Organization. Online verfügbar unter [http://www.persona.uk.com/bexhill/Core\\_docs/CD-09/CD-09-41.pdf](http://www.persona.uk.com/bexhill/Core_docs/CD-09/CD-09-41.pdf), zuletzt geprüft am 29.10.12.
- Bermúdez Alvear, Rosa M.; de Martínez-Arquero Gines (2009): Teachers' voice disorders collateral effects. In: *Otorinolaryngologia* 8 (3), S. 129–135.
- Bermúdez Alvear, Rosa M.; de; Barón, Francisco J.; Martínez-Arquero, Antonio G (2011): School Teachers' Vocal Use, Risk Factors, and Voice Disorder Prevalence: Guidelines to Detect Teachers with Current Voice Problems. In: *Folia Phoniatri Logop* 63 (4), S. 209–215.



- Beushausen, Ulla (2007): Mehrdimensionale Therapie kindlicher Stimmstörungen. In: Hermann Schöler und Alfons Welling (Hg.): Sonderpädagogik der Sprache. Göttingen [u.a.]: Hogrefe, S. 837–856.
- Beushausen, Ulla; Haug, Claudia (2011): Stimmstörungen bei Kindern. Mit Tabellen. München [u.a.]: Reinhardt.
- Biesalski, Peter; Friedrich, Frank (Hg.) (1994): Phoniatrie, Pädaudiologie. In 2 Bänden. Stuttgart: Thieme.
- Bistrup, Marie Louise (2001): Health effects of noise on children and perception of the risk of noise. Hg. v. Denmark National Institute of Public Health. Copenhagen. Online verfügbar unter <http://niph.dk/upload/health-effects-noise-children.pdf>, zuletzt aktualisiert am 27.05.2003, zuletzt geprüft am 26.02.2014.
- Bistrup, Marie L.; Haines, Mary; Hygge, Staffan; MacKenzie, David J.; Neyen Susanne; Petersen, Claus (2002): Children and noise. prevention of adverse effects. Hg. v. Denmark National Institute of Public Health. Copenhagen. Online verfügbar unter <http://www.si-folkesundhed.dk/upload/noiseprevention.pdf>, zuletzt aktualisiert am 04.02.2003, zuletzt geprüft am 22.06.2012.
- Blandy, Susan; Lutman, Mark (2005): Hearing threshold levels and speech recognition in noise in 7-year-olds. In: *International Journal of Audiology* (44), S. 435–443.
- BMBF (2007): Vertiefender Vergleich der Schulsysteme ausgewählter PISA-Teilnehmerstaaten. Online verfügbar unter [www.bmbf.de/pub/pisa-vergleichsstudie.pdf](http://www.bmbf.de/pub/pisa-vergleichsstudie.pdf), zuletzt aktualisiert am 18.06.2007, zuletzt geprüft am 03.04.2013.
- Bodt, Marc S. de; Ketelslagers, K.; Peeters, T.; Wuyts, F.L.; Mertens, F.; Pattyn, J. et al. (2007): Evolution of Vocal Fold Nodules from Childhood to Adolescence. In: *Journal of Voice* 21 (2), S. 151–156.
- Boersma, Paul; Weenik, David (2010): Praat: doing phonetics by computer. Online verfügbar unter <http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>, zuletzt geprüft am 02.10.14.
- Boets, Bart; Ghesquière, Pol; van Wieringen, Astrid; Wouters, Jan (2007): Speech perception in preschoolers at family risk for dyslexia: Relations with low-level auditory processing and phonological ability. In: *Brain and Language* 101 (1), S. 19–30.
- Böhme, Gerhard (2003): Sprach-, Sprech-, Stimm- und Schluckstörungen. Band 1: Klinik. München: Urban & Fischer.
- Böhme, Gerhard; Welzl-Müller, Kunigunde (2005): Audiometrie. Hörprüfungen im Erwachsenen- und Kindesalter ; Lehrbuch. Bern: Huber.
- Bonino, Angela Y.; Leibold, Lori J.; Buss, Emily (2013): Release From Perceptual Masking for Children and Adults: Benefit of a Carrier Phrase. In: *Ear and Hearing* 34 (1), S. 3–14.
- Bormann, Volker; Fuder, Günther; Heinecke-Schmitt, Regina (2003): Hörminderung und Sprachverständlichkeit bei Schülern in unterrichtstypischen Situationen. In: August Schick, Maria Klatte, Markus Meis und Christian Nocke (Hg.): Hören in Schulen. Ergebnisse des Neunten Oldenburger Symposiums zur Psychologischen Akustik. Oldenburg: Bis, S. 149–189.

- Bormann, Volker; Sust, Charlotte A.; Heinecke-Schmitt, Regina; Fuder, Günther; Lazarus, Hans (2005): Schwerhörigkeit und Sprachkommunikation am Arbeitsplatz. Abschlussbericht für das Projekt „Einfluss von Gehörschäden auf die ergonomische und akustische Qualität von Arbeitsplätzen - eine Bestandsaufnahme“ - Projekt F 1697]. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
- Bose, Ines; Kurtenbach, Stephanie (2013): Analysen zu Gesprächen zwischen Erzieherinnen und Kindern. In: Stephanie Kurtenbach und Ines Bose (Hg.): Gespräche zwischen Erzieherinnen und Kindern. Beobachtung, Analyse, Förderung. Frankfurt am Main: Lang-Ed (47), S. 7–22.
- Bovo, Roberto; Galceran, Marta; Petruccelli, Joseph; Hatzopoulos, Stavros (2007): Vocal Problems Among Teachers: Evaluation of a Preventive Voice Program. In: *Journal of Voice* 21 (6), S. 705–722.
- Bradley, John; Sato, Hiroshi (2004): Speech intelligibility test results for Grades 1, 3 and 6 children in real classrooms. International Congress on Acoustics. Kyoto, Japan 4.-9. April 2004, S. 1-4.
- Bradlow, Ann R.; Kraus, Nina; Hayes, Erin (2003): Speaking Clearly for Children With Learning Disabilities: Sentence Perception in Noise. In: *Journal of Speech, Language and Hearing Research* 46, S. 80–97.
- Brockmann-Bauser, Meike; Bohlender, Jörg E. (2014): Praktische Stimmdiagnostik. Theoretischer und praktischer Leitfaden. Stuttgart: Thieme.
- Brokmann, Holger (2013): Schulakustik und Inklusion. In: *Lärmbekämpfung* (5), S. 216–219.
- Bronzaft, Arline L.; McCarthy, Dennis P. (1975): The Effect of Elevated train Noise on Reading Ability. In: *Environment and Behavior* 7 (4), S. 517–527.
- Brusis, Tilman (2006): Berufliche Lärmschwerhörigkeit. Diagnose, Differenzialdiagnose und Begutachtung. In: *Trauma Berufskrankheit* (8), S. 65–72.
- Buch, Markus; Frieling, Ekkehart (2002): Ableitung und Evaluation von Arbeitsgestaltungsmaßnahmen bei ErzieherInnen in Kindertagesstätten. In: Bernhard Badura, Dieter Ahrens, M. Litsch und C. Vetter (Hg.): Gesundheitsmanagement im öffentlichen Sektor. Berlin: Springer, S. 103–118.
- Bünting, Karl Dieter (1993): Einführung in die Linguistik. Frankfurt am Main: Verlag Anton Hain.
- BUPL - forbundet for pædagoger og klubfolk (Hrsg) (1998): Støj og indeklima Støj og indeklima. Online verfügbar unter [http://www.bupl.dk/iwfile/AGMD-7VQKF2/\\$file/\\_3adq9mqh0dtji0qbechimmr39dlgiqsj1e1o6usjk\\_%5B1%5D.pdf](http://www.bupl.dk/iwfile/AGMD-7VQKF2/$file/_3adq9mqh0dtji0qbechimmr39dlgiqsj1e1o6usjk_%5B1%5D.pdf), zuletzt aktualisiert am 10.10.2002, zuletzt geprüft am 22.06.2012.
- Canning, David; James, Adrian (2012): The Essex Study - Optimised classroom acoustics for all. Hg. v. The Association of Noise Consultants. Online verfügbar unter [http://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CDEQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.association-of-noise-consultants.co.uk%2FViewFile%2FId%2Fcba61ffb265780069365a6d7d086e17f06315d0c&ei=jJV\\_UfegIYjZsgbH7ICACA&usq=AFQjCNHfn0d3y8pC8qQFz-o7bxAMDccdA&bvm=bv.45921128,d.Yms](http://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CDEQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.association-of-noise-consultants.co.uk%2FViewFile%2FId%2Fcba61ffb265780069365a6d7d086e17f06315d0c&ei=jJV_UfegIYjZsgbH7ICACA&usq=AFQjCNHfn0d3y8pC8qQFz-o7bxAMDccdA&bvm=bv.45921128,d.Yms), zuletzt aktualisiert am 26.06.2012, zuletzt geprüft am 30.04.2013.
- Carding, Paul N.; Roulstone, Sue; Northstone, Kate (2006): The Prevalence of Childhood Dysphonia: A Cross-Sectional Study. In: *Journal of Voice* 20 (4), S. 623–630.

- Cassiraga, Veronical; Castellano, Andrea V.; Abasolo, Jose; Abin, Ester N.; Izbizky, Gustavo H. (2012): Pregnancy and Voice: Changes During the Third Trimester. In: *Journal of Voice* 26 (5), S. 584–586.
- Chan, Roger (1994): Does the Voice Improve with Vocal Hygiene Education? A Study of Some Instrumental Voice Measures in a Group of Kindergarten Teachers. In: *Journal of Voice* 8 (3), S. 279–286.
- Charn, Tze Choong; Hwei Mok, Paul Kan (2012): Voice Problems Amongst Primary School Teachers in Singapore. In: *Journal of Voice* 26 (4), S. e141–e147.
- Chen, Yang; Kimelman, Mikael D.Z; Micco, Katie (2009): Investigation of habitual pitch during free play activities for preschool-aged children. In: *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* 73 (1), S. 73–80.
- Clark, Charlotte; Martin, Rocío; van Kempen, Elise; Alfred, Tamuno; Head, Jenny; Davies, Hugh et al. (2005): Exposure-Effect Relations between Aircraft and Road Traffic Noise Exposure at School and Reading Comprehension: The RANCH Project. In: *American Journal of Epidemiology* 163 (1), S. 27–37.
- Cohan, Sheldon; Glass, David; Singer, Jerome (1973): Apartment Noise, Auditory Discrimination, and Reading Ability in Children. In: *Journal of Experimental Social Psychology* 9, S. 407–422.
- Cohen, Sheldon; Evans, Gary W.; Krantz, David; Stokols, Daniel (1980): Physiological, motivational, and cognitive effects of aircraft noise on children. In: *American Psychologist* 35 (3), S. 231–243.
- Crandell, Carl; Smaldino, Joseph (2000): Classroom Acoustics for Children With Normal Hearing and With Hearing Impairment. In: *Language Speech and Hearing Services in Schools* 31, S. 362–370.
- Crystal, David (1995): *Die Cambridge Enzyklopädie der Sprache*. Frankfurt am Main: Campus.
- Cunninghama, Jenna; Nicol, Trent; Zecker, Steven G.; Bradlow, Ann; Kraus, Nina (2001): Neurobiologic responses to speech in noise in children with learning problems: deficits and strategies for improvement. In: *Clinical Neurophysiology* 112, S. 758–767.
- Cutiotta, Robert A.; Klich, Richard J.; Royse, David; Rainbolt, Harry (1994): The Incidence of Noise-Induced Hearing Loss among Music Teachers. In: *Journal of Research in Music Education* 42 (4), S. 318.
- Da Costa, Victor; Prada, Elizabeth; Roberts, Andrew; Cohen, Seth (2012): Voice Disorders in Primary School Teachers and Barriers to Care. In: *Journal of Voice* 26 (1), S. 69–76.
- Da Rocha, Luise Marques; Mattos Souza, Luciano Dias de (2013): Voice Handicap Index Associated With Common Mental Disorders in Elementary School Teachers. In: *Journal of Voice* 27 (5), S. 595–602.
- Dehqan, Ali; Scherer, Ronald C. (2013): Acoustic Analysis of Voice: Iranian Teachers. In: *Journal of Voice* 27 (5), S. 655.e17 - 655.e21.
- Dejonckere, Philippe H.; Bradley, Patrick; Clemente, Pais; Cornut, Guy; Crevier-Buchmann, Lise; Friedrich, Gerhard et al. (2001): A basic protocol for functional assessment of voice pathology, especially for investigating the efficacy of (phonosurgical) treatments and evaluating new assessment techniques. In: *Eur Arch Otorhinolaryngol* (258), S. 77–82.
- Deliyski, Dimitar D.; Shaw, Heather S.; Evans, Meagen K. (2005): Adverse Effects of Environmental Noise on Acoustic Voice Quality Measurements. In: *Journal of Voice* 19 (1), S. 15–28

- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (2009): UVV Kindertageseinrichtungen GUV-V S2. Online verfügbar unter [http://www.sichere-kita.de/\\_docs/pdf/guv-v\\_s2.pdf](http://www.sichere-kita.de/_docs/pdf/guv-v_s2.pdf), zuletzt aktualisiert am 05.03.2009, zuletzt geprüft am 04.03.2014.
- Deutsches Jugendinstitut (2009): Kindertagesbetreuung im europäischen Vergleich. Unter Mitarbeit von Karin Wolf und Marina Grgic. Online verfügbar unter [www.dji.de/bibs/Kinderbetreuung\\_im\\_europaeischen\\_Vergleich.pdf](http://www.dji.de/bibs/Kinderbetreuung_im_europaeischen_Vergleich.pdf), zuletzt aktualisiert am 22.10.2009, zuletzt geprüft am 03.04.2013.
- Dieroff, Hans-Georg (1994): *Lärmschwerhörigkeit*. Jena: Gustav Fischer Verlag.
- Dieroff, Hans-Georg; Siegert, Constantin (1964): Zum Problem der Stimmstörungen bei Kindergärtnerinnen. In: *Monatsschrift für Ohrenheilkunde und Laryngo- Rhinologie* 98 (6), S. 272–280.
- Dieroff, Hans-Georg; Siegert, Constantin (1966): Tonhöhenverschiebung unter Lärmbelastung. In: *Folia Phoniatri Logop* 18, S. 247–255.
- Dockrell, Julie; Shield, Bridget (2006): Acoustical barriers in classrooms: the impact of noise on performance in the classroom. In: *British Educational Research Journal* 32 (3), S. 509–525.
- Dockrell, Julie E.; Shield, Bridget (2012): The Impact of Sound-Field Systems on Learning and Attention in Elementary School Classrooms. In: *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 55 (4), S. 1163–1176.
- Donnerstein, Edward; Wilson, David W. (1974): Effects of Noise and Perceived Control on Ongoing and Subsequent Aggressive Behavior. In: *Journal of Personality and Social Psychology* 34 (5), S. 774–781.
- Duff, Melissa C.; Proctor, Adele; Yairi, Ehud (2004): Prevalence of Voice Disorders in African American and European American Preschoolers. In: *Journal of Voice* 18 (3), S. 348–353.
- Duffy, Orla M.; Hazlett, Diane E. (2004): The impact of preventive voice care programs for training teachers: A longitudinal study. In: *Journal of Voice* 18 (1), S. 63–70.
- Eadie, Tanya L.; Kapsner, Mara; Rosenzweig, Juli; Waugh, Patricia; Hillel, Allen; Merati, Albert (2010): The Role of Experience on Judgments of Dysphonia. In: *Journal of Voice* 24 (5), S. 564–573.
- Edwards, Jan; Fox, Robert A.; Rogers, Catherine L. (2002): Final Consonant Discrimination in Children: Effects of Phonological Disorder, Vocabulary Size, and Articulatory Accuracy. In: *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 45, S. 231–242.
- Egger, Josef; Freidl, Wolfgang; Friedrich, Gerhard (1992): *Psychologie funktioneller Stimmstörungen*. Wien: Orac.
- Eisenberg, Laurie S.; Shannon, Robert V.; Schaefer Martinez, Amy; Wygonski, John; Boothroyd, Arthur (2000): Speech recognition with reduced spectral cues as a function of age. In: *J. Acoust. Soc. Am.* 107 (5), S. 2704–2710.
- Elliott, Emely M. (2002): The irrelevant-speech effect and children: theoretical implications of developmental change. In: *Memory & Cognition* 30 (3), S. 478–487.

- Eßmann, Herbert (2003): Aus einer Untersuchung zur Klassenraumakustik. In: August Schick, Maria Klatte, Markus Meis und Christian Nocke (Hg.): Hören in Schulen. Ergebnisse des Neunten Oldenburger Symposiums zur Psychologischen Akustik. Oldenburg: Bis, S. 217–231.
- Evans, Gary W.; Maxwell, Lorraine E. (1997): Chronic Noise Exposure and Reading Deficits: The Mediating Effects of Language Acquisition. In: *Environment and Behavior* 29 (5), S. 638–656.
- Evans, Gary W.; Bullinger, Monika; Hygge, Staffan (1998): Chronic Noise Exposure and Physiological Response: A Prospective Study of Children Living Under Environmental Stress. In: *Psychological Science* 9 (1), S. 75–77.
- Eysel-Gosepath, Katrin; Pape, H.G; Erren, Thomas; Thinschmidt, Marleen; Lehmacher, Walter; Piekarski, Claus (2010): Lärm in Kindertagesstätten. In: *HNO* (58), S. 1013–1020.
- Feldmann, Harald; Brusis, Tilman (2012): Das Gutachten des Hals-Nasen-Ohren-Arztes. Stuttgart: Thieme.
- Fiehler, Reinhard; Barden, Birgit; Elstermann, Mechthild; Kraft Barbara (2004): Eigenschaften gesprochener Sprache. Tübingen: Narr.
- Finitzo-Hieber, Therese (1978): Room Acoustics Effects on Monosyllabic Word Discrimination Ability for Normal and Hearing- Impaired Children. In: *Journal of Speech and Hearing Research* 21, S. 440–458.
- Fischer, Ruth (2009): Linguistik für Sprachtherapeuten. Köln: ProLog.
- Fiukowski, Heinz (2010): Sprecherzieherisches Elementarbuch. Berlin ; New York: De Gruyter.
- Flohr, H.; Müller, Horst M. (2009): Grundbegriffe der Phonetik. In: Horst M. Müller (Hg.): *Arbeitsbuch Linguistik. Eine Einführung in die Sprachwissenschaft*. Paderborn: Schöningh, S. 47–75.
- Fox, Annette V. (2007): Kindliche Aussprachestörungen. Phonologischer Erwerb, Differenzialdiagnostik, Therapie. Idstein: Schulz-Kirchner.
- Freistaat Sachsen - Staatsministerium für Soziales (2009): Erzieherinnengesundheit - Handbuch für Kita-Träger und Kita-Leitungen. Hg. v. Sächsisches Staatsministerium für Soziales und Verbraucherschutz. Online verfügbar unter [www.publikationen.sachsen.de](http://www.publikationen.sachsen.de)., zuletzt geprüft am 05.03.12.
- Friedrich, Gerhard; Bigenzahn, Wolfgang (1995): Phoniatrie. Einführung in die medizinischen, psychologischen und linguistischen Grundlagen von Stimme und Sprache. Bern ; Seattle: Huber.
- Friedrich, Gerhard; Dejonckere, Philippe H. (2005): Das Stimm diagnostik-Protokoll der European Laryngological Society (ELS) - erste Erfahrungen im Rahmen einer Multizenterstudie. In: *Laryngorhinootologie* 84 (10), S. 744–752.
- Fritzell, Björn (1996): Voice disorders and occupations. In: *Logoped Phoniatr Vocol* 21, S. 7–12.
- Fuchs, Michael (2010): Das Kind ist kein verkleinerter Erwachsener! Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen kindlichen, jugendlichen und erwachsenen Stimmen. In: Michael Fuchs (Hg.): *Wechselwirkungen zwischen Erwachsenen- und Kinderstimmen*. Berlin: Logos-Verl, S. 9–16.
- Gebser, Klaus (1996): Belastungserleben von Erzieherinnen. In: Renate Möller (Hg.): *Kindheit, Familie und Jugend. Ergebnisse empirischer pädagogischer Forschung*. Münster ; New York: Waxmann, S. 55–66.

