



Kinder-Umwelt-Survey (KUS) 2003/06 Lärm

Daten und Materialiensammlung
Deskription und Zusammenhangsanalysen

| UMWELT & GESUNDHEIT | 01/2009

GESUNDHEITSFORSCHUNG DES BUNDESMINISTERIUMS FÜR BILDUNG
UND FORSCHUNG

Förderkennzeichen 01 EH 0202

Kinder-Umwelt-Survey (KUS) 2003/06 Lärm

**Daten und Materialiensammlung
Deskription und Zusammenhangsanalysen**

von

W. Babisch

Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau / Bad Elster / Berlin

Im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und
Reaktorsicherheit (BMU) und des Deutschen Zentrums für Luft- und
Raumfahrt e.V., Projektträger des Bundesministeriums für Bildung
und Forschung (BMBF)

UMWELTBUNDESAMT

Diese Publikation ist als Download unter
<http://www.umweltbundesamt.de>
verfügbar.

Durchführung: Umweltbundesamt (UBA), Dessau-Roßlau / Bad Elster / Berlin
Robert Koch-Institut (RKI), Berlin

Auftraggeber: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) und
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Projektträger des
Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF)

Der Kinder-Umwelt-Survey wurde mit UFOPLAN-Mitteln des Bundesministeriums für
Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit gefördert (FKZ 202 62 219)

Projektleitung: M. Kolossa-Gehring / C. Schulz

Berichtersteller: W. Babisch

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr
für die Richtigkeit, die Genauigkeit und
Vollständigkeit der Angaben sowie für
die Beachtung Rechte Dritter.
Die in der Studie geäußerten Ansichten
und Meinungen müssen nicht mit denen des
Herausgebers übereinstimmen.

Herausgeber: Umweltbundesamt
Postfach 1406
06813 Dessau-Roßlau
Tel.: +49-340-2103-0
Telefax: +49-340-2103 2285
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>

Redaktion: Fachgebiet II 1.1
Wolfgang Babisch

Berlin, April 2009

Danksagung

Der Dank gilt allen Beteiligten an dieser Studie:
den Familien, die an dieser zeitintensiven Untersuchung teilgenommen haben,
den zahlreichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der lokalen Gesundheits- und Umweltäm-
ter, Rathäusern etc., die die Durchführung der Studie vor Ort unterstützten:
Dem BMU und BMBF danken wir für die finanzielle Unterstützung
und dem Helmholtz Zentrum München (ehemals GSF) für die externe Qualitätssicherung
der Feldarbeit.

Der Dank gilt weiterhin allen Kollegen des RKI und des UBA, die an der Planung,
Durchführung und Auswertung des KiGGS und des KUS beteiligt waren. Einige Namen seien
stellvertretend für das gesamte Team herausgegriffen:

Mitarbeiter des Robert-Koch-Instituts (RKI)

Andreas Bauer, Norbert Birkner, Martin Gorecki, Jan Hegerfeld, Andreas Hünken,
Heike Hölling, Panagiotis Kamtsiuris, Bärbel-Maria Kurth, Silke Oberwöhrmann,
Angelika Schaffrath Rosario, Heribert Stolzenberg, Wolfgang Thierfelder, Michael Voigt,
Dorothe Walter, Ute Wolf

Mitarbeiter des Umweltbundesamtes (UBA)

Conrad André, Kerstin Becker, Marike Kolossa-Gehring, Anja Lüdecke,
Catrin Lusansky, Helga Pick-Fuß, Christine Schulz, Ingeburg Seiffert,
Margarete Seiwert, Yüksel Sonar, Lydia Windmüller

Inhaltsverzeichnis

	Seite
<u>Teil A: Einleitung</u>	5
1 KGGS/KUS	5
1.1 Untersuchungsziele Lärm	5
1.2 Repräsentative Stichprobe	8
2 Hörfähigkeit	9
2.1 Nomenklatur	9
2.2 Hörverlust-Kriterien	10
2.3 Hörstörungen bei Kindern und Jugendlichen	13
2.3.1 Alarmsignale	13
2.3.2 Frühkindliche Hörstörungen	14
2.3.3 Hörfähigkeit bei älteren Kindern und Jugendlichen	15
2.4 Ursachen	18
2.4.1 Mittelohrentzündung	18
2.4.2 Freizeidlärm	19
2.4.3 Genetische und ototoxische Einflüsse	22
3 Umweltlärm	22
3.1 Lärmexposition	22
3.2 Blutdruck	22
3.3 Stresshormone	23
<u>Teil B: Hörfähigkeit</u>	24
4 Stichprobe: Hörtest	24
5 Hörtest im KUS	24
5.1 Screening Audiometrie	24
5.2 Befundung für die Probanden	27
5.3 Definition von Hörverlust im KUS	27
5.4 Qualitätskontrolle	31
6 Ergebnisse: Deskription	36
6.1 Hörtest-Befundung (für die Probanden)	36
6.2 Verteilungen der Screening-Hörschwellen (Summenbetrachtung 1-6 kHz)	37
6.3 Sensitivitätsanalyse: Umgebungsschallpegel beim Hörtest	43

6.4	Verteilungen der Screening-Hörschwellen bei einzelnen Frequenzen	45
6.5	Verteilungen der Screening-Hörschwellen (Summenbetrachtungen)	51
6.6	Vergleiche zwischen rechtem und linkem Ohr	54
6.7	Geschlecht	57
6.8	Alter	60
6.9	Gebietszugehörigkeit	63
6.10	Migrantenstatus	65
6.11	Gemeindegrößenklasse	68
6.12	Sozioökonomischer Status	71
6.13	Logistische Regressionsmodelle	74
6.14	Hochton-Hörverluste	80
6.15	Bekannte Hörbeschwerden	82
6.16	Mittelohrentzündung	84
6.17	Gehörsymptome	86
6.17.1	Vorbemerkung	86
6.17.2	Laute Musik	86
6.17.3	Andere Geräuschquellen	87
	<u>Teil C: Freizeitaktivitäten</u>	90
7	Stichprobe: Freizeitaktivitäten	90
8	Ergebnisse: Deskription	90
8.1	Ausgewählte Schallquellen	90
8.2	Tragbare Musikabspielgeräte	92
8.3	Stationäre Musikanlage mit Kopfhörer	96
8.4	Besuche von Diskotheken und Musikclubs	98
8.5	Konzertbesuche	101
8.6	Computerspiele	103
8.7	Lebenszeitexposition	105
	<u>Teil D: Umweltlärm</u>	108
9	Stichprobe: Umweltlärm	108
10	Ergebnisse: Deskription	108
10.1	Lärmbelästigung	108
10.1.1	Kinder im Alter von 8-10 Jahren	109

10.1.2	Kinder im Alter von 11-14 Jahren	113
10.1.3	Lärmbelästigung stratifiziert nach soziodemografischen Merkmalen	117
10.2	Lärmbelastung der Wohnung	123
10.2.1	Straßentyp	123
10.2.2	Verkehrsaufkommen vor dem Kinderzimmer	122
10.3	Orientierende Schallpegelmessung	126
10.3.1	Messverfahren	126
10.3.2	Messzeitpunkt	127
10.3.3	Messergebnisse	129
10.4	Fensteröffnungsverhalten	135
11	Zusammenhänge zwischen Schallpegel und Lärmbelastung	135
<u>Teil E: Stressindikatoren</u>		140
12	Stichprobe: Physiologische Messungen	140
13	Ergebnisse: Deskription	140
13.1	Schlafstörungen	140
13.2	Blutdruck und Herzfrequenz	140
13.3	Stresshormone	143
13.3.1	Katecholamine (Adrenalin und Noradrenalin)	145
13.3.2	Glukocortikoide (Cortisol)	147
13.3.3	Verteilungskennwerte	151
<u>Teil F: Zusammenhänge zwischen Freizeidlärm und Hörfähigkeit</u>		152
14	Statistisches Modell	152
15	Hörschwellenmessung	153
15.1	Tragbare Musikabspielgeräte	153
15.2	Diskotheken und Musikclubbesuche	161
15.3	Konzertbesuche	164
16	Gehörbeschwerden	166
16.1	Laute Musik	166
16.2	Andere Geräusche außer Musik	171
<u>Teil G: Zusammenhänge zwischen Umweltlärm und Stressindikatoren</u>		177
17	Straßenverkehrslärm - Lärmbelästigung	177