- Geffner, Donna; Lucker, Jay; Koch, William (1996): Evaluation of auditory discrimination in children with ADD and without ADD. In: *Child Psychiatry and Human Development* 26 (3), S. 169–179.
- Genuit, Klaus; Fiebig, Andre (2007): Die Psychoakustik im Bereich der Lärmwirkungsforschung. In: *Praktische Arbeitsmedizin* 9, S. 14–18.
- GEW (2007): Wie gehts im Job? KiTa-Studie der GEW. Online verfügbar unter <http://www.gew.de/Binaries/Binary35437/GEW-Kitastudie.pdf>, zuletzt aktualisiert am 01.10.2007, zuletzt geprüft am 21.06.2012.
- Giddens, Cheryl L.; Barron, Kirk W.; Byrd-Craven, Jennifer; Clark, Keith F.; Winter, A. Scott (2013): Vocal Indices of Stress: A Review. In: *Journal of Voice* 27 (3), S. 390.e21–390.e29.
- Gillivan-Murphy, Patricia; Drinnan, Michael J.; O'Dwyer, Tadhg P.; Ridha, Hayder; Carding, Paul (2006): The Effectiveness of a Voice Treatment Approach for Teachers With Self-Reported Voice Problems. In: *Journal of Voice* 20 (3), S. 423–431.
- Gobsch, Herbert; Grosch, Jürgen; Lipsius, Peter (1997): Langzeitstudie an lärmexponierten Probanden mit otoakustischen Emissionen und konventionellen audiologischen Testverfahren. In: Romano Grieshaber, Martina Stadeler und Hans-Christoph Scholle (Hg.): *Prävention von arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren und Erkrankungen*. Jena: Bussert & Stadeler, S. S. 175 – 187.
- Goldstein, Bruce (2008): *Wahrnehmungspsychologie. Der Grundkurs*. Heidelberg: Springer Verlag.
- Gonnermann, Ute; Nawka, Tadeus (2004): Ergebnisse der Messungen des Dysphonie Schweregrad Index (DSI), Voice Handicap Index (VHI) und Heiserkeitsgrades von funktionellen Dysphonien vor und nach der Therapie. In: Volkmar Clausnitzer und Erhard Miethe (Hg.): *Stimme-Sprechen-Sprache, Therapie, Literatur und Kunst*. Idstein: Schulz-Kirchner.
- Gräbel, Elmar; Hoppe, Ulrich; Rosanowski, Frank (2008): Graduierung des Voice-Handicap-Index. In: *HNO* 56 (12), S. 1221–1228.
- Grebennikov, Leonid; Wiggins, Mark (2006): Psychological Effects of Classroom Noise on Early Childhood Teachers. In: *The Australian Educational Researcher* 33 (3), S. 35–53.
- Greifenhahn, Leila (1984): *Zur Wirkung von Stimmen bei Unterstufenlehrern*. Diss: Hochschulschrift Halle.
- Greifenhahn, Leila (1987): *Zur Wirkung gesunder und gestörter Stimmen von Unterstufenlehrern auf ihre Schüler während des Unterrichts*. In: Eva-Maria Krech, Jutta Suttner und Eberhard Stock (Hg.): *Ergebnisse der Sprechwirkungsforschung*. Halle (Saale): Wissenschaftliche Beiträge 1987/19 (F 67), S. 202–212.
- Griefhahn, Barbara; Guski, Rainer; Schick, August; Hellbrück, Jürgen (2007): *Forschungsverbund ‚Leiser Verkehr‘ Bereich 2000 ‚Lärmwirkungen‘ Schlussbericht. Zusammenfassung der Einzelaufgaben (EA 2011)*. Online verfügbar unter [http://www.fv-leiserverkehr.de/pdf-dokumenten/LV2000\\_Abschlussbericht.pdf](http://www.fv-leiserverkehr.de/pdf-dokumenten/LV2000_Abschlussbericht.pdf), zuletzt aktualisiert am 2007, zuletzt geprüft am 07.03.12.
- Gries, Jürgen; Lindenau, Mathias; Maaz, Kai; Waleschkowski, Uta (2005): *Bildungssysteme in Europa*. Hg. v. Informatik und Soziale Arbeit Institut für Sozialforschung. Online verfügbar unter [http://www.bertelsmann-stiftung.de/bst/de/media/Bericht\\_Bildungssysteme\\_ISIS\\_Berlin\\_2005.pdf](http://www.bertelsmann-stiftung.de/bst/de/media/Bericht_Bildungssysteme_ISIS_Berlin_2005.pdf), zuletzt aktualisiert am 22.02.2005, zuletzt geprüft am 24.04.2014.

- Grimm, Hannelore (2012): Störungen der Sprachentwicklung. Göttingen: Hogrefe.
- Guski, Rainer (1987): Lärm. Wirkungen unerwünschter Geräusche. Bern: H. Huber.
- Guski, Rainer (1996): Wahrnehmen. Ein Lehrbuch. Stuttgart: Kohlhammer.
- Guski, Rainer (2000): Wahrnehmung. Eine Einführung in die Psychologie der menschlichen Informationsaufnahme. Stuttgart: Kohlhammer.
- Guski, Rainer (2002): Status, Tendenzen und Desiderate der Lärmwirkungsforschung zu Beginn des 21. Jahrhunderts. In: Zeitschrift für Lärmbekämpfung 49 (6), S. 219–232.
- Guski, Rainer; Ising, Hartmut; Jansen, Gerd; Költzsch, Peter; Scheuch, Klaus; Schick, August et al. (2004): Fluglärm 2004. Stellungnahme des Interdisziplinären Arbeitskreises für Lärmwirkungsfragen beim Umweltbundesamt. Berlin. Online verfügbar unter <http://www.umweltbundesamt.de/laermprobleme/publikationen/fluglaermwirk.pdf>, zuletzt geprüft am 09.03.12.
- Gutenberg, Norbert (2005): Wenn dem Lehrer die Stimme wegbleibt... In: campus 4, S. 36.
- Haines, Mary M.; Stansfeld, S.A.; Job, R.F.S.; Berglund, Birgitta; Head, Jenny (2001): Chronic aircraft noise exposure, stress responses, mental health and cognitive performance in school children. In: Psychological Medicine 31, S. 265–277.
- Hakkesteegt, Marieke M.; Wieringa, Marjan H.; Brocaar, Michael P.; Mulder, Paul G.H.; Feenstra, Louw (2008): The Interobserver and Test-Retest Variability of the Dysphonia Severity Index. In: Folia Phoniatri Logop 60 (2), S. 86–90.
- Hakkesteegt, Marieke M.; Brocaar, Michael P.; Wieringa, Marjan H. (2010): The Applicability of the Dysphonia Severity Index and the Voice Handicap Index in Evaluating Effects of Voice Therapy and Phonosurgery. In: Journal of Voice 24 (2), S. 199–205.
- Hambrick-Dixon, Priscilla J. (1986): Effects of experimentally imposed noise on task performance of Black children attending day care centers near elevated subway trains. In: Developmental Psychology 22 (2), S. 259–264.
- Hammann, Claudia (2004): Die Lehrerstimme im Ausbildungsnotstand: Problemevaluation und Lösungsdiskussion. In: Susanne Zimmermann, Claudia Iven und Maihack Volker (Hg.): Hauptsache Stimme. Köln: ProLog, Therapie- und Lernmittel, S. 161–195.
- Hännikäinen, Maritta (o.J.): Bildung, Erziehung und Betreuung von jungen Kindern in Finnland  
Kindergartenpädagogik - Online-Handbuch -. Hg. v. Martin R. Textor. Online verfügbar unter <http://www.kindergartenpaedagogik.de/1998.html>, zuletzt geprüft am 29.08.14.
- Hasselhorn, Marcus; Grube, D. (2003): Das Arbeitsgedächtnis: Funktionsweise, Entwicklung und bedeutung für kognitive Leistungsstörungen. In: Sprache Stimme Gehör 27, S. 31–37.
- Havranek, M.; Bartuskova, L.; Zubikova, L.; Klominek, M. (1979): Untersuchungen zum Einfluß des Außenlärms auf den Nachmittagsschlaf von Kindern in Kindergärten. In: Zeitschrift für die gesamte Hygiene und ihre Grenzgebiete 25 (2), S. 166–167.

- Hazan, Valerie; Barrett Sarah (2000): The development of phonemic categorization in children aged 6-12. In: *Journal of Phonetics* 28 (4), S. 377–396.
- Hazlett, Diane E.; Duffy, Orla M.; Moorhead, S.A (2011): Review of the Impact of Voice Training on the Vocal Quality of Professional Voice Users: Implications for Vocal Health and Recommendations for Further Research. In: *Journal of Voice* 25 (2), S. 181–191.
- Heft, Harry (1979): Background and Focal Environmental Conditions of the Home and Attention in Young Children. In: *Journal of Applied Social Psychology* 9 (1), S. 47–69.
- Heidelbach, J.G (1994): Stimmprobleme bei stimmintensiven Berufen. In: Grohnfeldt (Hg.) – *Handbuch der Sprachtherapie*, S. 294–304.
- Helidoni, Meropi; Murry, Thomas; Chlouverakis, Gregory; Okalidou, Areti; Velegrakis, George (2012): Voice Risk Factors in Kindergarten Teachers in Greece. In: *Folia Phoniatica et Logopaedica* 64 (5), S. 211–216.
- Hellbrück, Jürgen; Fischer, Manfred (1999): *Umweltpsychologie. Ein Lehrbuch*. Göttingen: Hogrefe.
- Hellbrück, Jürgen; Ellermeier, Wolfgang (2004): *Hören*. Göttingen: Hogrefe.
- Henderson, Elisabeth; Testa, Marcia A.; Hartnick, Christopher (2011): Prevalence of Noise-Induced Hearing-Threshold Shifts and Hearing Loss Among US Youths. In: *PEDIATRICS* 127 (1), S. e39–e46.
- Hesse, Gerhard (2008): *Tinnitus. Diagnostik und Therapie von Ohrgeräuschen*. 1. Aufl. Stuttgart: Thieme.
- Hesse, Gerhard; Schaaf, Helmut (2012): *Manual der Hörtherapie*. Stuttgart: Thieme.
- Holube, Inga (1993): *Experimente und Modellvorstellungen zur Psychoakustik und zum Sprachverstehen bei Normal- und Schwerhörigen*. Diss. Online verfügbar unter [http://www.hoertechnik-audiologie.de/refbase\\_web/files/diss\\_holube\\_1993.pdf](http://www.hoertechnik-audiologie.de/refbase_web/files/diss_holube_1993.pdf), zuletzt aktualisiert am 27.01.2009, zuletzt geprüft am 19.06.2012.
- Holube, Inga; Kollmeier, Birger (1991): Ein Fragebogen zur Erfassung des subjektiven Hörvermögens: Erstellung der Fragen und Beziehung zum Tonschwellenaudiogramm. In: *Audiologische Akustik* 30 (2), S. 48–64.
- Holube, Inga; Kollmeier, Birger (1994): Oldenburger Inventar. In: *Audiologische Akustik* 33 (4), S. 22–35.
- Hoppe, Ulrich; Kummer, P.; Schuster, M.; Rosanowski, Frank; Eysholdt, Ulrich (2002): Die Anwendung des Dysphonia Severity Index (DSI) in der klinischen Routine. In: Manfred Gross und Eberhard Kruse (Hg.): *Aktuelle phoniatisch-pädaudiologische Aspekte 2002/2003*. Band 10. Heidelberg: Median, S. 127–130.
- Huber, Ludowika; Kahlert, Joachim; Klatte, Maria (Hg.) (2002): *Die akustisch gestaltete Schule. Auf der Suche nach dem guten Ton*. Göttingen: Vandenhoeck und Ruprecht.
- Hunter, Eric J. (2009): A comparison of a child's fundamental frequencies in structured elicited vocalizations versus unstructured natural vocalizations: A case study. In: *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* 73 (4), S. 561–571.
- Hygge, Staffan (2003): Classroom experiments on the effects of different noise sources and sound levels on long-term recall and recognition in children. In: *Appl. Cognit. Psychol* 17 (8), S. 895–914.



- Hygge, Staffan; Evans, Gary W.; Bullinger, Monika (2002): A prospective study of some effects of aircraft noise on cognitive performance in school children. In: *Psychological Science* 13 (5), S. 469–474.
- Ilomäki, Irma; Laukkanen, Anne-Maria; Leppänen, Kirsti; Vilkmann, Erkki (2008): Effects of voice training and voice hygiene education on acoustic and perceptual speech parameters and self-reported vocal well-being in female teachers. In: *Logoped Phoniatr Vocol* 33, S. 83–92.
- Ilomäki, Irma; Leppänen, Kirsti; Kleemola, Leenamajja; Tyrmi, Jaana; Laukkanen, Anne-Maria; Vilkmann, Erkki (2009): Relationships between self-evaluations of voice and working conditions, background factors, and phoniatric findings in female teachers. In: *Log Phon Vocol* 34 (1), S. 20–31.
- Imhof, Margarete; Välikoski, Tuula-Riitta; Laukkanen, Anne-Maria; Orlova, Kai (2014): Cognition and interpersonal communication: The effect of voice quality on information processing and person perception. In: *Studies in Communication Sciences* 14, S. 37–44.
- Interdisziplinärer Arbeitskreis für Lärmwirkungsfragen beim Umweltbundesamt (1985): Beeinträchtigung der Kommunikation durch Lärm. In: *Zeitschrift für Lärmbekämpfung* 32, S. 95–99.
- Interdisziplinärer Arbeitskreis für Lärmwirkungsfragen beim Umweltbundesamt (1990): Belästigung durch Lärm: Psychische und körperliche Reaktionen. In: *Zeitschrift für Lärmbekämpfung* (37), S. 1–6.
- Ising, H.; Maschke, C. (2000): Beeinträchtigung der Gesundheit durch Verkehrslärm. Online verfügbar unter <http://nachtfluglaerm.de/literatur/laerm.pdf>, zuletzt aktualisiert am 01.09.2000, zuletzt geprüft am 19.12.2012.
- Ising, Hartmut; Plath, Peter; Sust, Charlotte A.; Rebentisch, E. (1996a): AWE 97 Wirkungen von Lärm auf das Gehörorgan - Effekte, Mechanismen, Prävention -. Online verfügbar unter <http://www.baua.de/de/Publikationen/AWE/Band3/AWE97.html>, zuletzt geprüft am 16.03.2012.
- Ising, Hartmut; Sust, Charlotte A.; Rebentisch, E. (1996b): AWE 98 Lärmbeurteilung - Extra-aurale Wirkungen: Auswirkungen von Lärm auf Gesundheit, Leistung und Kommunikation. Online verfügbar unter <http://www.baua.de/de/Publikationen/AWE/Band3/AWE98.html>, zuletzt geprüft am 16.03.2012.
- Iwarsson, Jenny; Petersen, Niels R. (2012): Effects of Consensus Training on the Reliability of Auditory Perceptual Ratings of Voice Quality. In: *Journal of Voice* 26 (3), S. 304–312.
- Jacobson, Barbara H.; Johnson, Alex; Grywalski, Cynthia; Silbergleit, Alice; Jacobson, Gary; Benninger, Michael S.; Newman, Craig W. (1997): The Voice Handicap Index (VHI) Development and Validation. In: *American Journal of Speech-Language Pathology* 6 (3), S. 66-70.
- Jamieson, Donald; Kranjc, Garry; Yu, Karen; Hodgetts, William P. (2004): Speech Intelligibility of Young School-Aged Children in the Presence of Real-Life Classroom Noise. In: *J Am Acad Audiol* (15), S. 508–517.
- Jansen, Heiner (2004): Früherkennung und Frühförderung bei Risiken zur Ausbildung von Lese- Rechtschreib-Schwierigkeiten. In: Günther Thomé und Wolfgang Eichler (Hg.): *Lese-Rechtschreib-Schwierigkeiten (LRS) und Legasthenie*. Weinheim: Beltz, S. 108–127.

- Jansing, Paul-J (2006): Berufskrankheit Lärmschwerhörigkeit. In: *Praktische Arbeitsmedizin* (6), S. 6–11.
- Jessen, Marianne (2006): Einfluss von Stress auf Sprache und Stimme. Unter besonderer Berücksichtigung polizeidienstlicher Anforderungen. Idstein: Schulz-Kirchner.
- Jiang, Tao (1997): Risks of Noise-Induced Hearing Loss for Physical Education Teachers. In: *Journal of Occupational & Environmental Medicine* 39 (10), S. 925–926.
- Johnson, Carole E. (2000): Children's Phonem Identification in Reverberation and Noise. In: *Journal of Speech, Language and Hearing Research* 43, S. 144–157.
- Jong, F. de; Kooijman, P.; Thomas, G.; Huinck, W.J; Graamans, K.; Schutte, H.K (2006): Epidemiology of Voice Problems in Dutch Teachers. In: *Folia Phoniatr Logop* 58 (3), S. 186–198.
- Jónsdóttir, Valdis; Rantala, Leena; Laukkanen, Anne-Maria; Vilkmán, Erkki (2001): Effects of sound amplification on teachers' speech while teaching. In: *Logoped Phoniatr Vocol* 26, S. 118–123.
- Jónsdóttir, Valdis I.; Boyle, Bernadette E.; Martin, Peter J.; Sigurdardóttir, Gudrun (2002): A comparison of the occurrence and nature of vocal symptoms in two groups of Icelandic teachers. In: *Log Phon Vocol* 27, S. 98–105.
- Kankare, E.; Geneid, A.; Laukkanen, A.-M; Vilkmán, E. (2012): Subjective Evaluation of Voice and Working Conditions and Phoniatic Examination in Kindergarten Teachers. In: *Folia Phoniatr Logop* 64 (1), S. 12–19.
- Kannengieser, Simone (2009): *Sprachentwicklungsstörungen*. München: Urban & Fischer.
- Keilmann, Annerose (2007): *Kindliche Stimmstörungen*. In: Hermann Schöler und Alfons Welling (Hg.): *Sonderpädagogik der Sprache*. Göttingen: Hogrefe, S. 323–341.
- Khan, Attiya (2004): *Netzwerk für gesunde Beschäftigte in Kindertagesstätten. erster Kurzbericht*. Dresden: Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin.
- Kießling, Jürgen (2006): Fehlerquellen in der Audiometrie Grundlagen und Abhilfe. In: *Praktische Arbeitsmedizin* (6), S. 12–16.
- Kießling, Jürgen; Bachmann, Jörg; Margolf-Hackl, Sabine (1996): Computerunterstützte Erfassung der subjektiv empfundenen Hörstörung und des daraus resultierenden Handicaps mit Hilfe von Frageninventaren. In: *Audiologische Akustik* 35 (3), S. 110–123.
- KiFöG (2004): *Gesetz zur Förderung und Betreuung von Kindern in Tageseinrichtungen und Tagespflege des Landes Sachsen-Anhalt (Kinderförderungsgesetz – KiFöG) vom 5. März 2003 (GVBl. LSA 2003 S. 48)* online verfügbar unter [http://www.kitas-halle.de/export/sites/ebkita/downloads/kifoeg\\_04\\_11\\_12.pdf](http://www.kitas-halle.de/export/sites/ebkita/downloads/kifoeg_04_11_12.pdf), zuletzt geprüft am 10.10.13
- KiFöG (2013): *Gesetz zur Förderung und Betreuung von Kindern in Tageseinrichtungen und in Tagespflege des Landes Sachsen-Anhalt (Kinderförderungsgesetz - KiFöG) Vom 5. März 2003. Gesamtausgabe in der Gültigkeit vom 01.08.2013 bis 30.12.2014*. Online verfügbar unter <http://www.landesrecht.sachsen-anhalt.de/jportal/portal/t/2xca/page/bssahprod.psml/screen/JWPDFScreen/filename/jlr-KiFöGSTrahmen.pdf>, zuletzt geprüft am 10.10.2013.

- Kjellberg, A.; Ljung, R.; Hallman, D. (2008): Recall of words heard in noise. In: *Appl.Cognit. Psychol.* 22 (8), S. 1088–1098.
- Klatte, Maria; Kilcher, Horst; Hellbrück, Jürgen (1995): Wirkungen der zeitlichen Struktur von Hintergrundgeräuschen auf das Arbeitsgedächtnis und ihre theoretischen und praktischen Implikationen. In: *Zeitschrift für Experimentelle Psychologie* Bd XLII (4), S. 517–544.
- Klatte, Maria; Sukowski, Helga; Meis, Markus; Schneider-Stickler, Berit (2005): Kognitive Leistung und Sprachverständlichkeit bei Kindern. Online verfügbar unter [http://www.fv-leiserverkehr.de/pdf-dokumenten/EA2222\\_Schlussbericht.pdf](http://www.fv-leiserverkehr.de/pdf-dokumenten/EA2222_Schlussbericht.pdf), zuletzt aktualisiert am 30.01.2007, zuletzt geprüft am 16.03.2012.
- Klatte, Maria (2006): Auswirkungen der akustischen Bedingungen in Schulräumen auf Kinder. In: *Lärmbekämpfung* 2, S. 41–46.
- Klatte, Maria.; Schick, August (2007): Lärminderung in Schulen. Teil 1: Hören, Lärm und Lernen. In: *Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (Hg.): Umwelt und Geologie. Lärmschutz in Hessen. Heft 4.* Wiesbaden, S. 9–30.
- Klatte, M.; Meis, Markus; Sukowski, Helga; Schick, August (2007): Effects of irrelevant speech and traffic noise on speech perception and cognitive performance in elementary school children. In: *Noise and Health* 9 (36), S. 64–74.
- Klatte, Maria; Lachmann, Thomas; Meis, Markus (2010a): Effects of noise and reverberation on speech perception and listening comprehension of children and adults in a classroom-like setting. In: *Noise and Health* 12 (49), S. 270–282.
- Klatte, Maria; Lachmann, Thomas; Schlittmeier, S.; Hellbrück, Jürgen (2010b): The irrelevant sound effect in short-term memory: Is there developmental change? In: *European Journal of Cognitive Psychology* 22 (8), S. 1168–1191.
- Klatte, Maria; Hellbrück, Jürgen; Seidel, Jochen; Leistner, Philip (2010c): Effects of Classroom Acoustics on Performance and Well-Being in Elementary School Children: A Field Study. In: *Environment and Behavior* 42, S. 659–692.
- Klicpera, Christian; Schabmann, Alfred; Gasteiger-Klicpera, Barbara (2013): *Legasthenie - LRS.* München: Reinhardt.
- Klingholz, Fritz Siegert, Constantin; Haake, I.; Maerz, H. (1973): Der Einfluss der Vertäubung auf die Vokalspektren. In: *Folia Phoniatria et Logopaedica* 25, S. 424–433
- Klingholz, Fritz (1974): Stimme und Lärm. In: *Zeitschrift für die gesamte Hygiene und ihre Grenzgebiete* 20 (9), S. 571–574.
- Klingholz, Fritz; Siegert, Constantin; Haake, I.; Maerz, H. (1973): Der Einfluss der Vertäubung auf die Vokalspektren. In: *Folia Phoniatria et Logopaedica* 25, S. 424–433.

- Klinke, Rainer (2008): Hören lernen - die Bedeutung der ersten Jahre. In: *Sprache Stimme Gehör* 32, S. 6–11.
- Kob, Malte (2010): Unterricht unter schwierigen akustischen Bedingungen Einfluss der Raumakustik auf Stimme und Sprachwahrnehmung. In: Michael Fuchs (Hg.): *Wechselwirkungen zwischen Erwachsenen- und Kinderstimmen*. Berlin: Logos-Verl, S. 75–85.
- Kob, Malte; Behler, Gottfried; Kamprolf, Anja; Goldschmidt, Oliver; Neuschaefer-Rube, Christiane (2008): Experimental investigations of the influence of room acoustics on the teacher's voice. In: *Acoust. Sci. & Tech* 29 (1).
- Kohler, Klaus J. (1995): *Einführung in die Phonetik des Deutschen*. Berlin: Schmidt.
- Kollbrunner, Jürg (2006a): *Funktionelle Dysphonien bei Erwachsenen*. Idstein: Schulz-Kirchner.
- Kollbrunner, Jürg (2006b): *Funktionelle Dysphonien bei Kindern*. Idstein: Schulz-Kirchner.
- Kooijman, Piet; Thede, Tinka (2010): Therapie und Rehabilitation der Pädagogen- Stimme Hintergründe und Betrachtungsweisen. In: Michael Fuchs (Hg.): *Wechselwirkungen zwischen Erwachsenen- und Kinderstimmen*. Berlin: Logos-Verl, S. 61–74.
- Kooijman, Piet; Jong, F. de; Thomas, G.; Huinck, W.; Donders, R.; Graamans, K.; Schutte, H. (2006): Risk Factors for Voice Problems in Teachers. In: *Folia Phoniatr Logop* (58), S. 159–174.
- Korte, Charles; Grant, Rosalyn (1980): Traffic Noise, Environmental Awareness, and Pedestrian Behavior. In: *Environment and Behavior* 12 (3), S. 408–420.
- Kral, Andrej (2009): Frühe Hörerfahrung und sensible Entwicklungsphasen. In: *HNO* 57, S. 9–16.
- Krause-Girth, Cornelia (2011): Geschlechtsspezifische Prävention psychosozialer Probleme in städtischen Kindertagesstätten und ihre Auswirkungen auf die Arbeitsbelastung und Gesundheit des pädagogischen Personals 2008 – 2010. Unter Mitarbeit von U. Leonhardt, K. Einert und C. Kilian. Hg. v. Hans-Böckler-Stiftung. Online verfügbar unter [www.boeckler.de/pdf/fof/S-2008-170-4-1.pdf](http://www.boeckler.de/pdf/fof/S-2008-170-4-1.pdf), zuletzt geprüft am 04.10.12.
- Krech, Eva-Maria (Hg.) (2009): *Deutsches Aussprachewörterbuch*. Berlin: Walter de Gruyter.
- Kruppa, B.; Dieroff, Hans Georg; Ising, Hartmut (1995): Hearing loss in children starting school. Results of a representative hearing screening study. In: *HNO* 43 (1), S. 31–34.
- Kusma, Bianca; Mache, Stefanie; Quarcoo, David; Nienhaus, Albert; Groneberg, David A. (2011): Educators' working conditions in a day care centre on ownership of a non-profit organization. In: *Journal of Occupational Medicine and Toxicology* 6. Online verfügbar unter <http://www.occup-med.com/content/pdf/1745-6673-6-36.pdf>, zuletzt geprüft am 22.06.2012.
- Laewen, Hans-Joachim (2013): Funktionen der institutionellen Früherziehung: Bildung, Erziehung, Betreuung, Prävention. In: Lilian Fried; Susanna Roux (Hg): *Handbuch Pädagogik der frühen Kindheit*. Cornelsen: Schulverlag, S. 96 – 107.
- Lamm, Kerstin; Michaelis, C.; Deingruber, K.; Scheler, R.; Steinhoff, H.-J; Gröber, I. et al. (2004): Innenohrschäden durch Freizeitlärm und Breitbandrauschen. In: *HNO* 52 (4), S. 301–310.

- Landesunfallkasse Nordrhein-Westfalen Rheinischer Gemeindeunfallversicherungsverband  
Gemeindeunfallversicherungsverband (Hg.) (2007): Lärmprävention in Kindertageseinrichtungen. Online verfügbar unter [http://www.sichere-kita.de/\\_docs/pdf/laermpraevention.pdf](http://www.sichere-kita.de/_docs/pdf/laermpraevention.pdf), zuletzt geprüft am 06.03.2012.
- Landesverwaltungsamt, Landesjugendamt (2011a): Kindertageseinrichtungen in Sachsen-Anhalt. KITA-Verzeichnis. Online verfügbar unter <http://www.lvwa.sachsen-anhalt.de/familie-und-soziales/landesjugendamt/kinder-und-jugend/kindertageseinrichtungen/kita-verzeichnis-sachsen-anhalt/>, zuletzt geprüft am 05.10.2011.
- Landesverwaltungsamt, Landesjugendamt Referat 601 (2011b): Statistik Kindertageseinrichtungen in Sachsen-Anhalt 2011. Online verfügbar unter <http://www.lvwa.sachsen-anhalt.de/familie-und-soziales/landesjugendamt/kinder-und-jugend/kindertageseinrichtungen/kita-statistik-sachsen-anhalt/>, zuletzt aktualisiert am 25.10.2011, zuletzt geprüft am 10.03.2012.
- Lass Norman J.; Ruscello Dennis M.; Bradshaw, Karen H.; Blankenship, Brenda L. (1991a): Adolescents' Perception of Normal and Voice-Disordered Children. In: *J. Commun. Disorders* 24, S. 267–274.
- Lass Norman J.; Ruscello Dennis M.; Stout Laura L.; Hoffmann Faye M. (1991b): Peer Perceptions of Normal and Voice-Disordered Children. In: *Folia Phoniatr Logop* 43 (1), S. 29 – 35.
- Lauer, Norina (2006): Zentral-auditive Verarbeitungsstörungen im Kindesalter. Stuttgart: Thieme.
- Laukkanen, Anne-Marie; Ilomäki, Irma; Leppänen, Kirsti; Vilkman, Erkki (2008): Acoustic Measures and Self-reports of Vocal Fatigue by Female Teachers. In: *Journal of Voice* 22 (3), S. 283–289.
- Lazarus, Hans; Sust, Charlotte A.; Steckel, Rita; Kulka, Markus; Kurtz, Patrick (2007): Akustische Grundlagen sprachlicher Kommunikation. Berlin: Springer.
- Lee, Sophie; Lao, Xiang; Yu, Ignatus (2010): A Cross-sectional Survey of Voice Disorders among Primary School Teachers in Hong Kong. In: *J Occup Health* 52, S. 344–352.
- Lehnhardt, Ernst; Laszig, Roland (2009): Praxis der Audiometrie. Stuttgart: Thieme.
- Leibold, Lori J.; Buss, Emily (2013): Children's Identification of Consonants in a Speech-Shaped Noise or a Two-Talker Masker. In: *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 56 (4), S. 1144–1155.
- Leistner, Philip; Hellbrück, Jürgen; Klatte, Maria; Seidel, Jochen; Weber, Lutz (2006): Lärm in der schulischen Umwelt und kognitive Leistungen bei Grundschulkindern. Online verfügbar unter [http://www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/36234/BWPLUS%20Projektbericht%20Laerm%20in%20der%20Schule.pdf?command=downloadContent&filename=BWPLUS%20Projektbericht%20Laerm%](http://www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/36234/BWPLUS%20Projektbericht%20Laerm%20in%20der%20Schule.pdf?command=downloadContent&filename=BWPLUS%20Projektbericht%20Laerm%20in%20der%20Schule.pdf), zuletzt aktualisiert am 19.12.2006, zuletzt geprüft am 19.06.2012.
- Lemke, Siegrun (2006): Die Funktionskreise Respiration, Phonation, Artikulation - Auffälligkeiten bei Lehramtsstudierenden. In: *Sprache Stimme Gehör* 30, S. 24–28.
- Lemke, Siegrun; Thiel, Susanne; Zimmermann, Susanne (2004): Zur Notwendigkeit der Überprüfung stimmlich-sprecherischer Eignung für den Lehramtsberuf. In: Norbert Gutenberg (Hg.): *Sprechwissenschaft und Schule*. München: Reinhardt, S. 164–171.

- Leppänen, Kirsti; Ilomäki, Irma; Laukkanen, Anne-Marie (2010): One-year follow-up study of self-evaluated effects of Voice Massage™, voice training, and voice hygiene lecture in female teacher. In: *Log Phon Vocol* 35 (1), S. 13–18.
- L'Espérance, Andre; Boudreau, Alex; Gariépy, Francois; Bacon, Philip (2006): Noise reduction in day-care centres by reducing reverberation time : Analyses and case studies. Online verfügbar unter [www.irsst.qc.ca/media/documents/pubirsst/r-463.pdf](http://www.irsst.qc.ca/media/documents/pubirsst/r-463.pdf), zuletzt aktualisiert am 21.07.2006, zuletzt geprüft am 01.11.2012.
- Liedtke, Martin (2010): *Lärm*. Wiesbaden: Universum-Verl.
- Lindstrom, Frederic; Wayne, Kerstin; Södersten, Maria; McAllister, Anita M.; Ternström, Sten (2011): Observations of the Relationship Between Noise Exposure and Preschool Teacher Voice Usage in Day-Care Center Environments. In: *Journal of Voice* 25 (2), S. 166–172.
- Litovsky, Ruth Y. (2005): Speech intelligibility and spatial release from masking in young children. In: *J. Acoust. Soc. Am* 117 (5), S. 3091, zuletzt geprüft am 19.06.2012.
- Lungfiel, E. (1956): Stimmstörungen bei Kindergärtnerinnen. In: *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology* 169 (2), S. 561–564.
- Ma, E. P.-M.; Yu, C. H.-Y (2013): Listeners' Attitudes Toward Children With Voice Problems. In: *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 56 (5), S. 1409–1415, zuletzt geprüft am 12.02.2014.
- Mac Kenzie, David J.; Airey, Sharon (1999): Akustik in Klassenzimmern Ein Forschungsprojekt. Hg. v. Department of Building Engineering and Surveying Heriot-Watt University. Online verfügbar unter [http://www.best-news.de/file.php4?heriot\\_watt-studie.pdf&dir=menu2%2F](http://www.best-news.de/file.php4?heriot_watt-studie.pdf&dir=menu2%2F), zuletzt aktualisiert am 28.07.2006, zuletzt geprüft am 19.06.2012.
- Marslen-Wilson, William D.; Welsh, Alan (1978): Processing Interactions and Lexical Access during Word Recognition in Continuous Speech. In: *Cognitive Psychology* 10 (1), S. 29–63.
- Martins, Regina; Ribeiro, Caio; Mello, Bruno; Branco Anete; Tavares, Elaine (2012): Dysphonia in Children. In: *Journal of Voice* 26 (5), S. 674.e17–674.e20.
- Martins, Regina; Tavares, Elaine; Neto, Arlindo; Floravanti, Marisa (2007): Occupational hearing loss in teachers a probable diagnosis. In: *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology* 73 (2), S. 239–244.
- Maryn, Yori; Corthals, Paul; Bodt, Marc de; van Cauwenberge, Paul (2009): Perturbation Measures of Voice: A Comparative Study between Multi-Dimensional Voice Program and Praat. In: *Folia Phoniatr Logop* 61 (4), S. 217–226.
- Maschke, Christian; Hecht, Karl (2007): Schlaf und Lärm. In: *Praktische Arbeitsmedizin* 7, S. 12–19.
- Mathews, Kenneth E.; Canon, Lance (1975): Environmental Noise Level as a Determinant of Helping Behavior. In: *Journal of Personality and Social Psychology* 32, S. 571–577.
- Matschke, Reinhard G. (1993): Hört der Mensch vor der Geburt? In: *Sprache Stimme Gehör* 17, S. 158–163.
- Mattiske, Jaqueline A.; Oates, Jennifer M.; Greenwood, Kenneth M. (1998): Vocal Problems Among Teachers: A Review of Prevalence, Causes, Prevention, and Treatment. In: *Journal of Voice* 12 (4), S. 489–499.

- Maue, Jürgen H.; Hoffmann, Heinz (2009): 0 Dezibel + 0 Dezibel = 3 Dezibel. Einführung in die Grundbegriffe und die quantitative Erfassung des Lärms. Berlin: Erich Schmidt.
- Maxwell, Lorraine E.; Evans Gary W. (2000): The Effects of Noise on Pre-School Children's Pre-Reading Skills. In: *J Environ Psychol* 20 (1), S. 91–97.
- Mayer, Jörg (2013): Phonetische Analysen mit Praat. Online verfügbar unter [http://praatpfanne.lingphon.net/downloads/praat\\_manual.pdf](http://praatpfanne.lingphon.net/downloads/praat_manual.pdf), zuletzt aktualisiert am 20.12.2013, zuletzt geprüft am 07.07.2014.
- Mayo, Lynn H.; Florentine, Mary; Buus, Soren (1997): Age of Second-Language Acquisition and Perception of Speech in Noise. In: *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 40, S. 686–693.
- McAllister, Anita M.; Granqvist, Svante; Sjölander, Peta; Sundberg, Johan (2009): Child Voice and Noise: A Pilot Study of Noise in Day Cares and the Effects on 10 Children's Voice Quality According to Perceptual Evaluation. In: *Journal of Voice* 23 (5), S. 587–593.
- McAllister, Anita; Brandt, Signe Kofoed (2012): A Comparison of Recordings of Sentences and Spontaneous Speech: Perceptual and Acoustic Measures in Preschool Children's Voices. In: *Journal of Voice* 26 (5), S. 673.e1–673.e5.
- McLaren, Stuart J. (2009): Noise in early childhood education centres- the effects on the children and their teachers. Online verfügbar unter <http://mro.massey.ac.nz/bitstream/handle/10179/977/02whole.pdf?sequence=1>, zuletzt aktualisiert am 21.08.2009, zuletzt geprüft am 25.04.13.
- Medeiros, Adriane de; Barreto, Sandhi M.; Assunção, Ada (2008): Voice Disorders (Dysphonia) in Public School Female Teachers Working in Belo Horizonte: Prevalence and Associated Factors. In: *Journal of Voice* 22 (6), S. 676–687.
- Medeiros, Adriane Mesquita; Assunção, Ada Ávila; Barreto, Sandhi Maria (2012): Absenteeism due to voice disorders in female teachers: a public health problem. In: *Int Arch Occup Environ Health* 85 (8), S. 853–864.
- Meng, Zhaoli; Zheng, Yun; Wang, Kai; Li, Dan (2013): Evaluation of speech perception in competing noise conditions for normally hearing children. In: *Noise and Health* 15 (64), S. 178–182.
- Meulenbroek, Leo; Jong, Felix de (2011): Voice Quality in Relation to Voice Complaints and Vocal Fold Condition During the Screening of Female Student Teachers. In: *Journal of Voice* 25 (4), S. 462–466.
- Meulenbroek, Leo; Thomas, George; Kooijman, Piet; Jong, Felix de (2010): Biopsychosocial impact of the voice in relation to the psychological features in female student teachers. In: *Journal of Psychosomatic Research* 68 (4), S. 379–384.
- Miethe, Erhard; Hermann-Röttgen, Marion (1993): Wenn die Stimme nicht stimmt. Stuttgart: Thieme.
- Minnema, Wilfried; Stoll, Hans-Christian (2008): Objektive computergestützte Stimmanalyse mit „Praat“. In: *Forum Logopädie* 22 (4), S. 24–29.
- Morrow, Sharon L.; Connor, Nadine P. (2011): Comparison of Voice-Use Profiles Between Elementary Classroom and Music Teachers. In: *Journal of Voice* 25 (3), S. 367–372.