18	Straßenverkehrslärm - Schlafstörungen	178
19	Straßenverkehrslärm - Blutdruck und Herzfrequenz	183
19.1	Statistisches Modell	183
19.2	Verkehrsaufkommen	184
19.3	Schallpegelmessung	192
19.4	Weitere Analysen	195
20	Straßenverkehrslärm - Stresshormone	196
20.1	Katecholamine	196
20.2	Glukocortikoide	200
20.3	Weitere Analysen	209
 <u>Teil H: Zusammenfassung und Schlussfolgerungen</u>		211
21	Zusammenfassung	211
21.1	Untersuchungsziel	211
21.2	Freizeitgewohnheiten	211
21.3	Hörfähigkeit	212
21.4	Lärmbelastung	214
21.5	Lärmbelästigung	215
21.6	Schlafstörungen	216
21.7	Blutdruck und Herzfrequenz	217
21.8	Stresshormone	218
22	Schlussbemerkung	219
 <u>Literatur</u>		221
 <u>Anhänge</u>		238
I	Dokumentationsbogen (Auszüge)	238
II	Hörtest-Befundung	248
III	Operations-Handbuch (Auszüge)	249
IV	Elternfragebogen (Auszüge)	258
V	Fragebogen für 8-10jährige Kinder (Auszüge)	263
VI	Fragebogen für 11-14jährige Kinder (Auszüge)	268
VII	Hinweise für Interviewer (Auszüge)	278

Teil A: Einleitung

1 KiGGS/KUS

1.1 Untersuchungsziele Lärm

Schall durchdringt unser Leben allorts. Er ist ein essentieller Bestandteil unseres sozialen Lebens und gleichzeitig unerwünschter Abfall. Unser Körper ist biologisch dazu vorbereitet Schall zu erzeugen und zu verarbeiten. Hierin besteht ein großer Unterschied zu anderen Schadstoffen, denen wir im Alltag ausgesetzt sind. Wir benötigen Schall zur Kommunikation, Orientierung und als Warnsignal. Entsprechend sind wir mit einem feinen Sensor ausgestattet, der Schall innerhalb eines großen Intensitätsspektrums wahrnehmen verarbeiten kann. Dieser Sensor - das Ohr mit seinen nachgeschalteten Verarbeitungsebenen - ist immer aktiv, auch im Schlaf. Schall wird zu Lärm, wenn er Störungen, Belästigungen, Beeinträchtigungen oder Schäden hervorruft. Ein Übermaß an Schall, in Stärke und Dauer, beeinträchtigt nicht nur das subjektive Wohlempfinden, sondern kann zu nachhaltigen gesundheitlichen Beeinträchtigungen und Schäden führen. Umweltlärm wird als der Umweltfaktor angesehen, der wahrscheinlich die meisten Europäer nachteilig beeinflusst ¹.

Kinder sind ebenso wie Erwachsene in ihrer Gesundheit und dem Wohlbefinden durch Lärmwirkungen beeinträchtigt, wobei Kinder in mancher Hinsicht als Risikogruppe betrachtet werden ²⁻⁴. In der Lärmwirkungsforschung wird zwischen auralen Wirkungen (das Gehör betreffende Wirkungen) und extra-auralen (Wirkungen außerhalb des Gehörs) unterschieden. Dauerschallpegel über $L_{AFm} = 80-85$ dB(A) können bei längerer Einwirkung bleibende Gehörschäden hervorrufen. Schalldruckpegel ab $L_{AF} = 120-130$ dB(A) liegen im Bereich der Schmerzschwelle und können schon bei kürzerer Einwirkzeit zu Gehörschäden führen. Pegelspitzen über $L_{Cpeak} = 135$ dB(C) können schon bei einzelnen Schallereignissen Gehörschäden hervorrufen. Solche Schallpegel treten nicht nur im Arbeitsbereich, sondern auch im Freizeitbereich auf. Typische Lärmwirkungen sind zeitweilige oder permanente Hörschwellenverschiebungen und Ohrgeräusche (Tinnitus).

Bei niedrigeren Schalleexpositionen wirkt Lärm als Stressor mit allen seinen negativen gesundheitlichen Folgen bei regelmäßiger und langfristiger Einwirkung. Dies äußert sich zunächst in einer Aktivierung des Stoffwechsels und von Körperfunktionen, die über das auto-

nome Nervensystem und das endokrine System geregelt werden. Ein langfristiges "Überspielen" dieser Regelkreise infolge der Anpassungsregulation kann zu chronischen Veränderungen im Organismus führen, die langfristig das Risiko für, z. B., Herz-Kreislauf-Krankheiten erhöhen. Stresshormone und Blutdruck- und Herzfrequenzänderungen sind häufig untersuchte Stressindikatoren sowohl in kurzzeitigen Belastungsexperimenten als auch - im Hinblick auf chronische Effekte - in epidemiologischen Studien.

Weitere häufig auftretende Lärmwirkungen sind die subjektiv empfundene Störung und Belästigung durch Lärm, Schlafstörungen, die ihrerseits langfristig im Zusammenhang mit gesundheitlichen Folgewirkungen zu sehen sind, Beeinträchtigungen der Leistungsfähigkeit infolge von Konzentrations- und Kommunikationsbeeinträchtigungen und ein erhöhtes Unfallrisiko.

Im Kinder- und Jugendgesundheitssurvey (KiGGS) des Robert-Koch-Instituts (RKI) ^{5,6} und dem angekoppelten Kinder-Umweltsurvey (KUS) des Umweltbundesamtes (UBA) ⁷⁻⁹ wurden zum des Themenbereich "Lärm" im Wesentlichen folgenden Fragestellungen bei den untersuchten 8-14jährigen Kindern nachgegangen:

- Deskription von verhaltensbedingten Expositions Faktoren, die mit der Entwicklung von Gehörschäden in Verbindung gebracht werden,
- Deskription der Hörfähigkeit mittels Screening-Audiometrie,
- Deskription der Belastung und Belästigung durch Umweltlärm,
- Deskription biologischer Stressindikatoren.

Die deskriptiven Untersuchungsergebnisse können als Vergleichswerte für andere Untersuchungen herangezogen werden. Sie bieten darüber hinaus die Möglichkeit bei Wiederholungsuntersuchungen ähnlicher Untersuchungskollektive zeitliche Veränderungen in der Prävalenz von Belastungsfaktoren und Wirkungsparametern aufzeigen zu können. Die Ergebnisse des KUS geben ein repräsentatives Abbild des Ist-Zustands in Deutschland zum Untersuchungszeitpunkt wieder (2003-2006). Auch, wenn sich ein Großteil der im Folgenden dargestellten Ergebnisse auf Zusammenhangsbetrachtungen bezieht, so war das dennoch nicht das vordringliche Ziel des KUS für den Bereich Lärm. Bericht dargestellten Ergebnisse können Anhaltspunkte über Wirkungszusammenhänge geben und Ausgangspunkt zur Hypothesenge-

nerierung zielgerichteter Untersuchungen sein. Im Wesentlichen wurden zwei Fragestellungen verfolgt:

- Zusammenhänge zwischen Freizeit(lärm)verhalten und Hörfähigkeit,
- Zusammenhänge zwischen Umweltlärm und Stressindikatoren.