- Morton, Valerie; Watson, David R. (2001): The impact of impaired vocal quality on children's ability to process spoken language. In: *Log Phon Vocol* 26, S. 17–25.
- Mrowinski, Dieter; Scholz, Günther (2006): *Audiometrie*. Stuttgart: Thieme.
- Müller, Horst M. (Hg.) (2009): *Arbeitsbuch Linguistik. Eine Einführung in die Sprachwissenschaft*. Paderborn: Schöningh.
- Müller, Rainer; Jung, Annette: *Stimmuntersuchungen bei Lehrerberufsgruppen*. 26. Wissenschaftliche Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie e. V. Deutsche Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie e. V. Online verfügbar unter <http://www.egms.de/static/de/meetings/dgpp2009/09dgpp46.shtml#block1>, zuletzt geprüft am 13.04.2012.
- Nawka, Tadeus; Anders, Lutz Christian; Wendler, Jürgen (1994): Die auditive Beurteilung heiserer Stimmen nach dem RBH-System. In: *Sprache Stimme Gehör* 18, S. 130–133.
- Nawka, Tadeus; Anders, Lutz Christian (1996): *Die auditive Bewertung heiserer Stimmen nach dem RBH-System. Doppel-Audio CD mit Stimmbeispielen*. Stuttgart: Thieme.
- Nawka, Tadeus; Wiesmann, Ulrich; Gonnermann, Ute (2003): Validierung des Voice Handicap Index (VHI) in der deutschen Fassung. In: *HNO* 51 (11), S. 921 - 930
- Nawka, Tadeus; Wirth, Günter (2008): *Stimmstörungen. Für Ärzte, Logopäden, Sprachheilpädagogen und Sprechwissenschaftler ; mit 30 Tabellen*. 5, völlig überarb. Köln: Dt. Ärzte-Verl.
- Nelson, Peggy B.; Soli, Sig (2000): Acoustical barriers to learning: Children at risk in every classroom. In: *Language Speech and Hearing Services in Schools* 31, S. 356–361.
- Nerrière, Elena; Vercambre, Marie N.; Gilbert, Fabien; Kovess-Masféty, Viviane (2009): Voice disorders and mental health in teachers: a cross-sectional nationwide study. In: *BMC Public Health* 9 (1), S. 370–378.
- Nespital, Ulrike (2013): *Wirkungen des funktionellen Nachvollzugs physiologischer Gesangsstimmen auf die Qualität der Sprechstimme*. [S.l.]: Peter Lang.
- Neuman, Arlene C.; Wroblewski, Marcin; Hajicek, Joshua; Rubinstein, Adrienne (2010): Combined Effects of Noise and Reverberation on Speech Recognition Performance of Normal-Hearing Children and Adults. In: *Ear and Hearing* 31 (336 - 344).
- Neumann, Hans D.; Swoboda, Wolfgang (2010): *Lärm in Kindertageseinrichtungen - Zahlen, Daten, Fakten, Möglichkeiten der Prävention*. In: *Praktische Arbeitsmedizin* (18), S. 10.
- Newman, Rochelle S.; Jusczyk, Peter W. (1996): The cocktail party effect in infants. In: *Perception & Psychophysics* 58 (8), S. 1145–1156.
- Newman, Rochelle S. (2009): Infants' listening in multitalker environments: Effect of the number of background talkers. In: *Attention, Perception, & Psychophysics* 71 (4), S. 822–836.
- Niebudek-Bogusz, E.; Woznicka, E.; Zamysłowska-Szmytko, E.; Sliwiska-Kowalska, M. (2010): Correlation between Acoustic Parameters and Voice Handicap Index in Dysphonic Teachers. In: *Folia Phoniatr Logop* 62 (1-2), S. 55–60.



- Nienkerke-Springer, Anke (2000): Die Kinderstimme. Neuwied: Luchterhand.
- Nishi, Kanae; Lewis, Dawna E.; Hoover, Brenda M.; Choi, Sangsook; Stelmachowicz, Patricia G. (2010): Children's recognition of American English consonants in noise. In: *Journal of the Acoustical Society of America* 127 (5), S. 3177–3188.
- Niskar, Amanda S.; Kieszak, Stephanie M.; Holmes, Alice E.; Esteban, Emilio; Rubin, Carol; Brody, Debra J. (2001): Estimated Prevalence of Noise-Induced Hearing Threshold Shifts Among Children 6 to 19 Years of Age: The Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994, United States. In: *Pediatrics* 108 (1), S. 40–43.
- Nittrouer, Susan (2005): Age-related differences in weighting and masking of two cues to word-final stop voicing in noise. In: *J. Acoust. Soc. Am* (2), S. 1072–1088.
- Nozza, R. J.; Rossman, R. N.; Bond, L. C.; Miller, S. L. (1990): Infant speech-sound discrimination in noise. In: *J. Acoust. Soc. Am* 87 (1), S. 339 - 350.
- Nygren, Mariana; Tyboni, Mikaela; Lindström, Fredric; McAllister, Anita; van Doorn, Jan (2012): Gender Differences in Children's Voice Use in a Day Care Environment. In: *Journal of Voice* 26 (6), S. 817.e15–817.e18.
- Oberdörster, Markus; Tiesler, Gerhart (2006): *Akustische Ergonomie der Schule*. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.
- Oelze, Vera (2014): Ist kompetente Sprachförderung im Lärm möglich? In: Stephan Sallat, Markus Spreer und Christian W. Glück (Hg.): *Sprache professionell fördern. Kompetent, vernetzt, innovativ*. Idstein: Schulz-Kirchner, S. 258–264.
- Ohlsson, Ann-Christine; Andersson, Eva M.; Södersten, Maria; Simberg, Susanna; Barregård, Lars (2012): Prevalence of Voice Symptoms and Risk Factors in Teacher Students. In: *Journal of Voice* 26 (5), S. 629–634.
- Page, Richard A. (1977): Noise and Helping Behavior. In: *Environment and Behavior* 9 (3), S. 311–334.
- Pahn, Johannes; Neumann, Günter (1979): Schlußfolgerungen zu Ergebnissen ganztägiger Lärmmessungen in neuerbauten Kindergärten. In: *Zeitschrift für die gesamte Hygiene und ihre Grenzgebiete* 25 (2), S. 176–171.
- Papoušek, Mechthild (2001): *Vom ersten Schrei zum ersten Wort*. Bern: Huber.
- Papso, Catherine F.; Blood, Ingrid M. (1989): Word Recognition Skills of Children and Adults in Background Noise. In: *Ear and Hearing* 10 (4), S. 235–236.
- Pasa, Gulsen; Oates, Jennifer; Dacakis Georgia (2007): The relative effectiveness of vocal hygiene training and vocal function exercises in preventing voice disorders in primary school teachers. In: *Logoped Phoniatr Vocol* 32 (3), S. 128–140.
- Pascher, Wolfgang; Bauer, Hans (1998): *Differentialdiagnose von Sprach-, Stimm- und Hörstörungen*. Frankfurt am Main: Ed. Wötzel.

- Pekkarinen, Eeva; Himberg, Lea; Pentti, Jaana (1992): Prevalence of vocal symptoms among teachers compared with nurses: A questionnaire study. In: *Scand J Log Phon* (17), S. 113–117.
- Perego, L.; Bertoni, G.; Goglio, F.; Giovannelli, G. (1996): Children and noise. In: *European Journal of Epidemiology* 12, S. 549–550.
- Persson, Roger; Kristiansen, Jesper; Lund, Søren P.; Shibuya, Hitomi; Nielsen, Per Møberg (2013): Classroom acoustics and hearing ability as determinants for perceived social climate and intentions to stay at work. In: *Noise and Health* 15 (67), S. 446–453.
- Pétursson, Magnus; Neppert, Joachim (2002): *Elementarbuch der Phonetik*. Hamburg: Buske.
- Picard, Michel; Bradley, John (2001): Revisiting Speech Interference in Classrooms. In: *Audiology* (40), S. 221–244.
- Pizolato, Raquel Aparecida; Beltrati Cornacchioni Rehder, Maria Inês; dos Santos Dias, Carlos Tadeu; Castro Meneghim, Marcelo de; Bovi Ambrosano, Gláucia Maria; Mialhe, Fábio Luiz; Pereira, Antonio Carlos (2013): Evaluation of the Effectiveness of a Voice Training Program for Teachers. In: *Journal of Voice* 27 (5), S. 603–610.
- Plath, Peter (1992): *Das Hörorgan und seine Funktion. Einführung in die Audiometrie*. Berlin: Ed. Marhold.
- Plath, Peter (1998a): Soziakusis. Nicht beruflich bedingte Gehörschäden durch Lärm, Teil 1. In: *HNO* 46, S. 887–892.
- Plath, Peter (1998b): Sozioakusis Nicht beruflich bedingte Gehörschäden durch Lärm, Teil 2. In: *HNO* 46, S. 947–952.
- Plontke, Stefan; Zenner Hans- Peter (2004): Aktuelle Gesichtspunkte zu Hörschäden durch Berufs- und Freizeitlärm. In: *Laryngo-Rhino-Otol* 83, Supplement 1, S. 122–164.
- Pompino-Marschall, Bernd (2003): *Einführung in die Phonetik*. Berlin: De Gruyter.
- Powell, Marsha; Filter, Maynard D.; Williams, Barbara (1989): A longitudinal study of the prevalence of voice disorders in children from a rural school division. In: *J. Commun. Disorders* 22 (375 - 382).
- Preciado, Julian A.; García Tapia, R.; Infante, J. C. (1998): Estudio de la prevalencia de los trastornos de la voz en los profesionales de la enseñanza. Factores que intervienen en su aparición o en su mantenimiento. In: *Acta Otorrinolaringol Esp* 49 (2), S. 137–142.
- Preciado-Lopez, Julian A.; Pérez-Fernández, Carmen; Calzada-Uriondo, Miguel; Preciado-Ruiz, Pilar (2008): Epidemiological Study of Voice Disorders Among Teaching Professionals of La Rioja, Spain. In: *Journal of Voice* 22 (4), S. 489–508.
- Ptok, Martin; Schwemmler, C.; Iven, Claudia; Jessen, Marianne; Nawka, Tadeus (2006a): Zur auditiven Bewertung der Stimmqualität. In: *HNO* 54 (10), S. 793–802, zuletzt geprüft am 04.08.2014.
- Ptok, Martin; Iven, Claudia; Jessen, M.; Schwemmler, C. (2006b): Objektiv gemessene Stimmlippenschwingungsirregularität vs. subjektiver Eindruck der Rauigkeit. In: *HNO* 54 (2), S. 132 – 138.

- Puchalla, Dagmar; Dartenne, Corinna M.; RoeBler, Almut (2013): Was zählt die Stimme einer Lehrkraft? In: Sprechen 55, S. 50–65.
- Pützer, Manfred; Barry, W. J. (2004): Methodische Aspekte der auditiven Beurteilung von Stimmqualität. In: Sprache Stimme Gehör 28 (4), S. 188–197.
- Rabe-Kleberg, Ursula (2008): Zum Verhältnis von Wissenschaft und Profession in der Frühpädagogik. In: Hilde von Balluseck (Hg.): Professionalisierung der Frühpädagogik. Perspektiven, Entwicklungen, Herausforderungen. Opladen: Budrich, S. 237–250.
- Rantala, Leena; Vilkman, Erkki; Bloigu, Risto (2002): Voice Changes During Work: Subjective Complaints and Objective Measurements for Female Primary and Secondary Schoolteachers. In: Journal of Voice 16 (3), S. 344–355.
- Rantala, Leena M.; Hakala, Suvi J.; Holmqvist, Sofia; Sala, Eeva (2012): Connections Between Voice Ergonomic Risk Factors and Voice Symptoms, Voice Handicap, and Respiratory Tract Diseases. In: Journal of Voice 26 (6), S. 819.e13–819.e20.
- Remacle, Angélique; Morsomme, Dominique; Berrué, Elise; Finck, Camilla (2012): Vocal Impact of a Prolonged Reading Task in Dysphonic Versus Normophonic Female Teachers. In: Journal of Voice 26 (6), S. 820.e1–820.e13.
- Remsperger, Regina (2011): Sensitive Responsivität. Zur Qualität pädagogischen Handelns im Kindergarten. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Ribeiro, Angelina (2006): Funktionelle Stimmstörungen im Kindesalter. Idstein: Schulz-Kirchner.
- Richtlinie 2003/10/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 06. Februar 2003 über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Energie (Lärm) (2003). Online verfügbar unter <http://mkdoc.de/files/L%C3%84RM-Richtlinie-2003-10-EG.pdf>, zuletzt aktualisiert am 14.02.2003, zuletzt geprüft am 24.01.2013.
- Rickheit, Gert; Burkhardt, Armin; Ungeheuer, Gerold; Wiegand, Herbert Ernst; Steger, Hugo; Brinker, Klaus (2003): Psycholinguistik / Psycholinguistics. Ein internationales Handbuch / An International Handbook. Berlin: De Gruyter.
- Rogers, Catherine L.; Lister, Jennifer J.; Febo, Dashielle M.; Besing, Joan M.; Abrams, Harvey B. (2006): Effects of bilingualism, noise, and reverberation on speech perception by listeners with normal hearing. In: Applied Psycholinguistics 27, S. 465–485.
- Rogerson, Jemma; Dodd, Barbara (2005): Is There an Effect of Dysphonic Teachers' Voices on Children's Processing of Spoken Language? In: Journal of Voice 19 (1), S. 47–60.
- Rohrman, Bernd (1990): Lärm. In: Lenelis Kruse, Carl F. Graumann und Ernst-Dieter Lantermann (Hg.): Ökologische Psychologie. München: Psychologie Verlags Union, S. 665–672.
- Rosenberg, Gail; Blake-Rahter, Patricia; Heavner, Judy; Allen, Linda; Redmond, Beatrice; Phillips, Janet Stigers K. (1999): Improving Classroom Acoustics (ICA): A Three-Year FM Sound Field Classroom Amplification Study. In: Journal of Educational Audiology 7, S. 8–28.

- Rosenkötter, Henning (2003): *Auditive Wahrnehmungsstörungen*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Roy, Nelson; Bless, Diane M.; Heisey, Dennis (2000): Personality and voice disorders: A multitrait-multidisorder analysis. In: *Journal of Voice* 14 (4), S. 521–548.
- Roy, Nelson; Merrill, Ray; Thibeault, Susan; Parsa, Rahul; Gray, Steven; Smith, Elaine (2004a): Prevalence of Voice Disorders in Teachers and the General Population. In: *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 47 (2), S. 281–293.
- Roy, Nelson; Merrill, Roy M.; Thibeault, Susan L.; Gray, Steven D.; Smith, Elaine M. (2004b): Voice Disorders in Teachers and the General Population: Effects on Work Performance, Attendance, and Future Career Choices. In: *Journal of Speech, Language and Hearing Research* 47 (3), S. 542–551.
- Rudow, Bernd (2005): Belastungen und der Arbeits- und Gesundheitsschutz bei Erzieherinnen in Sachsen-Anhalt. Online verfügbar unter <http://www.ukst.de/?cid=104245001174>, zuletzt aktualisiert am 22.07.2005, zuletzt geprüft am 04.10.2012.
- Rudow, Bernd (2007): Arbeitsschutz, Belastungen und Belastungsbewältigung bei Erzieherinnen. Online verfügbar unter <http://www.boeckler.de/pdf/S-2005-799-4-1.pdf>, zuletzt aktualisiert am 18.04.2012, zuletzt geprüft am 19.06.2012.
- Ruhe, Carsten (2003): Schulumakustik aus der Sicht der Beratungspraxis. In: August Schick, Maria Klatte, Markus Meis und Christian Nocke (Hg.): *Hören in Schulen. Ergebnisse des Neunten Oldenburger Symposiums zur Psychologischen Akustik*. Oldenburg: Bis, S. 65–83.
- Ruscello, Dennis M.; Lass, Norman J.; Podbesek J. (1988): Listeners' perception of normal and voice-disordered children. In: *Folia Phoniatrica et Logopaedica* 40, S. 290–296.
- Russel, Alison; Oates, Jennifer; Greenwood, Kenneth M. (1998): Prevalence of Voice Problems in Teachers. In: *Journal of Voice* 12 (4), S. 467–479.
- Rytznér, B.; Rytznér, C. (1981): Schoolchildren and Noise: The 4 kHz Dip-Tone Screening in 14391 Schoolchildren. In: *Scand Audiol* 10, S. 213–216.
- Sala, Eeva; Airo, Erkko; Johansson, R.; Olkinuora, Pekka; Pentti, Jaana (2003): Noise Exposure and NIHL in Day Care Center Teachers. Online verfügbar unter [www.icben.org/2003/pdf/9\\_t1a.pdf](http://www.icben.org/2003/pdf/9_t1a.pdf), zuletzt geprüft am 31.10.12.
- Sala, Eeva; Airo, Erkko; Olkinuora, Pekka; Simberg, Susanna; Ström, Ulla; Laine, Annelie et al. (2002): Vocal loading among day care center teachers. In: *Log Phon Vocol* (27), S. 21–28.
- Sala, Eeva; Laine, Annelie; Simberg, Susanna; Pentti, Jaana; Suonpää, Jouko (2001): The Prevalence of Voice Disorders Among Day Care Center Teachers Compared with Nurses. In: *Journal of Voice* 15 (3), S. 413–423.
- Salamé, Pierre; Baddeley, Alan (1982): Disruption of Short-Term Memory by Unattended Speech: Implications for the Structure of Working Memory. In: *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 21, S. 150–164.
- Salamé, Pierre; Baddeley, Alan (1987): Noise, unattended speech and short-term memory. In: *Ergonomics* 30 (8), S. 1185–1194.

- Sampaio, Marcio C.; Borges dos Reis, Eduardo J.F.; Carvalho, Fernando M.; Porto, Lauro A.; Araújo, T. ania M. (2012): Vocal Effort and Voice Handicap Among Teachers. In: *Journal of Voice* 26 (6), S. 820.e15–820.e18.
- Sapir, Shimon; Keidar, Anat; Mathers-Schmidt, Barbara (1993): Vocal attrition in teachers: survey findings. In: *European Journal of Disorders of Communication* 28, S. 177–185.
- Schad, Martina (2003): Erziehung (k)ein Kinderspiel. Gefährdungen und Belastungen des pädagogischen Personals in Kindertagesstätten. Hg. v. Unfallkasse Hessen.
- Schafer, Erin C.; Beeler, Stephanie; Ramos, Hope; Morais, Mila; Monzingo, Jamie; Algier, Katherine (2012): Developmental Effects and Spatial Hearing in Young Children With Normal-Hearing Sensitivity. In: *Ear and Hearing* 33 (6), S. e32–e43.
- Schaps, Klaus-Peter; Kessler, Oliver; Fetzner, Ulrich; Han, S.(Hrsg.) (2008): Querschnittsbereiche. Heidelberg: Springer.
- Schick, August; Klatte, Maria; Meis, Markus; Nocke, Christian (2003): Hören in Schulen. Ergebnisse des Neunten Oldenburger Symposiums zur Psychologischen Akustik. Oldenburg: Bis.
- Schleier, E.; Siegert, Constantin (1972): Katamnestic Erhebungen bei kindlichen Dysphonien. In: *Ärztliche Jugendkunde* 63 (3), S. 190–194.
- Schlenker-Schulte, Christa; Schulte, Klaus (1986): Sprechenlehren und Sprechenlernen im Sprech-Lehr-Programm, Stammertherapie, angewandte Phonetik in der Sprechtherapie. Villingen-Schwenningen: Neckar-Verlag.
- Schmidt, Robert F.; Lang, Florian; Heckmann, Manfred (Hg.) (2011): Physiologie des Menschen. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Schmidt-Ackermann, R. (1987): Zur Einschätzung der Stimmgesundheit Jugendlicher durch Lehrer. In: Eva-Maria Krech, Jutta Suttner und Eberhard Stock (Hg.): *Ergebnisse der Sprechwirkungsforschung*. Halle (Saale): Wissenschaftliche Beiträge 1987/19 (F 67), S. 401–408.
- Schneider, Berit; Cecon, M.; Hanke, G.; Wehner, S.; Bigenzahn, Wolfgang (2004): Bedeutung der Stimmkonstitution für die Entstehung von Berufsdysphonien. In: *HNO* 52 (5), S. 461–467.
- Schneider, Berit; Bigenzahn, Wolfgang (2005): Vocal risk factors for occupational voice disorders in female teaching students. In: *Eur Arch Otorhinolaryngol* 262 (4), S. 272–276.
- Schneider, Berit; Enne, Robert; Cecon, Mikis; Diendorfer-Radner, Gabriele; Wittels, Peter; Bigenzahn, Wolfgang; Johannes, Bernd (2006): Effects of Vocal Constitution and Autonomic Stress-Related Reactivity on Vocal Endurance in Female Student Teachers. In: *Journal of Voice* 20 (2), S. 242–250.
- Schneider, Berit; Zumtobel, M.; Aichstill, B.; Prettenhofer, W.; Teschner, S.; Jocher, W. (2008): Neue Erkenntnisse zu Tonhöhenumfängen und Registern bei Kindern. In: Michael Fuchs (Hg.): *Stimmkulturen*. Berlin: Logos, S. 51–62.
- Schneider-Stickler, Berit (2010): Gesundheitsrisiken und Gesunderhaltung der Pädagogenstimme. In: Michael Fuchs (Hg.): *Wechselwirkungen zwischen Erwachsenen- und Kinderstimmen*. Berlin: Logos-Verl, S. S. 55–59.

- Schneider-Stickler, Berit (2012): Stimmstörungen im Kindesalter. In: HNO 60 (7), S. 590–594.
- Schneider-Stickler, Berit; Bigenzahn, Wolfgang (2013): Stimmdiagnostik. Vienna: Springer Vienna.
- Schönwälder, Hans-Georg; Berndt, Jörg; Ströver, Frauke; Tiesler, Gerhart (2004): Lärm in Bildungsstätten - Ursachen und Minderung. Fb 1030. Hg. v. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Dortmund/Berlin/Dresden 2004. Online verfügbar unter [http://www.baua.de/de/Publikationen/Forschungsberichte/2004/Fb1030.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=11](http://www.baua.de/de/Publikationen/Forschungsberichte/2004/Fb1030.pdf?__blob=publicationFile&v=11), zuletzt aktualisiert am 15.12.2004, zuletzt geprüft am 19.04.2012.
- Schorn, Karin (2004): Hörgeräteüberprüfung in der Praxis. In: HNO 52 (10), S. 875–885.
- Schorn, Karin (2006): Die Aufgaben des Hals-Nasen-Ohren-Arztes bei der Hörgeräteversorgung. In: HNO 54 (3), S. 233–251.
- Schründer-Lenzen, Agi (2013): Schriftspracherwerb. Wiesbaden: Springer VS.
- Schubert, K. (1959): Ist die Heiserkeit der Kindergärtnerinnen eine Berufskrankheit? In: Zeitschrift für Laryngologie, Rhinologie, Otologie und ihre Grenzgebiete 11, S. 746–749.
- Schulz-Coulon, H.J (1980): Tonhöhen- und Lautstärkeänderungen der Sprech- und Singstimme bei Störung der audiphonatorischen Kontrolle. In: Manfred Spreng (Hg.): Interaktion zwischen Artikulation und akustischer Perzeption. Symposium Offenbach, November 1978. Stuttgart: Thieme, S. 18–31.
- Schulze, Hans Jörg (1981): Der Einfluß des Stimmklanges der Kindergärtnerin auf die Stimmentwicklung und die Aufmerksamkeit der Kinder. Diss.: Hochschulschrift Halle.
- Schulze, Jörg (2002): Stimmstörungen im Kindes- und Jugendalter. Idstein: Schulz-Kirchner.
- Schwarze, Sieglinde; Notbohm, Gert (2006): Früherkennung eines lärmbedingten Hörschadens mit Hilfe der Hochtonaudiometrie? In: Praktische Arbeitsmedizin (6), S. 26–30.
- Sederholm, Elisabeth (1995a): Prevalence of hoarseness in ten-year-old children. In: Scand J Log Phon 20, S. 165–173.
- Sederholm Elisabeth; McAllister Anita; Dalkvist J.; Sundberg Johan (1995b): Aetiologic Factors Associated with Hoarseness in Ten-Year-Old Children. In: Folia Phoniatr Logop 47, S. 262–278.
- Seetha, P.; Karmegam, K.; Ismail, M.Y; Sapuan, S.M; Ismail, N.; Tamil Moli, L. (2008): Effects to teaching environment of noise level in school classroom. In: Journal of Scientific & Industrial Research 67 (659 - 664).
- Seibt, Reingard; Khan, Attiya; Thinschmidt, Marleen; Dutschke, Diana; Weidhaas, Jessica (2005): Gesundheitsförderung und Arbeitsfähigkeit in Kindertagesstätten. Einfluss gesundheitsförderlicher Massnahmen auf die Arbeitsfähigkeit von Beschäftigten in Kindertagesstätten und Beiträge zur Netzwerkbildung ; [Abschlussbericht zum Projekt „Netzwerk für gesunde Beschäftigte in Kindertagesstätten“ - INQA-Projekt F 44-03]. Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW, Verl. für Neue Wiss.
- Seidel, Hans Joachim; Kreisel, W. (1998): Praxis der Umweltmedizin. Stuttgart, New York: Thieme.

- Sekhar, Deepa L.; Rhoades, Julie A.; Longenecker, Amy.L; Beiler, Jessica; King, TonyaS; Widome, Mark D.; Paul, Ian M. (2011): Improving Detection of Adolescent Hearing Loss. In: *Arch Pediatr Adolesc Med* 165 (12), S. 1094–1100.
- Shah, Rahul K.; Woodnorth, GERALYN HARVEY; Glynn, Amy; Nuss, Roger C. (2005): Pediatric vocal nodules: Correlation with perceptual voice analysis. In: *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* 69 (7), S. 903–909.
- Simberg, Susanna; Laine, Annelie; Sala, Eeva; Rönnemaa, Anna-Marija (2000): Prevalence of Voice Disorders Among Future Teachers. In: *Journal of Voice* 14 (2), S. 231–235.
- Simberg, S.; Sala, E.; Rönnemaa, A.M (2004): A comparison of the prevalence of vocal symptoms among teacher students and other university students. In: *Journal of Voice* 18 (3), S. 363–368.
- Simberg, Susanna; Sala, Eeva; Vehmas, Kirsti; Laine, Annelie (2005): Changes in the Prevalence of Vocal Symptoms Among Teachers During a Twelve-Year Period. In: *Journal of Voice* 19 (1).
- Simberg, S.; Sala, E.; Tuomainen, J.; Sellman, J.; Rönnemaa, A.M (2006): The Effectiveness of Group Therapy for Students With Mild Voice Disorders: A Controlled Clinical Trial. In: *Journal of Voice* 20 (1), S. 97–109.
- Simões-Zenari, Marcia; Nemr, Katia; Behlau, Mara (2012): Voice disorders in children and its relationship with auditory, acoustic and vocal behavior parameters. In: *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* 76 (6), S. 896–900.
- Sjödin, F.; Kjellberg, A.; Knutsson, A.; Landström, U.; Lindberg, L. (2012a): Noise exposure and auditory effects on preschool personnel. In: *Noise and Health* 14 (57), S. 72–82.
- Sjödin, Frederik; Kjellberg, Anders; Knutsson, Anders; Landström, Ulf; Lindberg, Lennart (2012b): Noise and stress effects on preschool personnel. In: *Noise and Health* 14 (59), S. 166–178.
- Sliwiska-Kowalska, M.; Niebudek-Bogusz, E.; Fiszer, M.; Los-Spychalska, T.; Kotylo, P.; Sznurowska-Przygocka, B.; Modrzewska, M. (2006): The Prevalence and Risk Factors for Occupational Voice Disorders in Teachers. In: *Folia Phoniatri Logop* 58 (2), S. 85–101.
- Smith, Elaine M.; Gray, Steven D.; Dove, Heather; Kirchner, Lester; Heras, Heidi (1997): Frequency and Effects of Teachers' Voice Problems. In: *Journal of Voice* 11 (1), S. 81–87.
- Smith, Elaine; Kirchner, Lester H.; Taylor, Margaretta; Hoffman, Henry; Lemke, Jon (1998a): Voice Problems Among Teachers: Differences by Gender and Teaching Characteristics. In: *Journal of Voice* 12 (3), S. 328–334.
- Smith, Elaine M.; Lemke, Jon; Taylor, Margaretta; Kirchner, H. Lester; Hoffman, Henry (1998b): Frequency of Voice Problems Among Teachers and Other Occupations. In: *Journal of Voice* 12 (4), S. 480–488.
- Smolander, Sini; Huttunen, Kerttu (2006): Voice problems experienced by Finnish comprehensive school teachers and realization of occupational health care. In: *Logopedics Phoniatrics Vocology* 31, S. 166–171.
- Södersten, Maria; Granqvist, Svante; Hammarberg, Britta; Szabo, Annika (2002): Vocal Behavior and Vocal Loading Factors for Preschool Teachers at Work Studied with Binaural DAT Recordings. In: *Journal of Voice* 16 (3), S. 356–371.

- Spiecker-Henke, Marianne (1997): Leitlinien der Stimmtherapie. Stuttgart: Thieme.
- Spiecker-Henke, Marianne; Kunow, Jens (1977): Zusammenhänge bei Atem-, Stimm- und Sprachstörungen von Kindergarten-Kindern. Hamburg: Buske.
- Spital, Helga (2004): Stimmstörungen im Kindesalter. Stuttgart: Thieme.
- Spreng, Manfred (1994): Physiologie des Gehörs. In: Peter Biesalski und Frank Friedrich (Hg.): Phoniatrie, Pädaudiologie. In 2 Bänden. Stuttgart: Thieme, S. 1–47.
- Spreng, Manfred (2004): Physiologische Grundlagen der kindlichen Hörentwicklung und Hörerziehung. Online verfügbar unter [http://www.schulinfos.de/ifdt/anla/Horen\\_beim\\_Kind\\_Spreng\\_Universitat\\_Erlangen.pdf](http://www.schulinfos.de/ifdt/anla/Horen_beim_Kind_Spreng_Universitat_Erlangen.pdf), zuletzt aktualisiert am 29.11.2004, zuletzt geprüft am 23.07.2012.
- Spreng, Manfred (2008a): Lärm und seine Auswirkungen auf Wahrnehmung und Sprachentwicklung. Online verfügbar unter [http://www.audiva.de/fileadmin/downloads/ATA/K8\\_spreng\\_laerm\\_ata3.pdf](http://www.audiva.de/fileadmin/downloads/ATA/K8_spreng_laerm_ata3.pdf), zuletzt aktualisiert am 17.01.2008, zuletzt geprüft am 14.05.2012.
- Spreng, Manfred (2008b): Diskriminationsentscheidende Bedeutung von Kurzzeitschallereignissen. Online verfügbar unter [http://www.audiva.de/fileadmin/downloads/ATA/K3\\_spreng\\_ata3.pdf](http://www.audiva.de/fileadmin/downloads/ATA/K3_spreng_ata3.pdf), zuletzt aktualisiert am 17.01.2008, zuletzt geprüft am 25.03.2014.
- Statistisches Bundesamt (2008): Klassifikation der Wirtschaftszweige. Wiesbaden. Online verfügbar unter [https://www.destatis.de/DE/Methoden/Klassifikationen/GueterWirtschaftsklassifikationen/klassifikationwz2008\\_erl.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Methoden/Klassifikationen/GueterWirtschaftsklassifikationen/klassifikationwz2008_erl.pdf?__blob=publicationFile), zuletzt geprüft am 02.05.14.
- Statistisches Bundesamt (2013): Beschäftigungsstatistik Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte am Arbeitsort nach Wirtschaftsabschnitten am 30. Juni 2013. Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/Arbeitsmarkt/Erwerbstaetigkeit/TabellenBeschaeftigungsstatistik/Wirtschaftsabschnitte.html>, zuletzt geprüft am 02.05.14.
- Streppel, Michael; Walger, Martin; Wedel, Hasso von; Gaber, Elisabeth (2006): Hörstörungen und Tinnitus. Hg. v. Robert Koch Institut. Online verfügbar unter [http://edoc.rki.de/documents/rki\\_fv/ren4T3cctjHcA/PDF/20Vo4CXYDBpeQ\\_41.pdf](http://edoc.rki.de/documents/rki_fv/ren4T3cctjHcA/PDF/20Vo4CXYDBpeQ_41.pdf), zuletzt aktualisiert am 12.01.2006, zuletzt geprüft am 16.03.2012.
- Sust, Charlotte A.; Lazarus, Hans (1997): AWE 103 „Lärmbeurteilung - Schule, Aus- und Weiterbildung. Auswirkungen von Geräuschen mittlerer Intensität in Schule, Aus- und Weiterbildung“. Hg. v. BAuA. Online verfügbar unter [http://www.baua.de/de/Publikationen/AWE/Band3/AWE103.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](http://www.baua.de/de/Publikationen/AWE/Band3/AWE103.pdf?__blob=publicationFile&v=4), zuletzt aktualisiert am 05.09.2007, zuletzt geprüft am 30.03.2012.
- Talarico, Maria; Aliferis, Martha; Balazic, Irena; Giaprakis, Irene; Stefanakis, Toni; Foenander, Kate et al. (2007): Effect of Age and Cognition on Childhood Speech in Noise Perception Abilities. In: *Audiol Neurotol* 12 (1), S. 13–19.
- Tavares, Elaine; Martins, Regina (2007): Vocal Evaluation in Teachers With or Without Symptoms. In: *Journal of Voice* 21 (4), S. 407–414.



- Technische Regel zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung - TRLV Lärm: Teil 1 Beurteilung der Gefährdung durch Lärm (2010). Online verfügbar unter <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Anlagen-und-Betriebssicherheit/TRLV/TRLV-Laerm-Teil-1.html>, zuletzt aktualisiert am 25.03.2010, zuletzt geprüft am 29.01.2013.
- Technische Regel zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung - TRLV Lärm: Teil 2 Messung von Lärm (2010). Online verfügbar unter <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Anlagen-und-Betriebssicherheit/TRLV/TRLV-Laerm-Teil-2.html>, zuletzt aktualisiert am 25.03.2010, zuletzt geprüft am 29.01.2013.
- Technische Regel zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung - TRLV Lärm: Teil 3 Lärmschutzmaßnahmen (2010). Online verfügbar unter <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Anlagen-und-Betriebssicherheit/TRLV/TRLV-Laerm-Teil-3.html>, zuletzt aktualisiert am 25.03.2010, zuletzt geprüft am 29.01.2013.
- Tennhardt, H.P (2003): Ein Beitrag zum Wissensstand und der Normung im Bereich der Klassenraumakustik. In: August Schick, Maria Klatte, Markus Meis und Christian Nocke (Hg.): Hören in Schulen. Ergebnisse des Neunten Oldenburger Symposiums zur Psychologischen Akustik. Oldenburg: Bis, S. 39–47.
- Ternes, Elmar (2012): Einführung in die Phonologie. Darmstadt: Wiss. Buchges.
- Thibeault, Susan L.; Merrill, Ray M.; Roy, Nelson; Gray, Steven D.; Smith, Elaine M. (2004): Occupational risk factors associated with voice disorders among teachers. In: *Annals of Epidemiology* 14 (10), S. 786–792.
- Thomas, George; Jong, Felix de; Cremers, Cor; Kooijman, Piet (2006a): Prevalence of Voice Complaints, Risk Factors and Impact of Voice Problems in Female Student Teachers. In: *Folia Phoniatr Logop* 58, S. 65–84.
- Thomas, George; Kooijman, Piet; Cremers, Cor; Jong, Felix de (2006b): A comparative study of voice complaints and risk factors for voice complaints in female student teachers and practicing teachers early in their career. In: *Eur Arch Otorhinolaryngol* (263), S. 370–380.
- Tiesler, Gerhart (2002): Lärm in Schulen. In: Ludowika Huber, Joachim Kahlert und Maria Klatte (Hg.): Die akustisch gestaltete Schule. Auf der Suche nach dem guten Ton. Göttingen: Vandenhoeck und Ruprecht, S. 61–73.
- Tiesler, Gerhart; Oberdörster, Markus (2006): Lärm in Bildungsstätten. Dortmund, Bundesanst. für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
- Timmermans, Bernadette; Coveliers, Yannick; Meeus, Wil; Vandenabeele, Frits; van Looy, Linda; Wuyts, Floris (2011): The Effect of a Short Voice Training Program in Future Teachers. In: *Journal of Voice* 25 (4), S. e191–e198.
- Timmermans, Bernadette; Coveliers, Yannick; Wuyts, Floris L; van Looy, L. (2012): Voice Training in Teacher Education: The Effect of Adding an Individualized Microteaching Session of 30 Minutes to the Regular 6-Hour Voice Training Program. In: *Journal of Voice* 26 (5), S. 669.e1–669.e9.
- Titze, Ingo; Lemke, Julie; Montequin, Doug (1997): Populations in the U.S. Workforce Who rely on Voice as a primary Tool of Trade: A Preliminary Report. In: *Journal of Voice* 11 (3), S. 254–259.