In wissenschaftlichen Medien, von behördlichen Institutionen, der Bundesärztekammer und Krankenversicherungen wird immer wieder darauf hingewiesen, dass der Anteil von jungen Menschen, die eine Hörminderung bei für einen lärmbedingten Hörverlust typischen Hörfrequenzen aufweisen, hoch ist oder sogar ansteigt. Dies, obwohl die jungen Menschen in ihrem Leben zuvor noch keiner beruflichen Lärmbelastung ausgesetzt waren. Als mögliche Ursachen kommen Freizeitlärmquellen wie lautes Musikhören in Diskotheken, bei Rockkonzerten oder über Kopfhörer aus tragbaren Abspielgeräten, Computerspiele über Kopfhörer, lautes Spielzeug, Feuerwerkskörper und andere Geräuschbelastungen aus Sport- und Freizeitbereichen in Frage. Abschätzungen zur Exposition gegenüber Freizeitlärm, die auf der Grundlage empirisch abgeleiteter Risikomodelle aus dem Arbeitsschutz durchgeführt wurden, weisen in die Richtung eines erhöhten Hörschadenrisikos bei schallintensiven Verhaltensweisen und Freizeitangeboten. Freizeitlärm und Arbeitslärm - gewollter und ungewollter, freiwillig und unfreiwillig perzipierter Lärm - rufen gleichartige Schäden im Gehör hervor. Im Kinder-Umweltsurvey (KUS) wurde die Exposition (Stärke, Häufigkeit und Dauer) gegenüber einigen potenziell Gehör gefährdenden Freizeitaktivitäten erhoben.

Beim Umweltlärm war der Fokus auf die Belastung des Kinder(Schlaf)zimmers durch Straßenverkehrslärm gerichtet. Dazu wurde die Einschätzung der Eltern und der Kinder bezüglich des Verkehrsaufkommens und des Charakters der Straße unter Berücksichtigung der Lage des Zimmers zur Straße ausgewertet. Die subjektiven Urteile wurden mit den Ergebnissen kurzzeitig durchgeführter orientierenden Schallpegelmessungen verglichen (objektiv "validiert"). Die Belästigung durch Lärm von verschiedenen Lärmquellen im und um das Haus wurde erfragt.

1.2 Repräsentative Stichprobe

Die Erhebungen im KiGGS/KUS erfolgten in 167/150 ausgewählten Sample-Points (Anmerkung: im KiGGS wurde an 17 zusätzlichen Points erhoben)^{10,11}. Um allgemeingültige Aussagen zu Verteilungen, Mittelwerten oder Prävalenzen in der deutschen Wohnbevölkerung (hier 0-17 Jährige) machen zu können, wurden die Erhebungspunkte ("sample points") bezüglich der Gemeindestruktur (Datengrundlage: Einwohnerzahl 0-17jähriger aller Gemeinden in Deutschland laut statistischem Bundesamt, Referenzjahr 2004) und der demografischen Struktur (Datengrundlage: Geschlechts-/Altersstruktur 0-17jähriger aller Gemeinden in Deutschland laut Einwohnermeldeämtern, Referenzjahr 2004) unter Repräsentativitätsgesichtspunkten ausgewählt. Die Auswahl/Ziehung der Probanden innerhalb der Gemeinden und Sample-Points erfolgte anhand der Sollvorgaben für die Altersjahrgänge 0-2, 3-6, 7-10, 11-13 und 14-17 Jahre. Von den im KiGGS ausgewählten und eingeladenen 28,299 Kindern und Jugendlichen nahmen 17,641 an der Erhebung teil. Die Erhebungen wurden in den Jahren 2003-2006 durchgeführt. Nach Abzug von qualitätsneutralen Ausfällen ergab sich eine Ausschöpfungsrate ("response-rate") von 66.6 %¹¹. Zur Korrektur der Anzahlen in den letztendlich realisierten Stichproben wurden Gewichtungsfaktoren berechnet, mit denen für populationsbezogene Hochrechnungen (Repräsentativität) Stichprobenverzerrungen, die sich aus Abweichungen der Soll-Stichprobe von der Ist-Stichprobe ergaben, ausgeglichen werden können. Dies ist immer dann von Bedeutung, wenn repräsentative Verteilungsdaten dargestellt werden sollen. In einem mehrstufigen Design wurde über 72 Zellen gewichtet (3 (Schichtung West/Ost/Berlin) * 12 (Jahrgänge) * 2 (Geschlecht)).

Entsprechend wurde im KUS verfahren. Insgesamt nahmen 1,790 Kinder und Jugendliche (907 Mädchen, 883 Jungen) im Alter von 3-14 Jahren aus 150 Gemeinden teil (12.9 % mit Migrationshintergrund). Zwei Kinder waren zum Zeitpunkt der Untersuchung gegenüber dem Zeitpunkt der Ziehung aus dem Einwohnermelderegister bereits 15 Jahre alt. Bezogen auf die Teilnehmer des KiGGS ergab sich eine Teilnehmerquote von 77.3 %; bezogen auf die Quellpopulation lag die Ausschöpfungsrate des KUS bei 52.6 %⁸. Auf der Grundlage der deskriptiven Verteilungsdaten der Stichprobe wurden KUS-spezifische Gewichtungsfaktoren (Gewichtungsvariable „wkus“ im Datensatz) ermittelt, mit der die Untersuchungsstichprobe an die tatsächliche Verteilungsstruktur in der Quellpopulation (gesamte Bundesrepublik) bei statistischen Auswertungen angepasst (standardisiert) werden kann. Die statistischen Gewichte wurden für die Netto-Stichprobe von 1,790 Probanden im Alter von 3-14 Jahren des KUS

berechnet (Summe aller relativen Gewichte über alle Probanden = 1 bzw. absolut = 1,790). Die Lärm-bezogenen Auswertungen beziehen sich im Wesentlichen jedoch nur auf 1,048 Kinder im Alter von 8-14 Jahren (448 Kindern im Alter von 8-10 Jahren, 600 Kinder im Alter von 11-14 Jahren). Anhand der Gewichtungsmerkmale wurde vom KUS-Team überprüft und sichergestellt, dass die einheitliche Verwendung der KUS-Gewichtungsfaktoren auch für den reduzierten Audiometrie-Datensatz (die Summe der Gewichte hat nicht mehr den Wert 1) zu keinen nennenswerten Ergebnisverzerrungen führt.

Deskriptive Untersuchungsergebnisse werden im Folgenden sowohl gewichtet, als auch ungewichtet angegeben. Zusammenhangsanalysen und statistische Tests beziehen sich auf ungewichtete Daten. Alle statistischen Berechnungen wurden mit der Statistik-Software SPSS Version 15 durchgeführt.

2 Hörfähigkeit

2.1 Nomenklatur

Wenn im Text von Hörverlust – gemessen/ausgedrückt in Dezibel "dB" - die Rede ist, dann ist "dBHL" gemeint. Die Formulierung dBHL ("Dezibel Hearing Level") beschreibt Abweichungen des Hörvermögens bei unterschiedlichen Test-Frequenzen von der Norm-Hörschwelle gemäß ^{12,13}, die der Audiometer-Eichung zu Grunde liegt ^{14,15}. Positive dB-Zahlen entsprechen einer schlechteren Hörschwelle (Hörverlust), negative eine besseren als der Bezugshörschwelle. Die Referenzwerte wurden aus empirischen Untersuchungen an otologisch normalen Personen im Altersbereich von 18 bis 25 Jahren abgeleitet ("highly screened population": normaler Gesundheitszustand, frei von Anzeichen oder Symptomen einer Ohrerkrankung, Gehörgänge nicht durch Cerumen verstopft, bislang nicht übermäßig unter Lärm-einwirkung oder ototoxischen Medikamenten, keine vererbte Gehörschwäche) ¹³. Unter 'Summen-Hörschwelle' wird im Folgenden die schlechteste Hörschwelle über allen Testfrequenzen hinweg verstanden (auf einem Ohr oder auf beiden Ohren).

2.2 Hörverlust-Kriterien

In der Literatur werden in Abhängigkeit von den Fragestellungen unterschiedliche Kriterien für die Definition von "Hörverlust" verwandt. Es werden das Nicht-Bestehen ("failure") von Hörtests bei einzelnen oder Kombinationen von Testfrequenzen herangezogen und beid- (unilateral, monaural) oder einseitige (bilateral, binaural) Hörverluste betrachtet¹⁶. Häufig wird der Mittelwert der Hörschwellen über mehrere Frequenzen gebildet und das bessere Ohr zum Maßstab der Hörfähigkeit gemacht, z. B. Mittelwert von 0,5, 1, 2, 3 kHz < 25 dB als Kriterium für keinen auffälligen Hörschaden¹⁷. Eine Europäische Expertengruppe hat vorgeschlagen, den Mittelwert der Hörschwellen 0,5, 1, 2, 4 kHz zu berechnen. Geringgradiger Hörverlust ("mild") liegt dann vor, wenn der berechnete Wert zwischen 20 und 40 dB liegt; mittelgradiger Hörverlust ("moderate"), wenn der Wert zwischen 40 und 70 dB liegt; hochgradiger Hörverlust ("severe"), wenn er zwischen 70 und 95 dB liegt; Ertaubung ("profund") liegt vor, wenn der Hörverlust 95 dB und mehr beträgt^{18 19}.

Etwas andere Hörverlustgrenzen gibt die WHO an²⁰. Danach liegt keine Hörminderung vor ("no impairment"), wenn der mittlere Hörverlust auf dem besseren Ohr bei 0,5, 1, 2, 4 kHz 25 dB nicht überschreitet (Flüstern wird gehört); eine geringe ("slight") Hörminderung liegt vor, wenn der Hörverlust 26-40 dB beträgt (normal laute Sprache in 1 m Entfernung wird gehört); eine mittelmäßige ("moderate") Hörminderung liegt vor, wenn der Hörverlust 41-60 dB beträgt (erhobene Sprache in 1 m Entfernung wird gehört, Hörhilfe wird empfohlen); eine schwere ("severe") Hörminderung liegt vor, wenn der Hörverlust 61-80 dB beträgt (einige Worte werden bei Schreien in das Ohr gehört); Taubheit ("profound impairment including deafness") liegt vor, wenn er >81 dB beträgt. Ein Hörverlust ≥ 31 dB bei Kindern unter 15 Jahren und von ≥ 41 dB bei älteren wird als Beeinträchtigung ("disableing") betrachtet²⁰. Hörverluste größer als 25 dB bei 1000 und 2000 Hz werden als deutliche Beeinträchtigung der Kommunikation angesehen^{21,22}.

Ein Hörverlust ≤ 15 dB (Mittelwert bei 0,25 bis 8 kHz) wird üblicherweise als "normal" oder nicht besonders auffällig angesehen^{18,23}. Für die Klassifizierung eines unilateralen (einseitigen) Hörverlusts gibt es unterschiedliche Definitionen. Eine lautet z. B.: ≥ 45 dB (Mittelwert bei 0,5, 1 oder 2 kHz) auf dem schlechteren Ohr und ≤ 15 dB auf dem besseren²⁴. Die Definition einer Europäischen Expertengruppe lautet: Hörverlust nur auf einem Ohr >20 dB (Mittelwert 0,125-8 kHz) oder Hörverlust bei einer Frequenz auf einem Ohr >50 dB und eine um

mindestens 20 dB besseren Hörschwelle auf dem anderen Ohr¹⁸. In einer älteren Untersuchung wurde von einem "asymmetrischen" Hörverlust ausgegangen, wenn der Mittelwert der Hörschwellen 3, 4, 6 kHz zwischen beiden Ohren mehr als 10 dB betrug²⁵.

Nach arbeitsmedizinischen Grundsätzen wird bei Personen bis zum Alter von 30 Jahren von einer Vorschädigung ausgegangen, wenn der Luft- oder Knochenleitungs-Hörverlust 15 dB (bei 1 kHz), 15 dB (bei 2 kHz), 20 dB (bei 3 kHz), 25 dB (bei 4 kHz) oder 25 (bei 6 kHz) beträgt. Solche Personen gelten nach berufsgenossenschaftlichen Grundsätzen als nicht geeignet für die Beschäftigung in Lärmbereichen²⁶. Nach dem "Königsteiner Merkblatt", das im entschädigungsrechtlichen Sinn zur Ermittlung der Minderung der Erwerbstätigkeit ("MdE") bei berufsgenossenschaftlich organisierten Arbeitnehmern herangezogen wird, liegt z. B. eine geringgradige Schwerhörigkeit vor, wenn der Hörverlust 40 dB (bei 3 kHz) und 30 dB (bei 2 kHz) und 15 dB (bei 1 kHz) erreicht oder überschreitet²⁷.

Diese Kriterien orientieren sich an den Anforderungen des Arbeitsschutzes. Zumeist werden Hörverluste zwischen 30 (Flüsterkriterium) und 40 dB für klinische Beurteilungen von beginnender Schwerhörigkeit mit Blick auf eine gesundheitliche Beeinträchtigung und ein erlebbares Handicap im Alltag des Lebens verwandt. Unter präventiven Gesichtspunkten des Gehörschutzes bei Jugendlichen und der Beurteilung des Einflusses von Freizeitlärm auf die Gehörentwicklung sollten jedoch schärfere Kriterien herangezogen werden. Dies ergibt sich sowohl aus statistischen Gründen des Nachweises von Effekten (geringe Prävalenz starker Hörverluste bei jungen Menschen), als auch aus den Expositionsbedingungen und den daraus zu erwartenden Hörverlusten innerhalb vergleichsweise kurzer Beobachtungszeiträume. Durch Freizeitlärm bedingte Hörverluste sind in der Altersgruppe der Jugendlichen im Allgemeinen nicht in derselben Größenordnung zu erwarten, wie sie durch Arbeitslärm nach langjähriger hoher Schalleexposition auftreten. Da Gehörschäden jedoch über die Lebenszeit hinweg kumulieren haben auch geringfügige Vorschäden bei Kindern und Jugendlichen gesundheitspolitische Relevanz, woraus die Notwendigkeit für Präventionsstrategien erwächst. In epidemiologischen Studien zur Hörfähigkeit von Jugendlichen wurde häufig die Prävalenz von Hörverlusten zwischen 20-30 dB bei einzelnen Frequenzen betrachtet, wenn wegen geringen Schallschutzes keine wirkliche Hörschwellenmessung möglich war, auf deren Grundlage Mittelwertvergleiche von gemessenen Hörschwellen vorgenommen werden können. Beide Verfahren bilden ähnliche Sachverhalte ab und unterscheiden sich lediglich in der statistischen Teststärke. Mittelwerte von Verteilungsgrößen korrespondieren bekanntlich mit Überschreitungs-

häufigkeiten bezüglich eines gesetzten "Cut-"Kriteriums. Die American Speech-Language-Hearing Association (ASHA) empfiehlt bei Screening-Untersuchungen zur Hörfähigkeit bei Schul- und Vorschulkindern Hörverluste von 20 dB bei Frequenzen zwischen 1 und 4 kHz zu ermitteln und bei Erwachsenen von 25 dB ^{21,28}