- Trehub, S.E; Bull, D.; Schneider, B.A (1981): Infants' detection of speech in noise. In: *Journal of Speech and Hearing Research* 24 (2), S. 202–206.
- Treml, A.K; Becker, N. (2006): Lernen. In: Heinz-Hermann Krüger und Helsper Werner (Hg.): *Einführung in Grundbegriffe und Grundfragen der Erziehungswissenschaft*. Opladen: Budrich, S. 103–114.
- Triebig, Gerhard; Kentner, Michael; Schiele, Rainer (Hg.) (2011): *Arbeitsmedizin. Handbuch für Theorie und Praxis*. Stuttgart: Gentner.
- Twardella, Dorothee; Verdugo-Raab, Ulla; Perez-Alvarez, Carmelo; Steffens, Thomas; Zirngibl, Angelika; Bolte, Gabriele; Fromme, Hermann (2012): Zusammenfassung der Ergebnisse zum Forschungsvorhaben: Monitoring von Hörschwellenverschiebungen bei Jugendlichen in Bayern im Rahmen einer Kohortenstudie. Hg. v. Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit. Online verfügbar unter [http://www.lgl.bayern.de/downloads/gesundheit/arbeitsplatz\\_umwelt/doc/ergebnisse\\_ohrkan.pdf](http://www.lgl.bayern.de/downloads/gesundheit/arbeitsplatz_umwelt/doc/ergebnisse_ohrkan.pdf), zuletzt aktualisiert am 12.12.2012, zuletzt geprüft am 26.02.2014.
- Umweltbundesamt (2009): *Umwelt & Gesundheit, Heft 01/2009: Kinder-Umwelt-Survey (KUS) 2003/06, Lärm - Daten und Materialiensammlung, Deskription und Zusammenhangsanalysen*. Online verfügbar unter <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3617.pdf>, zuletzt aktualisiert am 12.03.2009, zuletzt geprüft am 12.04.2012.
- Unfallkasse Nord (2010): *Entspannung für alle Ohren Weniger Lärm in Kindertagesstätten*. Hg. v. Unfallkasse Nord. Hamburg, zuletzt geprüft am 30.11.2012.
- van Houtte, Evelyne; Claeys, Sofie; Wuyts, Floris; van Lierde, Kristiane (2011): The Impact of Voice Disorders Among Teachers: Vocal Complaints, Treatment-Seeking Behavior, Knowledge of Vocal Care, and Voice-Related Absenteeism. In: *Journal of Voice* 25 (5), S. 570–575.
- van Lierde, Kristiane M; Claeys, Sofie; Dhaeseleer, Evelin; Deley, S.; Derde, K.; Herregods, I. (2010a): The Vocal Quality in Female Student Teachers During the 3 Years of Study. In: *Journal of Voice* 24 (5), S. 599–605.
- van Lierde, Kristiane M.; D'haeseleer, Evelien; Wuyts, Floris L.; Ley, Sophia de; Geldof, Ruben; Vuyst, Julie de; Claeys, Sofie (2010b): The Objective Vocal Quality, Vocal Risk Factors, Vocal Complaints, and Corporal Pain in Dutch Female Students Training to be Speech-Language Pathologists During the 4 Years of Study. In: *Journal of Voice* 24 (5), S. 592–598.
- van Summers, W. Pisoni David; Bernacki, Robert; Pedlow, Robert; Stokes, Michael (1988): Effects of noise on speech production: Acoustic and perceptual. In: *J. Acoust. Soc. Am* 84 (3), S. 917–928.
- Verdolini, Katherine; Ramig, Lorraine O. (2001): Review: Occupational risks for voice problems. In: *Logoped Phoniatr Vocol* 26 (1), S. 37–46.
- Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung - ArbStättV) (2010). Online verfügbar unter [http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/arbst\\_ttv\\_2004/gesamt.pdf](http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/arbst_ttv_2004/gesamt.pdf), zuletzt aktualisiert am 18.10.2011, zuletzt geprüft am 31.07.2012.

- Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibrationen (Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung - LärmVibrationsArbSchV) (2010). Online verfügbar unter [http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/l\\_rmvibrationsarbschv/gesamt.pdf](http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/l_rmvibrationsarbschv/gesamt.pdf), zuletzt aktualisiert am 05.04.2013, zuletzt geprüft am 26.04.2013.
- Vilkman, Erkki (1996): Occupational risk factors and voice disorders. In: *Log Phon Vocol* (21), S. 137–141.
- Vilkman, Erkki (2000): Voice Problems at Work: A Challenge for Occupational Safety and Health Arrangement. In: *Folia Phoniatr Logop* 52, S. 120–125.
- Vilkman, Erkki (2004): Occupational Safety and Health Aspects of Voice and Speech Professions. In: *Folia Phoniatr Logop* 56 (4), S. 220–253.
- Vilkman, Erkki; Lauri, Eija-Riitta; Alku, Paavo; Sala, Eeva; Sihvo, Marketta (1998): Ergonomic conditions and voice. In: *Log Phon Vocol* 23 (1), S. 11–19.
- Vintturi, Juha; Alku, Paavo; Sala, Eeva; Sihvo, Marketta; Vilkman, Erkki (2003): Loading-Related Subjective Symptoms during a Vocal Loading Test with Special Reference to Gender and Some Ergonomic Factors. In: *Folia Phoniatica et Logopaedica* 55 (2), S. 55–69.
- Voigt-Zimmermann, Susanne (2011): Zum Einfluss gestörter Stimmen auf den Verstehensprozess bei Schülern. In: Ines Bose und Baldur Neuber (Hg.): *Interpersonelle Kommunikation*. Frankfurt am Main: Lang (39), S. 269–275.
- Wagner, G. (1974): Umweltbedingungen in Kindereinrichtungen. In: Karlheinz Renker (Hg.): *Hygiene in Halle Neustadt*. Berlin: Volk und Gesundheit, S. 132–140.
- Wedel, H. von (2001): Fehlermöglichkeiten in der Ton- und Sprachaudiometrie. In: *HNO* 49, S. 939–953.
- Weigelt, S.; Krischke, S.; Klotz, M.; Hoppe, U.; Köllner, V.; Eysholdt, U.; Rosanowski, F. (2004): Voice Handicap Index. In: *HNO* 52 (8).
- Wendler, Jürgen (1997): Stimmstörungen. In: *Laryngo-Rhino-Otol* 76, S. 327–331.
- Wendler, Jürgen; Seidner, Wolfram; Kittel, Gerhardt; Eysholdt, Ulrich (1996): *Lehrbuch der Phoniatrie und Pädaudiologie*. Stuttgart: Thieme.
- Wendler, Jürgen; Seidner, Wolfram; Eysholdt, Ulrich (2005): *Lehrbuch der Phoniatrie und Pädaudiologie*. Stuttgart: Thieme.
- Werner, Lynne A. (2007): Issues in human auditory development. In: *Journal of Communication Disorders* 40 (4), S. 275–283.
- Wiese, Richard (2011): *Phonetik and Phonologie*. Paderborn: Fink.
- Wightman, Frederic L.; Callahan, Michael R.; Lutfi, Robert A.; Kistler, Doris J.; Oh, Eunmi L. (2003): Children's detection of pure-tone signals: Informational masking with contralateral maskers. In: *J Acoust Soc Am* 113 (6), S. 3297–3305.
- Williams, N.R (2003): Occupational groups at risk of voice disorders: a review of the literature. In: *Occup. Med.* 53, S. 456–460.

- Wilson Arboleda, Barbara M.; Frederick, Arlette L. (2008): Considerations for Maintenance of Postural Alignment for Voice Production. In: *Journal of Voice* 22 (1), S. 90–99.
- Wittenberg, Reinhard (1998): Grundlagen computerunterstützter Datenanalyse. Stuttgart: G. Fischer.
- Wuttke, Martina (1988): Untersuchungen zum Einfluß der Sprechstimme der Kindergärtnerin auf Stimmgebrauch und Aufmerksamkeit der Kinder. Diss.: Hochschulschrift Halle.
- Wuyts, Floris; Molenberghs, Geert; Remacle, Marc; Heylen, Louis; Millet, Benoite; van Lierde, Kristiane et al. (2000): The Dysphonia Severity Index: An Objective Measure of Voca Quality Based on a Multiparameter Approach. In: *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, S. 798–809.
- Yacullo, William S.; Hawkins, David B. (1987): Speech Recognition in Noise and Reverberation by School-Age Children. In: *Int J Audiol* 26, S. 235–264.
- Yiu, Edwin M-L (2002): Impact and Prevention of Voice Problems in the Teaching Profession. In: *Journal of Voice* 16 (2), S. 215–229.
- Zacharenakis, Konstantin (1998): Qualität der Kinderbetreuung und -erziehung in Griechenland. In: W.E Fthenakis und R.M Textor (Hg.): *Qualität von Kinderbetreuung. Konzepte, Forschungsergebnisse, internationaler Vergleich*. Weinheim ; Basel: Beltz, S. 207–218.
- Zahnert, Thomas (2011): Differenzialdiagnose der Schwerhörigkeit. In: *Deutsches Ärzteblatt* 108 (25), sS. 433–443.
- Zeh, Roland (2004): Kommunikationsbarrieren- durch Technik überwindbar? In: Christa Schlenker-Schulte (Hg.): *Barrierefreie Information und Kommunikation. Hören - sehen - verstehen in Arbeit und Alltag*. Villingen-Schwenningen: Neckar-Verl., S. 79–94.
- Zeh, Roland (2008): Kommunikationstaktik und technische Hilfsmittel helfen Hörstress vermeiden. In: Christa Schlenker-Schulte (Hg.): *Barrieren überwinden - Teilhabe ist möglich!* Villingen-Schwenningen: Neckar-Verl., S. 123–142.
- Zenner, Hans-Peter (1994): *Hören. Physiologie, Biochemie, Zell- und Neurobiologie*. Stuttgart: Thieme.
- Zenner Hans- Peter; Struwe, V.; Schuschke, G.; Spreng, Manfred; Stange, G.; Plath, Peter et al. (1999): Gehörschäden durch Freizeitlärm. In: *HNO* 47, S. 236–248.
- Ziegler, Johannes C.; Pech-Georgel, Catherine; George, Florence; Alario, F.-Xavier; Lorenzi, Christian (2005): Deficits in speech perception predict language learning impairment. In: *PNAS* 102 (39), S. 14110–14115.
- Ziegler, Johannes C.; Pech-Georgel, Catherine; George, Florence; Lorenzi, Christian (2009): Speech-perception-in-noise deficits in dyslexia. In: *Developmental Science* 12 (5), S. 732–745.
- Ziegler, Johannes C.; Pech-Georgel, Catherine; George, Florence; Lorenzi, Christian (2011): Noise on, voicing off: Speech perception deficits in children with specific language impairment. In: *Journal of Experimental Child Psychology* 110 (3), S. 362–372.
- Zimmermann, Susanne (1996): Zur Prophylaxe und Therapie kindlicher Stimmstörungen. In: Siegrun Lemke und Susanne (Hg.) Thiel (Hg.): *Sprechen-reden-mitteilen. Prozesse allgemeiner und spezifischer Sprechkultur*. München Basel: Ernst Reinhardt Verlag; E. Reinhardt, S. 98–103.
- Zwicker, Eberhard (1982): *Psychoakustik*. Berlin, New York: Springer-Verlag.

## DIN NORMEN

(eingesehen bei: Mitteldeutsche Informations-, Patent-, Online-Service GmbH (mipo), Julius-Ebeling-Straße 6, 06112 Halle)

- DIN 45641 Mittelung von Schallpegeln
- DIN 61672 Anforderungen an Schallpegelmesser
- DIN 18041 Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen
- DIN EN 60 645 – 1 Reinton-Audiometer
- DIN EN 60 318 – 1 Akustik-Simulatoren des abgeschlossenen Kopfes und Ohres: Ohrsimulator zur Messung von supraauralen und circumauralen Kopfhörern
- DIN EN 60 318 – 6 Akustik-Simulatoren des abgeschlossenen Kopfes und Ohres: Mechanischer Kuppler für Messungen an Knochenleitungshörern
- DIN ISO 8253 Audiometrische Prüfverfahren - Grundlegende Verfahren der Luft- und Knochenleitungs-Schwelenaudiometrie mit reinen Tönen (einschließlich Anforderungen an Grenzwerte für eine Hörkabine)
- DIN EN ISO 7029 Statistische Verteilung von Hörschwellen als eine Funktion des Alters

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

- Abbildung 1: Dynamikbereich des Ohres aus Zenner 1994, S.3
- Abbildung 2: Ton-Klang-Geräusch aus Hellbrück/Ellermeier 2004, S.55
- Abbildung 3: Skalen der Tonalität aus Pompino-Marschall 2003, S. 156
- Abbildung 4: Hör-Sprach-Kreis aus Friedrich/Bigenzahn 1995, S. 22
- Abbildung 5: Signalphonetisches Band nach Wiese 2011, S.14
- Abbildung 6: Übersicht Stimmlippenschwingung aus Wendler/Seidner 1996, S. 55
- Abbildung 7: Vokalviereck aus Wendler/Seidner 2005, S. 22
- Abbildung 8: Übersicht über die Konsonanten aus Wendler/Seidner 2005, S.225
- Abbildung 9: Quelle-Filter-Theorie aus Nawka/Wirth S.64
- Abbildung 10: Sonagramm Stimmaufnahme
- Abbildung 11: Darstellung des Ohres aus Goldstein 2008, S. 267
- Abbildung 12: Cochlea-Querschnitt aus Goldstein 2008, S.270

- Abbildung 13: Schematische Darstellung der Hörbahn aus Hesse 2008, S.22
- Abbildung 14: Erkennung der Silbe /ba/ aus Spreng 2008a, S. 119
- Abbildung 15: Schema paralleler Verarbeitung aus Spreng 2008a, S. 124
- Abbildung 16: Sprachverständlichkeit im Lärm aus Tiesler/Oberdoerster 2006, S.13
- Abbildung 17: Lärmwirkungen nach Rohrmann 1990, S. 667
- Abbildung 18: Hochtonsenke aus Mrowinski/Scholz (2006, S. 25)
- Abbildung 19: Untersuchungsablauf
- Abbildung 20: Vergleichende Altersstruktur der Erzieherinnen in Sachsen-Anhalt, Stadt Halle, vorliegende Untersuchung (Landesverwaltungsamt 2011b; eigene Berechnungen)
- Abbildung 21: Übersicht über absolvierte Dienstjahre der Probandinnen
- Abbildung 22: Arbeitsbelastungen der Erzieherinnen
- Abbildung 23: Subjektive Stimmbewertung allgemein und am Tag der Untersuchung
- Abbildung 24: Verteilung der Summenwerte des VHI
- Abbildung 25: Häufigkeitsverteilung: subjektive Selbsteinschätzung VHI
- Abbildung 26: Häufigkeitsverteilung: auditive Analyse der Heiserkeit RBH
- Abbildung 27: Häufigkeitsverteilung: Verrechnung akustischer Parameter DSI
- Abbildung 28: Übersicht über Graduierungen von VHI, RBH und DSI
- Abbildung 29: Subjektive Einschätzung des Hörvermögens allgemein
- Abbildung 30: Hörschwellenmittelwerte für verschiedene Altersgruppen
- Abbildung 31: Angaben zur Tinnitusbelastung
- Abbildung 32: Verteilung zu den Angaben ‚Hören in Ruhe‘ (ha\_sum) und ‚Hören im Störschall‘ (hb\_sum)
- Abbildung 33: Übersicht über erlebte Sprecherziehung/Stimmbildung während der Ausbildung der Erzieherinnen
- Abbildung 34: Übersicht über Einschätzung der Erzieherinnen zur Frage nach der Notwendigkeit von Stimmtauglichkeitsuntersuchungen vor der Ausbildung
- Abbildung 35: Übersicht über Einschätzung der Erzieherinnen zur Frage nach der Notwendigkeit von Sprecherziehung/Stimmbildung für Erzieherinnen

## TABELLENVERZEICHNIS

- Tabelle 1: Übersicht über Untersuchungen zur Lärmbelastungen bei Erzieherinnen
- Tabelle 2: Übersicht über Lärmmessungen in Kindertagesstätten
- Tabelle 3: Empfehlungen der WHO (vgl. Berglund et al. 1995, S. 15)
- Tabelle 4: Typische Lärmquellen in Klassenräumen (nach Mac Kenzie/Airey 1999)
- Tabelle 5: Schallpegel der Sprecher in 1m Abstand vom Mund des Sprechers (männlich) für angegebene Sprechweisen (vgl. Lazarus et al. 2007, S. 76)
- Tabelle 6: Klassifikation (nach Vilkmann 2000, S. 122)
- Tabelle 7: Untersuchungen zum Stimmvergleich: Lehrer und andere Berufsgruppen
- Tabelle 8: Untersuchungen zur Prävalenz von Stimmstörungen bei Lehrern
- Tabelle 9: Untersuchungen bei Lehramtsstudierenden
- Tabelle 10: Übersicht über Stimmtrainings bei Lehrerinnen und Studierenden
- Tabelle 11: Übersicht über die Untersuchungen zur Erzieherinnenstimme
- Tabelle 12: Übersicht über die Wirkung gestörter Stimmen
- Tabelle 13: Untersuchungen zum lärmbedingten Hörverlust bei Erzieherinnen
- Tabelle 14: Übersicht über die Kitas in Sachsen- Anhalt, Halle und der Untersuchung
- Tabelle 15: Diagnosemethoden mit Untersuchungsbereichen gemäß ELS aus Brockmann-Bauser/Bohlender (2014, S. 15)
- Tabelle 16: Grad der Einschränkung durch die Stimme nach dem VHI nach Nawka/Wirth (2008, S. 181) und nach Gräbel et al. (2008, S. 1228)
- Tabelle 17: Grad der Einschränkung durch die Stimme nach dem DSI nach Nawka/Wirth 2008, S. 178; Brockmann-Bauser/Bohlender 2014, S.69; Schneider-Stickler/Bigenzahn 2013, S. 173 und Hoppe et al. 2002, S. 127
- Tabelle 18: Hörverlustgrenzen nach G 20 (nach Feldmann/Brusis 2012, S. 243)
- Tabelle 19: Übersicht über Mittelwerte und Standardabweichung VHI
- Tabelle 20: Übersicht über die RBH-Beurteilung (Gruppenurteil, gemittelte Werte)
- Tabelle 21: Werte (gemittelt) Reintonaudiometrie
- Tabelle 22: Vergleichende Übersicht über die Wirkung gestörter Stimmen/Lärm

## FRAGEBOGEN

\_ / \_ \_ / \_ \_

Fragebogen zur subjektiven Bewertung von Stimme und Gehör bei Erzieherinnen

Sehr geehrte Erzieherinnen und Erzieher,  
im Rahmen meiner Dissertation an der Martin- Luther- Universität Halle- Wittenberg beschäftige ich mich mit den Bereichen Stimme, Sprechen und Hören von Erzieherinnen als wichtige Arbeitsinstrumente des Berufs. Da die subjektive Beurteilung ein wichtiger Bestandteil der Gesamteinschätzung ist, bitte ich Sie um die vollständige Beantwortung der folgenden Fragen. Die Auswertung der Fragen erfolgt anonym. Sollte der Platz für die Beantwortung der Fragen nicht ausreichen, können Sie gern die Rückseite des Blattes nutzen. Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!

Wie geht es Ihnen heute? O sehr gut O gut O nicht so gut

(für die Beantwortung der Fragen: 0= normal, 1= leichtgradig gestört, 2= mittelgradig gestört, 3 = hochgradig gestört)

Wie schätzen Sie Ihre Stimme im Allgemeinen ein? 0 1 2 3

Wie schätzen Sie Ihre Stimme heute ein? 0 1 2 3

Haben Sie wegen Ihrer Stimme schon mal fachmännischen Rat gesucht? O ja O nein

Wenn ja, welchen? (z.B. Arzt / Therapie/ Stimmbildung)

---

Waren Sie wegen der Stimme arbeitsunfähig? O ja O nein

Wenn ja, wie lange?

---

Wie schätzen Sie Ihr Hörvermögen im Allgemeinen ein? 0 1 2 3

Haben Sie wegen Ihres Gehörs schon mal fachmännischen Rat gesucht? O ja O nein

Wenn ja, welchen? (z.B. Arzt /Hörgeräteakustiker)

---

Waren Sie wegen des Gehörs arbeitsunfähig? O ja O nein

Wenn ja, wie lange?

---

Wie schätzen Sie Ihre sprecherische Vorbildfunktion ein? 0 1 2 3

Haben Sie wegen Ihres Sprechens schon mal fachmännischen Rat gesucht? O ja O nein

Wenn ja, welchen? (z.B. Arzt/Therapie/Sprecherziehung)

---



---



_ / _ _ / _ _
---------------

Differenzierte Fragen zur Stimm- und Hörwahrnehmung:

Das sind Fragestellungen, mit denen viele Leute ihre Stimme und die Wirkung ihrer Stimme bzw. des Hörens auf ihr Leben beschreiben. Kreuzen Sie die Antwort an, die anzeigt, wie häufig Sie diese Erfahrung machen. Antworten: 0 = nie, 1 = selten, 2 = manchmal, 3 = oft, 4 = immer

Man hört mich wegen meiner Stimme schlecht.	0	1	2	3	4	F
Beim Sprechen geht mir die Luft aus.	0	1	2	3	4	P
Anderen fällt es schwer, mich in einem lauten Raum zu verstehen.	0	1	2	3	4	F
Der Klang meiner Stimme ändert sich im Laufe des Tages.	0	1	2	3	4	P
Meine Familie hört mich kaum, wenn ich zuhause nach ihnen rufe,	0	1	2	3	4	F
Ich benutze das Telefon seltener, als ich eigentlich möchte.	0	1	2	3	4	F
Wegen meiner Stimme bin ich angespannt, wenn ich mich mit anderen unterhalte.	0	1	2	3	4	E
Vielen Leuten geht meine Stimme anscheinend auf die Nerven.	0	1	2	3	4	E
Ich meide größere Gruppen wegen meiner Stimme.	0	1	2	3	4	F
Ich werde gefragt, was mit meiner Stimme los sei.	0	1	2	3	4	P
Wegen meiner Stimme spreche ich seltener mit Freunden, Nachbarn und Verwandten.	0	1	2	3	4	F
Im direkten Gespräch werde ich gebeten zu wiederholen, was ich gesagt habe.	0	1	2	3	4	F
Meine Stimme klingt unangenehm kratzig und rau.	0	1	2	3	4	P
Ich habe das Gefühl, dass ich mich anstrengen muss, wenn ich meine Stimme benutze.	0	1	2	3	4	P
Ich glaube, dass andere mein Stimmproblem nicht verstehen.	0	1	2	3	4	E
Meine Stimm Schwierigkeiten schränken mich in meinem Privatleben ein.	0	1	2	3	4	F
Bevor ich spreche, weiß ich nicht, wie klar meine Stimme klingen wird.	0	1	2	3	4	P
Ich versuche meine Stimme so zu verändern, dass sie anders klingt.	0	1	2	3	4	P
Ich fühle mich bei Unterhaltungen wegen meiner Stimme ausgeschlossen.	0	1	2	3	4	F
Ich muss mich beim Sprechen sehr anstrengen.	0	1	2	3	4	P
Abends ist meine Stimme schlechter.	0	1	2	3	4	P
Wegen meines Stimmproblems habe ich Einkommensverluste.	0	1	2	3	4	F
Mein Stimmproblem bedrückt mich.	0	1	2	3	4	E
Ich bin weniger kontaktfreudig wegen meines Stimmproblems.	0	1	2	3	4	E
Ich empfinde mein Stimmproblem als Behinderung.	0	1	2	3	4	E
Meine Stimme versagt mitten im Sprechen.	0	1	2	3	4	P
Ich ärgere mich, wenn man mich bittet, etwas zu wiederholen	0	1	2	3	4	E

Antworten: 0= nie, 1 = selten, 2 = manchmal, 3 = oft, 4 = immer		
Es ist mir peinlich, wenn Leute mich bitten, etwas zu wiederholen.	0 1 2 3 4	E
Wegen meiner Stimme fühle ich mich unfähig.	0 1 2 3 4	E
Ich schäme mich wegen meines Stimmproblems.	0 1 2 3 4	E
Können Sie Radiosendungen mühelos bei Zimmerlautstärke verstehen?	0 1 2 3 4	R
Können Sie telefonieren, während der Fernseher auf Zimmerlautstärke läuft?	0 1 2 3 4	S
Sie sind in der Stadt als Fußgänger unterwegs und hören plötzlich lautes Reifenquietschen. Wissen Sie sofort, aus welcher Richtung das Geräusch kam?	0 1 2 3 4	RH
Wie häufig haben Sie ein Geräusch in Ihrem Kopf oder Ihren Ohren (z.B. Ohrensausen)?	0 1 2 3 4	T
Fühlen Sie sich durch die Schwierigkeiten mit Ihrem Gehör in Ihrem sozialen und persönlichen Leben beeinträchtigt?	0 1 2 3 4	PH
Können Sie in einem ruhigen Zimmer hören, wenn das Telefon oder die Türglocke klingelt?	0 1 2 3 4	R
Sie sind mit mehreren Personen zusammen in einem Raum. Haben Sie Schwierigkeiten, die Gespräche um Sie herum zu verstehen?	0 1 2 3 4	S
Wie häufig bemerken Sie im täglichen Leben Ihre Schwerhörigkeit?	0 1 2 3 4	PH
Kommt es vor, dass Sie von einem Geräusch im Ohr (z.B. Ohrensausen) wach werden?	0 1 2 3 4	T
Fühlen Sie sich gelangweilt oder bedrückt, wenn Sie Schwierigkeiten haben, einer Unterhaltung zu folgen?	0 1 2 3 4	PH
Können Sie das Öffnen einer Tür hören, wenn Sie sich in einem ruhigen Raum befinden?	0 1 2 3 4	R
Sie befinden sich in einem gut besuchten Lokal oder auf einer Party. Können Sie sich ohne Schwierigkeiten unterhalten?	0 1 2 3 4	S
Sie befinden sich mit mehreren Personen in einem Raum. Es spricht Sie jemand an, den Sie nicht sehen können. Können Sie sagen, von wo aus diese Person spricht?	0 1 2 3 4	RH
Bedrückt es Sie, ein Geräusch im Ohr zu haben (z.B. Ohrensausen)?	0 1 2 3 4	T
Glauben Sie, dass Ihre Mitmenschen sich lustig darüber machen, wenn Sie etwas nicht richtig hören?	0 1 2 3 4	PH
Sie gehen in einer ruhigen Gegend mit jemandem spazieren. Können Sie sich problemlos unterhalten?	0 1 2 3 4	R
Sie fahren im Auto, Bus oder Zug. Können Sie sich mühelos unterhalten?	0 1 2 3 4	S
Es spricht Sie jemand an. Kommt es vor, dass Sie den Kopf in die falsche Richtung drehen?	0 1 2 3 4	RH
Wie häufig haben Sie das Gefühl, dass Ihre Mitmenschen undeutlich reden?	0 1 2 3 4	S
Können Sie sich mit einem Menschen in ruhiger Umgebung unterhalten, auch wenn Sie ihn nicht ansehen?	0 1 2 3 4	R
Sie befinden sich in einem Raum, in dem Schreibmaschinen klappern bzw. Musik oder sonstige Geräusche zu hören sind. Können Sie sich ohne Schwierigkeiten unterhalten?	0 1 2 3 4	S

_ / _ _ / _ _
---------------

Welchen Ausbildungsabschluss haben Sie? \_\_\_\_\_

Wie viele Jahre arbeiten Sie im Kindergarten?

Wie viele Stunden arbeiten Sie durchschnittlich in der Woche?  bis 20  bis 30h  bis 40 h

Leiten Sie eine Gruppe?  ja  nein falls ja:  allein  zu zweit  zu dritt

Wie viele Kinder sind in Ihrer Gruppe? \_\_\_\_\_

Welche Altersstufe betreuen Sie? \_\_\_\_\_

Die Arbeit macht:  sehr viel Freude  viel Freude  etwas Freude  kaum Freude  gar keine Freude

Was empfinden Sie als besonders anstrengend? (Mehrfachnennung möglich)

Sprechen  Singen  Lärm  Disziplinverstöße der Kinder  Verhältnis zu den Kollegen  Anderes:

Erfolgte vor oder während der Ausbildung eine Stimmtauglichkeitsuntersuchung?  ja  nein

Hatten Sie während Ihrer Ausbildung Musikunterricht?  ja  nein  weiß nicht

Welche Qualifikation hatte der Lehrer?  Musiklehrer  weiß nicht

Welche Qualität hatte der Unterricht für Sie?  sehr gut  gut  befriedigend  ausreichend  mangelhaft

Hatten Sie während der Ausbildung Sprecherziehung / Stimmbildung?  ja  nein  weiß nicht

Welche Qualifikation hatte der Lehrer?  Sprechwissenschaftler  Deutschlehrer  Musiklehrer  weiß nicht

Welche Qualität hatte der Unterricht für Sie?  sehr gut  gut  befriedigend  ausreichend  mangelhaft

Wie sinnvoll finden Sie eine Stimmtauglichkeitsuntersuchung vor der Ausbildung?

sehr sinnvoll  sinnvoll  wenig sinnvoll  gar nicht sinnvoll

Wie sinnvoll finden Sie Sprecherziehung/Stimmbildung für Ihren Beruf?

sehr sinnvoll  sinnvoll  wenig sinnvoll  gar nicht sinnvoll

Wann sollte der Unterricht stattfinden?  in der Ausbildung  berufsbegleitend  Anderes:

Wie viel wären Sie bereit, für einen Kurs von 20 Unterrichtsstunden zu zahlen?

nichts  bis maximal 50,00 €  50 – 150 €  150 – 300 €  300 – 500 €  mehr als 500 €

Welche Ausbildungsinhalte würden Sie sich wünschen? (Mehrfachnennung möglich)

Atemübungen  Stimmtraining Sprechen  Stimmtraining Singen  Ausspracheübungen  Erkennen von Sprach- und Stimmstörungen bei Kindern  Stimmhygiene  Anderes:

Fragen zu Ihrer Person:

Alter:

Geschlecht:

weiblich  männlich

## KINDERGARTENÜBERSICHT

Kindergarten	Codenr.	Grundlautstärke	Datum	Teilnehmer
Freie Trägerschaft	101	34 dB	12.01.12	4
Freie Trägerschaft	102	33 dB	19.01.12	6
Freie Trägerschaft	103	33 dB	25.01.12	3
Städtischer Kindergarten	104	33 dB	31.01.12	8
Freie Trägerschaft	105	34,5 dB	02.02.12	4
Freie Trägerschaft	106	33,4 dB	16.02.12	6
Freie Trägerschaft	107	33,9 dB	17.02.12	12
Städtischer Kindergarten	108	34,7 dB	29.02.12 02.03.12	14
Freie Trägerschaft	109	32 dB	08.03.12	10
Freie Trägerschaft	110	33,2 dB	12.03.12 14.03.12	14
Freie Trägerschaft	111	33,7 dB	13.03.12 15.03.12	20
Städtischer Kindergarten	112	33,3 dB	28.03.12	6
				107

## GRUPPENBEURTEILUNG RBH

Die Hörbeispiele wurden in 2 Varianten aufgenommen (Variante A/B), die randomisierte Reihenfolgen der Aufnahmen sollen dem Effekt des „Einhörens“ entgegenwirken.

Die Zuordnung zur jeweiligen Expertengruppe erfolgte durch Selbsteinschätzung der Teilnehmerinnen aufgrund folgender Kategorisierung:

Gruppe 1: keine Erfahrung mit der Einschätzung von Stimme und/ oder Sprache

Gruppe 2: Erfahrungen mit der Einschätzung von Stimme/ Sprache, aber keine Sprecherziehung / Stimmbildung (vor allem mit Stimmbezug) im letzten ½ Jahr

Gruppe 3: Erfahrungen mit der Einschätzung von Stimme/ Sprache, sowie Sprecherziehung / Stimmbildung (vor allem mit Stimmbezug) im letzten ½ Jahr

Folgende Tabelle zeigt eine Übersicht über die Teilnehmer an der auditiven Einschätzung nach der RBH- Skalierung

Gruppe	Ausbildung	Variante
1	Master of Arts in Technischer Redaktion und Wissenskommunikation, Dipl. Inf. (FH)	A
1	Lehramt Förderschule	A
1	Diplom Kultur- und Medienpädagoge	A
2	Logopädin	B
2	Dipl. Erziehungswissenschaft mit Schwerpunkt Sprachbehinderungen	A
2	BA Sprechwissenschaft	A
2	Diplom Sprechwissenschaft	A
2	Magister: Linguistik	A
3	Diplom Sprechwissenschaft	B
3	Master Sprechwissenschaft	A
3	Diplom Sprechwissenschaft	B
3	Diplom Sprechwissenschaft	B

## WERTE HEISERKEITSEINSCHÄTZUNG

Probanden	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12
10101	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
10102	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	2	1
10103	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
10104	1	1	1	0	2	1	1	1	1	2	2	1
10201	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
10202	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1
10203	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10204	2	2	1	0	2	1	1	1	2	1	2	1
10205	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1
10301	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
10302	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0
10303	2	1	2	1	2	2	2	1	1	1	2	2
10401	1	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	1
10402	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
10403	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1
10404	1	2	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2
10405	1	2	2	2	2	2	1	1	2	1	1	2
10406	1	1	2	1	1	2	0	0	1	0	1	1
10407	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
10408	0	1	1	1	2	0	1	1	1	1	2	1

Probanden	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12
10501	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0
10502	1	2	0	1	1	2	1	1	2	1	1	1
10503	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1
10504	1	1	0	0	2	0	1	0	1	0	1	0
10601	1	1	0	0	1	0	0	2	1	1	1	1
10602	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2
10603	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
10604	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0
10605	1	1	1	0	2	1	0	1	1	0	1	1
10606	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2
10701	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
10702	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
10703	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1
10704	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2
10705	1	2	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2
10706	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
10707	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
10708	1	1	0	1	1	2	0	1	1	1	0	1
10709	1	2	0	1	1	1	2	1	1	1	1	1
10710	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	1	2
10711	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1
10712	0	1	0	0	2	0	1	1	1	1	1	1
10801	1	2	2	1	2	2	1	2	2	0	1	1
10802	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
10803	1	2	1	0	1	1	1	1	1	2	1	1
10804	1	1	2	1	1	1	0	2	2	1	1	1
10805	1	1	2	1	1	1	1	2	2	2	1	1
10806	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2
10807	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
10808	1	1	2	0	1	1	1	1	2	0	1	1
10809	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0
10810	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
10811	1	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	1
10812	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1
10813	2	2	1	0	1	2	2	2	2	1	2	2
10814	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0
10902	1	1	1	2	2	2	1	2	1	1	1	1
10903	1	1	0	0	2	2	0	1	1	0	0	1
10904	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
10905	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
10906	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2
10907	1	1	1	1	2	2	0	1	1	2	1	1

Probanden	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12
10908	2	1	2	1	2	2	2	1	2	1	1	2
10909	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2
10910	0	1	1	1	2	1	0	1	1	1	1	0
11001	1	0	1	0	1	0	1	2	1	1	1	1
11002	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2
11003	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0
11004	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2
11005	1	0	0	0	1	1	0	1	2	0	0	1
11006	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	1	2
11007	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	2	1
11008	1	2	2	1	2	1	1	2	1	1	0	1
11009	1	0	1	1	2	1	0	1	1	0	0	1
11010	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
11011	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	2
11012	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
11013	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
11014	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2
11101	1	1	1	1	2	0	0	2	1	2	1	1
11102	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
11103	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1
11104	1	1	1	1	1	1	2	1	1	0	1	1
11105	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1
11106	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
11107	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1
11108	1	0	2	1	1	1	0	0	1	1	1	1
11109	1	2	2	1	1	2	1	1	2	2	1	1
11110	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
11111	1	1	2	0	1	0	1	1	1	1	0	1
11112	1	2	2	1	2	2	1	1	1	1	1	2
11113	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
11114	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1
11115	1	1	0	1	2	1	1	2	2	1	1	2
11116	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0
11117	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
11118	1	2	1	0	1	1	2	1	2	1	1	1
11119	2	1	2	2	2	2	0	2	1	2	1	2
11120	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
11201	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1
11202	1	2	2	1	0	2	1	1	2	2	1	1
11203	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1
11204	1	1	1	0	2	2	1	1	1	1	0	1
11205	2	1	2	1	2	2	2	1	2	1	1	2
11206	1	1	2	1	1	2	1	1	2	2	1	2

## WERTE DSI

Probanden	THD/sec.	db low	Fo <sub>high</sub>	Jitter
10101	12,26	54	469	0,157
10102	11,5	52	539	0,291
10103	9,89	57	591	0,563
10104	16,63	53	698	0,292
10201	13,19	52	818	0,283
10202	6,16	51	606	0,232
10203	7,57	51	742	0,258
10204	18,92	55	456	0,298
10205	15,18	57	208	0,199
10301	17,05	51	718	0,199
10302	11,05	51	735	0,282
10303	13,1	52	513	0,513
10401	11,29	56	400	0,315
10402	7,09	57	947	0,333
10403	13,05	56	913	0,244
10404	11,25	54	292	0,278
10405	12,03	53	675	0,206
10406	19,53	53	807	0,228
10407	27,84	55	511	0,2
10408	9,33	52	570	0,221
10501	10,14	49	569	0,905
10502	14,03	52	670	0,332
10503	13,61	53	727	0,26
10504	17,72	54	983	0,355
10601	13,53	50	708	0,347
10602	9,79	55	509	0,185
10603	11,37	57	762	0,216
10604	21,32	54	509	0,486
10605	12,68	50	662	0,284
10606	13,11	49	469	0,88
10701	4,07	52	523	0,86
10702	10,04	52	931	0,569
10703	11,93	54	587	0,206
10704	18,98	54	596	0,155
10705	8,43	57	599	0,233
10706	17,59	50	799	0,12
10707	8,29	52	704	0,397
10708	18,03	51	721	0,474
10709	21,21	52	414	0,145
10710	18,15	57	719	0,414
10711	19,3	51	718	0,138
10712	17,31	50	863	0,112
10801	12,21	52	453	0,515
10802	21,49	53	469	0,391

Probanden	THD/sec.	db low	Fo <sub>high</sub>	Jitter
10803	17,35	54	975	0,59
10804	12,27	54	609	0,289
10805	16,11	54	802	0,299
10806	15,66	50	660	0,207
10807	18,41	49	425	0,666
10808	21,18	53	480	0,19
10809	20,26	51	698	0,217
10810	6,19	51	532	0,272
10811	11,31	52	519	0,307
10812	23,25	51	382	0,395
10813	7,68	50	494	0,559
10814	18,49	49	695	0,282
10902	14,28	51	527	0,221
10903	14,34	52	735	0,113
10904	14,26	54	504	0,174
10905	11,49	54	359	0,386
10906	14,03	51	641	0,549
10907	16,18	54	419	0,28
10908	12,3	55	357	0,297
10909	8,67	54	422	0,278
10910	16,56	49	656	0,502
11001	13,57	54	628	0,261
11002	10,07	57	461	0,251
11003	18,18	52	464	0,226
11004	11,58	54	645	0,301
11005	18,14	52	587	0,362
11006	18,63	53	543	0,424
11007	18,27	51	543	0,227
11008	12,99	51	500	0,226
11009	18,89	51	702	0,244
11010	19,65	52	674	0,199
11011	8,64	54	432	0,91
11012	6,14	50	255	0,217
11013	6,77	57	207	0,485
11014	11,73	57	361	0,365
11101	10,35	55	639	0,61
11102	14,31	51	558	0,703
11103	12,34	51	528	0,226
11104	18,6	50	684	0,206
11105	15,91	52	861	0,415
11106	16,19	53	548	0,454
11107	17,56	49	798	1,921
11108	9,43	54	614	0,711
11109	10,67	51	306	0,335



11110	21,52	51	568	0,484
11111	12,64	49	548	0,371
11112	10,62	51	712	0,578
11113	17,86	51	829	0,422
11114	13,17	52	464	0,151
11115	19,7	53	445	0,364
11116	18,03	52	474	0,449
11117	8,14	51	465	0,407
11118	14,1	51	561	0,335
11119	17,35	56	386	0,636
11120	12,76	50	523	1,061
11201	10,83	52	490	0,477
11202	14,44	51	461	0,202
11203	13,89	52	598	0,253
11204	13,34	50	442	0,441
11205	13,09	51	486	0,73
11206	20,77	49	518	0,35

## BERECHNUNGEN ZUR HYPOTHESENPRÜFUNG

Hypothese 1 (H1): Der Anteil der Abweichung von der Norm bezüglich des Heiserkeitsgrad 2 bei der auditiven Einschätzung mit Hilfe der RBH- Skalierung ist größer als der Referenzwert von 5%.