Lärmbedingter sensorischer Hörverlust manifestiert sich im konventionellen Audiogramm besonders im Frequenzbereich 3-6 kHz (so genannte C5-Senke) ^{29,30}. Nach Daten des Deutschen Zentralregisters für kindliche Hörstörungen beträgt der relative Anteil von sensorischem Hörverlust an allen Hörverlustarten 89.8 % ³¹. Auf Schalleitungshörverlust entfallen 4.3 %, auf zentral-nervösen Hörverlust 0.97 % und auf gemischten Hörverlust 7.2 % (Mehrfachnennungen möglich, daher Summe nicht 100 %). Je nach dem, ob einseitige (häufig akute hohe) Schallexpositionen vorgelegen haben (z. B. Feuerwerk, Spielzeugpistolen) oder beidseitige chronische Dauerlärmexpositionen (z. B. laute Musik, Arbeitslärm) entwickeln sich uni- oder bilaterale Hörverluste. Dabei sind erhebliche interindividuelle Unterschiede bis zu 30-50 dB bei gleicher Lärmexposition möglich ³². Die Entscheidung, welche Hörverlustkriterien in einer Untersuchung eingesetzt werden hängt letztendlich von den Randbedingungen der Audiometrie ab (Schalldämmung, standardisierte Testbedingungen, echte Hörschwellenmessung oder Hörscreening, Größe der Pegelsprünge beim Test u. a.). Insofern werden je nach Fragestellung pragmatische Entscheidungen für die Bewertung eines Audiogramms zu treffen sein. Bei einem pantonalen Hörverlust wird eine Absenkung der Hörschwelle über den gesamten Frequenz-Hörbereich beobachtet. Zur Abgrenzung von sensorisch-neuralen (Innenohr-) Hörverlusten gegenüber konduktiven (Außen/Mittelohr-Schalleitungs-) Hörverlusten werden häufig die Hörverluste im Hochtonbereich (>2-8 kHz), dem Mitteltonbereich (>0.5-2 kHz) und dem Tieftonbereich (≤0.5 kHz) getrennt betrachtet und einander gegenüber gestellt ^{18,33}. Gegebenenfalls wird auch der erweiterte Hochtonbereich (>8 kHz) mit herangezogen.

Als Kriterium für einen lärmbedingten Hörverlust (C5-Senke) wurde in der amerikanischen NHANES III-Studie z. B. folgende Kombination von Befunden gewählt (auf wenigstens einem Ohr): (1) Hörschwelle bei 0.5 und 1 kHz ≤ 15 dB, (2) die schlechteste Hörschwelle bei 3, 4 oder 6 kHz mindestens 15 dB höher (schlechter) als die schlechteste Hörschwelle bei 0.5 und 1 kHz, (3) Hörschwelle bei 8 kHz mindestens 10 dB niedriger (besser) als die schlechteste Hörschwelle bei 3, 4 oder 6 kHz ³⁴. Ähnliche Unterscheidungskriterien wurden von einer Europäischen Expertengruppe formuliert: "flat" (<15 dB Unterschied im Bereich 0.125-8 kHz), Hochfrequenzbereich "gently sloping" (15-29 dB Unterschied zwischen den Mittelwer-

ten von 0,5, 1 kHz und 4, 8 kHz), "steeply sloping" (≥ 30 dB Unterschied zwischen den Mittelwerten von 0,5, 1 kHz und 4, 8 kHz)¹⁸. Ein vereinfachtes Kombinationskriterium zur Differenzierung zwischen Schalleitungs- und Innenohrhörverlusten wurde in einer repräsentativen Studie unter Verwendung der Hörtestergebnisse der amtsärztlichen Einschulungsuntersuchungen des Gesundheitsamtes Braunschweig angewandt. Danach wurde von einem Innenohrhörverlust ausgegangen, wenn wenigstens eine Hörschwelle eines Ohres bei 3, 4, oder 6 kHz um wenigstens 10 dB vom Mittelwert der Hörschwellen bei 1 und 2 kHz desselben Ohres abwich³⁵. Eine entsprechende Nebenbedingung (Hörverlust bei 4 oder 6 kHz > 20 dB bei gleichzeitig um ≥ 10 dB schlechterer Hörschwelle gegenüber dem Mittelwert der Hörschwellen bei 1 und 2 kHz wurde auch bei der Beurteilung des Einflusses von militärischem Tieffluglärm auf die Hörfähigkeit von Schulanfängern angewandt³⁶. Das geringe Abstandskriterium zwischen hohem und mittlerem Frequenzbereich wurde in diesen Untersuchungen gewählt, weil die Screening-Audiometrie teilweise in 10 dB-Sprüngen durchgeführt wurde. In der viel beachteten repräsentativen Untersuchung bei Wehrdienstsanwärtern im Auftrag des Bundesgesundheitsministeriums wurde ein Hörverlust von 20 dB oder mehr (≤ 20 dB) bei mindestens einer der Frequenzen 3, 4, oder 6 kHz als auffälliges sensorisches Hörverlustkriterium gewertet, wobei als Nebenbedingungen zum einen erfüllt sein musste, dass dieser Hörverlust mindestens 15 dB zum Mittelwert der Hörschwelle bei den Frequenzen 1 und 2 kHz betrug, und zum anderen erfüllt sein musste, dass der Hörverlust des Mittelwerts der bei den Frequenzen 1 und 2 kHz selbst nicht mehr als 20 dB betrug^{37,38}.

2.3 Hörstörungen bei Kindern und Jugendlichen

2.3.1 Alarmsignale

Vielorts wird berichtet, dass die Anzahlen von Kindern und Heranwachsenden mit Hörstörungen hoch seien oder ansteigen³⁹⁻⁴⁵. Vergleichende Betrachtungen unterschiedlicher Untersuchungen lassen sich schwer durchführen, da Probanden (Altersgruppe), audiometrische Methoden, Hörverlustkriterien und akustische Bedingungen in den Studien zumeist sehr unterschiedlich sind⁴⁶.

2.3.2 Frühkindliche Hörstörungen

Angeborene oder im frühkindlichen Alter erworbene Hörstörungen stellen bereits eine Vorbelastung dar, die auch bei Hörfähigkeitsuntersuchungen in späteren Lebensjahren quantitativ zu Buche schlagen. Weltweit wird die Prävalenz von Hörstörungen bei Kindern zwischen 0.09 % und 1.3 % geschätzt ³¹. In Entwicklungsländern ist die Häufigkeit größer aufgrund von Infektionen und anderen ototoxischen Einflüssen ³¹.

Zu den Risikofaktoren für frühkindlicher Hörstörungen gehören z. B. Frühgeburt (bis Ende des 32. Schwangerschaftsmonats), damit korreliert Geburtsgewicht < 1500 Gramm, prä-, peri- oder postnatale Hypoxie, Beatmung über 10 oder mehr Tage, Infektionen, die im Verdacht stehen, Hörstörungen zu verursachen (z. B. Röteln, Toxoplasmose, Herpes, Zytomegalie), ototoxische Medikation (z. B. Aminoglykoside), kraniofaziale Dysmorphien und assoziierte Anomalien im Zusammenhang mit Syndromen, die einen Hörverlust umfassen können, Hyperbilirubinämie mit Blutaustausch sowie persistierende kindliche Hörstörungen in der Familie ^{47,48}. Amerikanischen Untersuchungsergebnissen zufolge wird die Prävalenz kindlicher Hörstörungen auf 0.14-0.32 % geschätzt ⁴⁹⁻⁵¹. Für Europa werden Prävalenzen zwischen 0.03-0.4 % für dauerhafte kindliche Hörstörungen angegeben ⁵².

Nach einer Erhebung im Kölner Raum bei 2-18jährigen Kindern mit klinisch erfasster mittel- oder hochgradiger Schwerhörigkeit (einschließlich Taubheit) ist von einem Anteil von 0.043 % mit derartig schwerer Hörbeeinträchtigung auszugehen (wiedergegeben bei ¹⁹). Legt man Prävalenzdaten aus anderen europäischen Ländern zugrunde, so wird geschätzt, dass in Deutschland zwischen 20,000 und 35,000 Kinder und Jugendliche von einer Schwerhörigkeit mit mindestens 40 dB auf dem besseren Ohr betroffen sind ³¹. Seit 1996 sammelt und speichert das Deutsche Zentralregister für kindliche Hörstörungen (DZH) bundesweit eine Reihe von Informationen zu persistierenden Hörstörungen im Kindesalter ⁵³. Auf der Basis des Registers wird für Deutschland die Prävalenz kindlicher Hörstörungen mit mindestens 35 dB Hörminderung auf 0.12 % geschätzt ^{47,54,55}. Dabei wurde die Hörschwelle auf dem besser hörenden Ohr im Frequenzbereich zwischen 0.5 bis 4 kHz herangezogen ³¹. Geht man überschlägig von einer Größenordnung von 0.1-0.3 % der jährlich Neugeborenen aus, die einen beidseitigen Hörverlust von mindestens 40 dB haben, so ergäbe das für Deutschland jährlich ungefähr 700 bis 2,100 Betroffene ¹⁹.

Ein milder Hörverlust von der Größe 20-40 dB (auf dem besseren Ohr) wird zumeist erst ab dem Alter von 6 Jahren diagnostiziert³¹, z. B. bei Schulanfängern. Nach den Daten des DZH sind ca. 35 % der angeborenen Erkrankungen des Hörvermögens genetisch bedingt, von denen sich ca. 5 % erst im Kindes- und Jugendalter zeigen, ca. 20 % erworben und ca. 45 % unbekannter Ursache⁵⁴. Der Anteil hereditärer Ursachen ist bei Kindern mit Migrationshintergrund höher als bei deutschstämmigen Kindern. Andererseits ist der Anteil von deutschen Kindern mit erworbener kindlicher Hörstörung relativ größer; bei unbekanntem Ursachen (ca. 30 %) wurden in einer Untersuchung keine Unterschiede zwischen deutschen und ausländischen Kindern gefunden⁴⁸.

Je nach gewähltem Hörverlust-Kriterium und Alter der betrachteten Kinder und Jugendlichen wird in der Literatur über unterschiedliche Prävalenzen von Hörverlust bei Jugendlichen berichtet. Darüber weisen Hörtestergebnisse wegen unterschiedlicher Untersuchungsbedingungen (Testraum), Methoden (Audiometrie, Beobachter) und Hörverlustkriterien zum Teil erhebliche Diskrepanzen auf¹⁶. Bei in Baden-Württemberg regelmäßig durchgeführten Untersuchungen bei Schulanfängern betrug im Jahr 2002 der Anteil von Kindern, der auf einem Ohr bei mindestens 2 Frequenzen (persönliche Mitteilung) im Bereich zwischen 0,5 und 6 kHz einen Hörverlust von 30 dB oder mehr aufwies, 4,7 % (wiedergegeben in¹⁹). Über die Jahre hinweg war von 1991 (3,9 %) bis 2002 ein Anstieg der Prävalenz zu beobachten. Diese Prävalenz liegt in einer Größenordnung (ca. 5 %), wie sie gemeinhin für Schuleingangsuntersuchungen angenommen wird¹⁶. Allerdings wird darauf hingewiesen, dass die Zahl wegen falsch-positiver Identifikation durchaus geringer sein kann (2-3 %). Untersuchungen, bei denen die Kinder wiederholt getestet wurde (Re-Test) zeigten, dass 25-50 % bei zweiten Mal den Hörtest bestanden^{56,57}.

2.3.3 Hörfähigkeit bei älteren Kindern und Jugendlichen

Axelsson ermittelte in den 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts bei 15% der 17-20jährigen Teenager einen Hörverlust >20 dB bei einer Testfrequenz (vornehmlich 6 kHz)^{58,59}. Bei jüngeren Kindern im Alter zwischen 7 und 13 Jahren lagen die Anteile bei 12-14%⁶⁰. Es wurde berichtet, dass die Prävalenz von lärmbedingten Hörschäden bei Kindern in den USA ansteigt⁶¹. In einer neueren amerikanischen NHANES- Bevölkerungsstudie (siehe oben) wird in der Altersgruppe 6-19 Jahre von 12,5 % auf einem oder beiden Ohren im Bereich der C5-Senke

auffälliger Kinder und Jugendlicher berichtet³⁴. In einer großen finnischen Geburtskohorte wurde bei älteren Kindern im Alter von 15 Jahren bereits bei 14.5 % der Kinder bei wenigstens einer Frequenz auf einem Ohr ein Hörverlust von >20 dB ermittelt und bei 3.1 % ein Hörverlust >40 dB⁶². Allerdings wurden Hörtests nur bei denjenigen durchgeführt, die in einem Fragebogen zuvor Hörprobleme angegeben hatten. Die Prävalenzzahlen wurden dann für das Gesamtkollektiv hochgerechnet.

Die amtsärztlichen Untersuchungen bei 6-7jährigen 2032 Schulanfängern durch das Gesundheitsamt Braunschweig im Jahr 1988 ergaben bei 7.4 % bei wenigstens einer Frequenz im Bereich zwischen 0.5 und 6 kHz einen Hörverlust von mehr als 20 dB³⁵. Im Bezug des Frequenzen 3, 4 und 6 kHz auf den Mittelwert der Frequenzen 1 und 2 kHz (Differenz ≥ 10 dB), wiesen 4 % der Kinder einen solchen Hörverlust von mindestens 20 dB bei einer der Frequenzen im Bereich der 'C5-Senke' auf.

Wiederholt im Landkreis Ansbach durchgeführte Screening-Hörtests bei Schulanfängern führten auf die folgenden Ergebnisse³⁶: Im Jahr 1985 lag die Prävalenz von Kindern mit Hörverlusten ≥ 30 dB bei 4 kHz auf wenigstens einem Ohr in dem durch militärischen Tieffluglärm weniger belasteten Gebiet bei 3.7 % und bei 6 kHz bei 4.7 % (n = 2310 Kinder). Militärischer Tieffluglärm wurde bei einem Drittel stark exponierter der Kinder als mögliche Ursache für den Hörverlust herangezogen⁶³. In der Folgeuntersuchung im Jahr 1989 ('Hauptstudie') wurde mit verbesserter Audiometrie in dem weniger belasteten Gebieten eine Prävalenz von unilateralem Hörverlust ≥ 20 dB bei 4 oder 6 kHz (bei gleichzeitigem Abstand zum Mittelwert der Hörschwellen bei den Frequenzen 1 und 2 kHz von ≥ 10 dB) von 5.8% ermittelt (n = 1053 Kinder). Bilateral betrug die Prävalenz 0.9 %. Bezüglich eines Hörverlusts von ≥ 30 dB lag die entsprechende Prävalenz für unilateralen Hörverlust bei 3.2 % und bilateralen Hörverlust bei 0.8 %. Im Jahr 1995 wurde die Untersuchung mit weiterhin verbesserter Audiometrie erneut durchgeführt. Dabei ergab sich eine Prävalenz von 2.4 % bei 4 und 6 kHz für den einseitigen Hörverlust von ≥ 30 dB (n = 1400 Kinder)³⁶.

Von 1811 repräsentativ ausgewählten Rekruten im Alter von 16-24 Jahren waren 23.7 % bei den Frequenzen 3, 4 und 6 kHz 'auffällig' (bei mindestens 1 Frequenz ein Hörverlust von ≥ 20 dB, wobei der mittlere Hörverlust bei 1 und 2 kHz gleichzeitig ≤ 20 dB war und der Hörverlust bei 3-6 kHz mindestens 15 dB größer was als der Mittelwert der Hörverluste bei 1 und 2 kHz). Da auch in dieser Studie das Schallpegel-Inkrement bei der Audiometrie 5 dB betrug,

ist zu beachten, dass ein Hörverlust von ≥ 20 dB (20 dB nicht gehört) einem Hörverlust von > 15 dB entsprach (15 dB gehört), was grundsätzlich zu einer höheren Prävalenzrate führte, als wenn kontinuierliche Hörschwellen ermittelt worden wären (dann wäre bei 1 dB Schallpegel-Inkrement ein Hörverlust von ≥ 20 dB als Hörverlust > 19 dB zu verstehen)³⁷.