Demgegenüber steht die folgende Nullhypothese:

Hypothese 1 (H1/0): Der Anteil der Abweichung von der Norm bezüglich des Heiserkeitsgrad 2 bei der auditiven Einschätzung mit Hilfe der RBH- Skalierung ist gleich dem Referenzwert von 5%.

Test auf Binomialverteilung						
	Kategorie	N	Beobachteter Anteil	Testanteil	Exakte Signifikanz (1-seitig)	
H_grad	Gruppe 1	<= 1	78	,74	,05	,000
	Gruppe 2	> 1	27	,26		
	Gesamt		105	1,00		

Hypothese 2 (H2): Es besteht ein Zusammenhang zwischen den stimmlichen Auffälligkeiten (VHI, RBH, DSI) und dem Alter der Erzieherinnen.

Demgegenüber steht die folgende Nullhypothese:

Hypothese 2 (H2/0): Es besteht kein Zusammenhang zwischen den stimmlichen Auffälligkeiten (VHI, RBH, DSI) und dem Alter der Erzieherinnen.

Alter:

Tests auf Normalverteilung						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz
Alter	,084	105	,067	,970	105	,018
a. Signifikanzkorrektur nach Lilliefors						

VHI:

Tests auf Normalverteilung						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz
VHI_sum	,123	107	,000	,881	107	,000
a. Signifikanzkorrektur nach Lilliefors						

Korrelationen				
			VHI_sum	Alter
Spearman-Rho	VHI_sum	Korrelationskoeffizient	1,000	-,053
		Sig. (2-seitig)	.	,593
		N	105	105
	Alter	Korrelationskoeffizient	-,053	1,000
		Sig. (2-seitig)	,593	.
		N	105	105

Heiserkeitsgrad (RBH):

Tests auf Normalverteilung						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz
H_mittel	,125	105	,000	,958	105	,002
a. Signifikanzkorrektur nach Lilliefors						

Korrelationen				
			Alter	H_grad
Kendall-Tau-b	Alter	Korrelationskoeffizient	1,000	,191*
		Sig. (2-seitig)	.	,016
		N	105	105
	H_grad	Korrelationskoeffizient	,191*	1,000
		Sig. (2-seitig)	,016	.
		N	105	105
Spearman-Rho	Alter	Korrelationskoeffizient	1,000	,231*
		Sig. (2-seitig)	.	,018
		N	105	105
	H_grad	Korrelationskoeffizient	,231*	1,000
		Sig. (2-seitig)	,018	.
		N	105	105

\*. Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant (zweiseitig).

DSI:

Tests auf Normalverteilung						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz
DSI	,057	105	,200*	,985	105	,303

\*. Dies ist eine untere Grenze der echten Signifikanz.  
a. Signifikanzkorrektur nach Lilliefors

Korrelationen			
		Alter	DSI
Alter	Korrelation nach Pearson	1	-,124
	Signifikanz (2-seitig)		,207
	N	105	105
DSI	Korrelation nach Pearson	-,124	1
	Signifikanz (2-seitig)	,207	
	N	105	105

Hypothese 3 (H3): Mehr als 11,25% der Audiogramme der Erzieherinnen zeigen beginnende audiometrische Kerben.

Demgegenüber steht die folgende Nullhypothese:

Hypothese 3 (H3/0): Bei 11,25% der Audiogramme der Erzieherinnen zeigen sich beginnende audiometrische Kerben.

Test auf Binomialverteilung						
	Kategorie	N	Beobachteter Anteil	Testanteil	Exakte Signifikanz (1-seitig)	
trans1	Gruppe 1	<= 0	148	,69	,11	,000
	Gruppe 2	> 0	66	,31		
	Gesamt		214	1,00		

Hypothese 4 (H4): Es zeigen sich signifikante Unterschiede bei der subjektiven Bewertung des ‚Hörens in Ruhe‘ im Verhältnis zum ‚Hören im Störschall‘.

Demgegenüber steht die folgende Nullhypothese:

Hypothese 4 (H4/0): Die Bewertung des ‚Hörens in Ruhe‘ ist gleich der Bewertung des ‚Hören im Störschall‘.

Tests auf Normalverteilung						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz
ha_sum	,259	105	,000	,646	105	,000
hb_sum	,119	105	,001	,926	105	,000

a. Signifikanzkorrektur nach Lilliefors


Ränge				
		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
hb_sum - ha_sum	Negative Ränge	74 <sup>a</sup>	48,38	3580,00
	Positive Ränge	16 <sup>b</sup>	32,19	515,00
	Bindungen	15 <sup>c</sup>		
	Gesamt	105		

a. hb\_sum < ha\_sum  
b. hb\_sum > ha\_sum  
c. hb\_sum = ha\_sum

Statistik für Testa	
	hb_sum - ha_sum
Z	-6,183 <sup>b</sup>
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,000

a. Wilcoxon-Test  
b. Basiert auf positiven Rängen.

# TECHNISCHE DATEN (AUDIOMETER)



**ELEKTROTECHNIK**  
**ELTECON**  
OLIVER HAHN

Handel  
Beratung  
Installation  
Kalibrierdienst  
Service & Reparatur

---

**messtechnisches Kontrollprotokoll nach §11 Abs. 5 der MPBetreibV. für Audiometer vom 29.06.1998**  
(Messverfahren und Beurteilung nach LMKM, DIN EN 60 645-1, DIN EN 60 645-2)

BETREIBER:		MESSGERÄT:		ZUBEHÖR:		
Name:	Vera Oelze	Geräteart:	Ton- Sprach- Freifeldaudiometer	Wandler	Typ	S/N
Straße:	Humboldtstraße 21	Gerätetyp:	VictonPORTY-4	LL1-links:	DT48A	A7563
PLZ, Ort:	06114 Halle	DS/CU-Geräte Nr.:	20400	LL1-rechts:	DT48A	A7564
Telefon:	0345 5523867	Baujahr:	1992	LL2-links:	HDA-200	none
Telefax:	0345 5527271	Klasse:	1	LL2-rechts:	HDA-200	none
eMail:	vera.oelze@paedagogik.	Hardware-Revision:	v1.01	KL-Hörer:	Oticon BCA20	69125
Protokoll-Nr.:	20.12.11	FirmWare Nr.:	PORTY v2.90	FF-Lautspr.:	none	none
Wart.-Vertr. Nr.:	None	CE-Kennzeichnung:	none	Verstärker:	intern	TDA1521
				CD-Player:	none	none
				USB-Treiber:	none	none

VERWENDETE NORMALE:					
Normal	Typ - S/N	Prüfschein	Normal	Typ - S/N	Prüfschein
akust.Kalibrator:	B+K 4231 - 1882263	24.04.2009	künstliches Mastoid:	B+K 4930 - 1864622	16.12.2007
künstliches Ohr:	B+K 4152 - 1832701	24.04.2009	Fluke Scopemeter:	123 - 944410123421	NODM6777139
Mikrofon:	B+K 4155 - 1744934	24.04.2009	Mikrofon:	B+K 4189 - 2519968	10.12.2009
Schallpegelmess.:	B+K 2231 - 1728238	30.04.2009	Schallpegelmesser:	B+K 2250 - 2506743	10.12.2009


  

SUBJEKTIVE PRÜFUNGEN:			OBJEKTIVE PRÜFUNGEN:		
zu prüfen	i.O.	n. i. O.	zu messen	i. O.	n. i. O.
Bedienungselemente:	✓		Druckkraft Kopfbügel LL:	✓	
Stecker, Netz- und Zubehörlösungen:	✓		Druckkraft Kopfbügel KL:	✓	
Ohrpolster:	✓		Frequenzgenauigkeit der Prüföne:	✓	
Sollwerteneinstellung Sprachpegel:	✓		Frequenzgang Sprachaudiometrie:	✓	
Beweglichkeit Kopfbügel-Drehgelenke:	✓		Schalldruckpegel LL:	✓	
Übersprechen Ton- Sprachaudiometrie:	✓		Schalldruckpegel Ipsi/Contra:		
Pegelsteller/Abschwächer:	✓		Kraftpegel Knochenleitung:	✓	
Unterbrechertaste:	✓		Sprachschallpegel Freifeld:	✓	
vergleichende Kontrolle Sprachsignal:	✓		Klirrfaktor Luft-/Knochenleitung:	✓	
Signalverzerrung, Störgeräusche:	✓		Vertäubungsgeräusch-Pegel:	✓	
Patienten-Signaltaste:	✓		Compliance:		
Mithörer Sprachaudiometrie:	✓		Bedienungsanleitung vorhanden:	✓	
Drucksystem Impedanzmessgeräten:	✓		Checkl. wöchentl. subj. Kontr. vorh.:	✓	


ERGEBNIS:		
	i.O.	n. i. O.
messtechnische Kontrolle:	✓	
sicherheitstechnische Kontrolle:	✓	

<b>DATUM:</b> 20.12.2011	<b>PRÜFER:</b> Oliver Hahn	<b>UNTERSCHRIFT:</b> 
-----------------------------	-------------------------------	--

ELTECON Elektrotechnik  
57074 Siegen

**nächster Kontrolltermin:**  
20.12.2012

**UNTERSCHRIFT:**  
  
D-57074 Siegen, Hoherweg 10  
Telefon: +49-(0)271-3300-410  
Telefax: +49-(0)271-3300-411



**VOR ORT AUFGENOMMENE MESSWERTE:**

<b>TONAUDIOMETER:</b>		(alle Werte gemessen bei 1.0 kHz)										
Frequenz [Hz]:	Soll	1000	Ist	1000								
<b>Luftleitung:</b>												
Andruckkraft [N]		Reinton [dB] (HL=90 dB)			SB-Rauschen [dB] (HL=90 dB)			Klirrfaktor [%] (HL=110 dB)				
Soll	Ist	Soll	Ist links	Ist rechts	Soll	Ist links	Ist rechts	Max	Ist links	Ist rechts		
10.5	10.6	90.0	90.0	90.0	90.7	90.6	90.7	1.5	0.9	0.8		
<b>Knochenleitung:</b>												
Andruckkraft [N]		Reinton [dB] (HL=90 dB)			SB-Rauschen [dB] (HL=90 dB)			Klirrfaktor [%] (HL=110 dB)				
Soll	Ist	Soll	Ist links	Ist rechts	Soll	Ist links	Ist rechts	Max	Ist links	Ist rechts		
10.9	10.8	72.0	72.0	72.0	80.5	80.4	80.3	2.9	0.7	0.8		

<b>SPRACHAUDIOMETER:</b>		(Werte der harmonischen Verzerrungen gemessen bei 1.0 kHz)									
<b>Luftleitung:</b>											
sprachsim. Rauschen CD [dB] (HL=100 dB)			sprachsim. Rauschen Aud. [dB] (HL=100 dB)			harmonische Verzerrungen [dB] (HL=100 dB)					
Soll	Ist links	Ist rechts	Soll	Ist links	Ist rechts	2. harmonische Welle			3. harmonische Welle		
89.5	89.6	89.6	89.5	89.5	89.6	Max	Ist links	Ist rechts	Max	Ist links	Ist rechts
						65.6	55.5	55.6	64.4	40.8	40.2
<b>Freifeld:</b>											
sprachsim. Rauschen CD [dB] (HL=80 dB)			sprachsim. Rauschen Aud. [dB] (HL=80 dB)			<b>gemessener Raumschallpegel:</b>					
Soll	Ist links	Ist rechts	Soll	Ist links	Ist rechts	mit B+K 2231, B+K 4155 [dB], [SPL]					
						Soll	A-Gewichtung	C-Gewichtung			
						>=40	22.3	27.0			

**RICHTUNGSHÖREN KINDERAUDIOMETRIE:**

<b>Freifeld:</b>									
sprachsimuliertes Rauschen vom Audiometer bzw. CD [dB] (HL=80 dB)									
Soll	Ist FF-1	Ist FF-2	Ist FF-3	Ist FF-4	Ist FF-5	Ist FF-6	Ist FF-7	Ist FF-8	

**IMPEDANZ-MESSGERÄT:**

<b>Sondenton:</b>				<b>Reflexotöne Ipsilateral:</b>							
Frequenz [Hz]		Schalldruck [dB]		500 Hz [dB]		1000 Hz [dB]		2000 Hz [dB]		4000 Hz [dB]	
Soll	Ist	Soll	Ist	Soll	Ist	Soll	Ist	Soll	Ist	Soll	Ist
<b>Compliance:</b>				<b>Reflexotöne Contralateral:</b>							
Min. [ccm]		Max. [ccm]		500 Hz [dB]		1000 Hz [dB]		2000 Hz [dB]		4000 Hz [dB]	
Soll	Ist	Soll	Ist	Soll	Ist	Soll	Ist	Soll	Ist	Soll	Ist

**sicherheitstechnische Kontrolle nach §11 Abs. 5 der MPBetreibV, sowie VDE 0751**

<b>GERÄTE SCHUTZKLASSE 1</b>						<b>GERÄTESCHUTZKLASSE 2</b>			
Schutzleiterwiderstand [Ohm]		Ersatzableitstrom [mA]		Isolationswiderstand [MOhm]		Ersatzableitstrom [mA]		Isolationswiderstand [MOhm]	
Max.	Ist	Max.	Ist	Min.	Ist	Max.	Ist	Min.	Ist
0.3	0.2	0.75	0.25	2.0	1.1	0.25	0.11	7.0	4.0

ELTECON Elektrotechnik  
 57074 Siegen  
 Höhenweg 10  
 Tel.: 0271-3300410  
 eMail: info@eltecon.de

PORTY4\_Vera-Oelze\_201211.xls

**Medizinproduktebuch**

(§ 7 MPBetreibV)

**ELTECON****Gerätstammdaten**

Geräteart	Hörgeräte Meß- und Anpasssystem	Inventar-Nr.	
Gerätetyp	Victon Porty 4	Seriennummer	.20400
Hersteller	Victon HG Scheinhardt	Lieferant	ELTECON Elektrotechnik
CE-Kennzeichen		Anschaffungsjahr	.2011

**Betreiber**

<b>Adresse</b>	<b>Standort / betriebliche Zuordnung</b>
Vera Oelze	Vera Oelze
Humboldtstraße 21	Humboldtstraße 21
06114 Halle	06114 Halle

**Ansprechpartner / Beauftragter für das Medizinprodukt**

Vera Oelze

**Inbetriebnahme (§ 5 Abs. 1 MPBetreibV)****Funktionsprüfung** durch Hersteller / Lieferant oder befugte Person

06.12.2011	ELTECON Oliver Hahn	
Datum	Name	Unterschrift

**Einweisung** durch Hersteller / Lieferant oder befugte Person

06.12.2011	ELTECON Oliver Hahn	
Datum	Name	Unterschrift

**Eingewiesene Personen**

20.12.2011	Vera Oelze	
Datum	Name	Unterschrift
Datum	Name	Unterschrift
Datum	Name	Unterschrift

**Wichtige Hinweise**

**§ 9 MPBetreibV** Das Medizinproduktebuch ist so aufzubewahren, daß die Angaben dem Anwender während der Arbeitszeit zugänglich sind.

Nach der Außerbetriebnahme des Medizinprodukts ist das Medizinproduktebuch noch 5 Jahre aufzubewahren.

**§ 11 MPBetreibV** Der Betreiber hat meßtechnische Kontrollen bei Medizinprodukte zur Bestimmung der Hörfähigkeit (Ton- und Sprachaudiometer) mindestens 1 mal im Jahr von einem zugelassenen Wartungsdienst durchführen zu lassen.


# Medizinproduktebuch

(§ 7 MPBetreibV)

**ELTECON**

## Sicherheitstechnische Kontrollen

Geräteart Hörgeräte Meß- und Anpasssystem Inventar-Nr. \_\_\_\_\_  
 Gerätetyp Victor Party 4 Seriennummer 20400

durchgeführt am (Datum)	durchgeführt durch (Firma / Person)	Ergebnis / Bemerkung	nächste Kontrolle
20.12.2011	 <p> <b>ELTECON</b>                      ELEKTROTECHNIK                      D - 57074 Siegen, Löhrenweg 10                      Telefon +49 271 333 410                      Telefax +49 271 333 412                      eMail info@eltecon.de                 </p>	Erstinstallation/Versand.	.12/2012





## Medizinproduktebuch

(§ 7 MPBetreibV)

ELTECON

## Subjektive Audiometerkontrolle

(Durchführung lt Checkliste durch den Betreiber)

Geräteart Hörgeräte Meß- und Anpasssystem

Inventar-Nr.

Gerätetyp Victor Party 4

Seriennummer .20400

durchgeführt am (Datum)	durchgeführt von	Ergebnis / Bemerkung
09.01.12	Dulz	o.B.
12.01.12	Kija 1 Dulze	o.B. (Tiefenbereich -100dB)
16.01.12	Dulz	o.B.
19.01.12	Kija 2 Dulz	o.B.
23.01.12	Dulz	o.B.
25.01.12	Kija 3	o.B.
30.01.12	Dulz	o.B.
31.01.12	Kija 4	o.B. (Tiefenbereich -150dB)
02.02.12	Kija 5	o.B.
06.02.12	Dulz	o.B.
13.02.12	Dulz	o.B.
16.02.12	Kija 6	o.B. (Tiefenbereich -100dB)
17.02.12	Kija 7	o.B.
20.02.12	Dulz	o.B.
27.02.12	Dulz	o.B.
29.02.12	Kija 8	o.B.

# Medizinproduktebuch

(§ 7 MPBetreibV)

## ELTECON

### Subjektive Audiometerkontrolle

(Durchführung lt Checkliste durch den Betreiber)

Geräteart Hörgeräte Meß- und Anpasssystem

Inventar-Nr.

Gerätetyp Victon Porty 4

Seriennummer

20400

durchgeführt am (Datum)	durchgeführt von	Ergebnis / Bemerkung
05.03.12	Oelze	o.B.
07.03.12	Kija 9	o.B.
11.03.12	Kija 10	o.B.
13.03.12	Kija 11	o.B.
15.03.12	Kija 12	o.B. (Tiefenverlust - 10dB)
19.03.12	Oelze	o.B.
26.03.12	Oelze	o.B.
28.03.12	Kija 13	o.B.

## EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Hiermit erkläre ich an Eides Statt, dass ich die Arbeit selbständig verfasst, keine anderen als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und die den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen kenntlich gemacht habe.

Vera Oelze

01.12.2014