Lutman und Davis⁶⁴ fanden in England bei einer gesiebten Population von 18-30jährigen ($n = 241$) mit normalem Gesundheitszustand und ohne bekannte Hörstörungen im Frequenzbereich von 0.5-4 kHz Hörschwellen zwischen 4 und 8 dB (Median etwa 5 dB). Hoffmann³³ untersuchte bei 424 Rekruten im Alter von 19-21 Jahren die Hörfähigkeit und fand im Bereich von 0.5-8 kHz mittlere Hörschwellen von zwischen 2 und 6 dB (Messung in 5 dB-Sprüngen). 22.6% der untersuchten Personen wiesen einen Hörverlust von ≥ 20 dB auf einem oder beiden Ohren auf (Messung erfolgte in 5 dB-Sprüngen, ≥ 20 dB entspricht > 15 dB). Nach Ausschluss von Probanden mit bekannter positiver Hörstörungs- und Lärmexpositionsanamnese (gesiebte Population, $n = 170$) ergaben sich mittlere Hörschwellen zwischen 1 und 5 dB in dem Frequenzbereich. Der Unterschied zwischen gesiebter und ungesiebter Population war mit im Mittel 1-2 dB gering.

Bei 687 finnischen Schulkindern im Alter von 7-14 Jahren betrug die Prävalenz von Kindern mit Hörverlust ≥ 30 dB (ungesiebte Population) bei mindestens einer Frequenz zwischen 0.5 bis 8 kHz 14.0% (7Jährige), 10.3% (10Jährige) und 4.2% (14Jährige)⁶⁵. Bei Einzelbetrachtung der Frequenzen 4 und 6 kHz ergaben sich Prävalenzen von 1.5% bzw. 3.9% für den entsprechenden Hörverlust.

Eine viel beachtete Untersuchung bei 18jährigen norwegischen Rekruten zeigte einen starken Anstieg der Prävalenz von uni- oder bilateralem Hörverlust > 20 dB im Bereich von 3-8 kHz in den 80er Jahren des letzten Jahrtausends⁶⁶. Der Anteil mit unilateraler/bilateraler Hörminderung stieg von 1981 bis 1987 von 12/6 % auf 22/14 % an. Freizeitlärm wurde als Ursache angesehen, da die jungen Menschen zuvor noch nicht nennenswertem Arbeitslärm ausgesetzt waren. In den Folgejahren von Anfang bis Ende der 90er Jahre war wieder ein Absinken der entsprechenden Prävalenzen zu beobachten (16/8 % bzw. ca. 10/5 %)⁶⁷⁻⁶⁹, was auch mit verstärkten Aufklärungskampagnen über die Gehörschädlichkeit vor allem auch lauter Musik in Verbindung gebracht wurde. Auch in anderen Ländern wurden Längsschnittbetrachtungen bei Berufsanfängern (Beobachtungszeitraum 1976-1991)⁷⁰ durchgeführt, mit ähnlich drastischen Ergebnissen. Jedoch war auch hier in den 90er Jahren wieder ein Abfall audiometrisch auffäl-

liger Schüler zu verzeichnen (Körpert: persönliche Mitteilung). Vergleichende Studien verschiedener Rekrutenjahrgänge (Alter 18 Jahre) in Schweden (70er vs. 90er Jahre) ließen keine Unterschiede in der Hörfähigkeit erkennen ^{71,72}. Die Prävalenz eines ein- oder beidseitigen Hörverlusts bei 3-6 kHz lag bei 14%. In Dänemark wurde im Vergleich der Hörtestergebnisse bei Schuleingangsuntersuchungen der Jahre 1977, 1987 und 1997 ein stetiger Anstieg der Prävalenz von Hörverlust über 20 dB bei mindestens einer der Frequenzen von 250-8000 Hz (schlechteres Ohr) von 1977 bis 1987 ermittelt, die im Jahr 1997 ebenfalls noch hoch war (1977: 7%, 1987: 36%, 1997: 30%) ⁷³. Freizeitgewohnheiten könnten eine Rolle gespielt haben, jedoch stiegen die Anteile von Kindern mit berichteten Ohrerkrankungen über den Zeitraum hinweg ebenfalls stark an. Im Vergleich der Jahre 1977 und 1987 wiesen die Kinder, die sich bereits am Ende der Schulzeit befanden, hingegen keine signifikanten Unterschiede in der Hörfähigkeit auf (19% vs. 23%) ⁷³. Die Ergebnisse sind schwierig zu interpretieren, da auch Veränderungen der audiometrischen Messtechnik (automatisch gegenüber manuell) einen Einfluss gehabt haben könnten. Über mehr oder weniger auffällige Verschlechterungen der Hörschwellen bei Rekruten und Heranwachsenden (18-25 bzw. 18-30 Jahre) gegenüber der Norm-Hörschwelle wurde berichtet ^{64,74}. Allerdings wurden auch messtechnische Ursachen dafür herangezogen ⁷⁵. Untersuchungen bei Erwachsenen ergaben, dass ca. 20% der erwachsenen Bevölkerung (in Großbritannien) einen mittleren Hörverlust von 25 dB oder mehr auf dem besser hörenden Ohr hatten ⁷⁶.

Einer anderen Untersuchung zufolge betrug bei 18-59jährigen Erwachsenen der Anteil 27 %, der 25 dB bei 1000, 2000 oder 4000 Hz nicht hörte ⁷⁷. Bei den über 60jährigen betrug der Anteil schon 77%. Ähnliche Ergebnisse zeigte eine Untersuchung, wonach 62 % der über 65jährigen einen Hörverlust von mehr als 25 dB im Mittel über die Frequenzen 1000, 2000 und 4000 Hz hatten ⁷⁸.

2.4 Ursachen

2.4.1 Mittelohrentzündung

Akute Mittelohrentzündung (Otitis media) kann eine Ursache für akute Schallleitungsschwerhörigkeit sein, die nach Abklingen der Entzündung zumeist keine nachhaltige Hörbeeinträchtigung nach sich zieht ⁷⁹. Wiederholte, chronische und sekretorische (mit Sekretbildung) Mit-

telohrentzündung hingegen kann über Schädigung des Trommelfells (Schalleitung) oder ototoxische Einflüsse auf das Innenohr (sensorisch) - direkt durch das Sekret oder indirekt durch die medikamentöse Behandlung - die Hörfähigkeit nachhaltig beeinflussen. In einer "Follow-up"-Studie wurden bei ehemaligen Patienten mit sekretorischer Mittelohrentzündung bei Frequenzen um 6000 Hz und im ultrahohen Frequenzbereich (>8000 Hz) bleibende Hörminderungen von 5-10 dB gemessen^{80,81}. Auch andere Untersuchungen deuten darauf hin, dass bezüglich sensorischen Hörverlust der ultrahohe Frequenzbereich über 8 kHz stärker betroffen zu sein scheint^{82,83}. Aber auch konduktiver Hörverlust wird mit Otitis media in Verbindung gebracht⁸⁴. Bei Personen mit positiver Geschichte von chronischer (wiederkehrender) Mittelohrentzündung wurden breitbandig, von 250 bis 8000 Hz, bleibende Hörverluste von ca. 4 dB festgestellt⁸⁵. Im akuten Zustand betrifft eine sekretorische Mittelohrentzündung zumeist beide Ohren. Breitbandig werden Hörminderungen (Schalleitungshörverluste) bis zu 40 dB bei tiefen Frequenzen und 20 dB bei hohen Frequenzen gemessen²². Prävalenzraten für Mittelohrentzündung (akut und chronisch) von 12 % (Alter bis zu 3 Jahren), 4-18 % (Alter 4-5 Jahre), 3-9 % (Alter 6-9 Jahre) werden in der Literatur angegeben⁸⁶. Mit zunehmendem Alter (Kinder über 8 Jahre) nimmt die Prävalenz von Mittelohrentzündungen bei Kindern ab⁸⁷. Dies wird mit als Grund dafür angesehen, dass mit zunehmendem Alter die Prävalenz von Hörminderungen in einer ungesieberten Population abnimmt^{65,87}.

2.4.2 Freizeitlärm

Dass hoher Arbeitslärm das Risiko für sensorischen Hörverlust erhöht ist hinlänglich bekannt und in einschlägigen Arbeitsschutzvorschriften der Berufsgenossenschaften und Unfallkassen hinreichend verankert^{27,88,89 26,90-92}. Die europäische "Richtlinie über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Lärm)"^{93,94} ist mit der "Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung" in deutsches Recht aufgenommen⁹⁵. Danach muss am Arbeitsplatz bei einer täglichen Lärmdosis (Expositionspegel) von 85 dB(A) bezogen auf einen 8-Stunden Arbeitstag oder bei Vorliegen von Spitzen-Schalldruckpegeln ab 137 dB(C) (obere Auslösewerte) Gehörschutz getragen werden. Lärmschwerhörigkeit ist aufgrund historischer Lärmexpositionen bei älteren Arbeitnehmern immer noch die häufigste Berufskrankheit (Erhebungsjahr 2003). Mehr als 6,000 neue Fälle registrierten die Berufsgenossenschaften Jahr für Jahr⁹⁶.

Vergleichsweise hohe Schallpegel werden auch im Freizeitbereich ermittelt, vornehmlich durch lautes Musikhören (portable Audiogeräte, Diskotheken, Konzerte), lautes Spielzeug (z. B. Trommeln, Rasseln, Fanfaren, Spielzeugpistolen), beim Umgang mit lauten Freizeitgeräten (Sportwaffen, Motoren) oder mit Feuerwerkskörpern, woraus ein erhöhtes Risiko für lärmbedingten Hörverlust abgeleitet wird^{3,58,61,97-121}. Während die individuelle Lärmbelastung durch Arbeitslärm rückläufig ist, hat sich die Exposition gegenüber Freizeitlärm seit den frühen 80er Jahren verdreifacht¹²². Zudem sind in den letzten Jahren auf den Markt gekommenen MP3-Player sehr viel leichter zu handhaben als die früheren Kassettenabspielgeräte, was die Geräte attraktiver macht und zu zunehmender Verbreitung führt^{123,124}.

Für die Entwicklung eines Gehörschadens spielen neben dem Schalldruckpegel, der individuellen Empfindlichkeit des Ohres und der Pegelanstiegszeit (Impulslärm) die tägliche Einwirkdauer und die Lebenszeitexposition eine wichtige Rolle. Der seltene Besuch eines Rock-Konzerts mit einem äquivalenten Beschallungspegel über die Konzertdauer hinweg von z. B. 102 dB(A) hat i. A. keinen nachhaltigen Gehörschaden zur Folge. Exponiert man sich jedoch regelmäßig und das über mehrere Jahre hinweg solchen Schalldrücken, dass besteht ein substantielles Risiko für die Entwicklung eines dauerhaften und irreversiblen Hörverlusts, der sich quantitativ abschätzen lässt^{88,89,100,123,125-129}.

Die epidemiologische Datenlage zum Zusammenhang zwischen lauter Musik (Diskothek, Konzerte, portable Audiogeräte) stellt sich insgesamt uneinheitlich dar¹²³. Eine Anzahl von Studien haben - wenn auch nicht immer statistisch signifikant, so doch von der Tendenz her - Zusammenhänge zwischen lauten Freizeitgewohnheiten (zumeist Musikhören) und Hörfähigkeit aufgezeigt, die in die Richtung schlechteren Hörens deuten^{25,37,38,81,121,130-153}. Betroffen war besonders der für lärmbedingte Gehörschäden typische Frequenzbereich zwischen 3 und 6 kHz ("C5-Senke"). Die Ergebnisse für Musiker¹⁵⁴ und Konsumenten elektronisch verstärkter Musik sind in Übersichtsartikel zusammengefasst worden^{100,123,155-157}. Andere Untersuchungen hingegen haben solche Zusammenhänge nicht nachweisen können^{33,76,85,129,130,158-167}. Dabei ist zu bedenken, dass alle diese Studien zu einem gewissen Grad an Expositions-Fehlklassifikation leiden, denn als Expositionsindikatoren dienen Befragungsergebnisse zur Besuchshäufigkeit von Diskotheken und Rock/Pop-Konzerten oder Angaben zur Benutzungshäufigkeit von portablen Audiogeräten. Dies sagt jedoch nur bedingt etwas über die Lautstärke aus^{129,156,164}. Insofern kann es sein, dass die Befragten über hohe Expositionszeiten berichten, die effektiv einwirkenden Schallpegel aber gemäßigt sein können – und umgekehrt. Der-

artige Unsicherheiten in den Daten führen im Allgemeinen (zufällige, nicht-differenzielle Einflüsse) zu einer Unterschätzung der wahren Zusammenhänge. 'Normalnutzer' sind wahrscheinlich wenig betroffen, wohingegen Jugendliche mit sehr intensivem Expositionsverhalten als Risikogruppe zu betrachten sind ^{123,130,136,158}.

Die Entstehung von vorübergehenden oder dauerhaften Ohrgeräuschen (Tinnitus) wird ebenfalls mit übermäßiger Freizeidlärmbelastung in Verbindung gebracht ^{74,76,106,122,129,146,163,168-182}.

Die Zusammenhänge sind hier sehr viel eindeutiger als bei den audiometrischen Tests zur Hörminderung und deuten auf eine höhere Prävalenz bei häufiger und lauter Musikschallexposition.

Für niedrigere Musikschaallpegel im Unterhaltungsbereich haben sich die Bundesärztekammer, eine Ressort übergreifende Arbeitsgruppe von LAI (Länderausschuss für Immissionschutz), LAUG (Länderarbeitsgemeinschaft Umweltbezogener Gesundheitsschutz) und LASI (Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik), sowie die Gesundheitsminister der Bundesländer nachdrücklich ausgesprochen ¹⁸³⁻¹⁸⁸. Sowohl freiwillige Maßnahmen der Selbstbeschränkung in Verbindung mit verstärkter Aufklärung, als auch gesetzliche Regelungen werden angestrebt ^{42-45,189,190}.

Über Knall- und Explosionstraumata durch Impulslärm von Feuerwerkskörpern, besonders zu Silvester, wurde wiederholt berichtet ¹⁹¹⁻¹⁹⁶. Während sich bei einem Teil der Fälle die Hörschwelle wieder erholt, bleibt bei anderen eine dauerhafte Hörminderung bestehen ¹⁸². Auch dann, wenn sich keine objektive Verschlechterung des Hörvermögens einstellt, leidet ein Teil der Betroffenen an dauerhaften Ohrgeräuschen (Tinnitus). In Fallstudien wurde über einzelne Schallereignisse verschiedenen Art berichtet, die zu einem akuten Schalltrauma geführt haben ^{197,198}. 12-19jährige Schüler, die regelmäßig mit lauten Maschinen und Geräten im landwirtschaftlichen Bereich umgingen, hatten ein schlechteres Hörvermögen als eine nicht exponierte Vergleichsgruppe ^{164,199}. Häufiger Umgang mit lauten Geräuschquellen und Maschinen im Freizeitbereich war bei Erwachsenen mit einem schlechteren Hörvermögen verbunden ¹¹⁶.

2.4.3 Genetische und ototoxische Einflüsse

Eine große Anzahl ototoxischer Substanzen sind bekannt²⁰⁰⁻²⁰³. Viele (Kinder-)Krankheiten begünstigen die Entwicklung von bleibendem Hörverlust⁸⁴. Auf der Grundlage neuerer Forschungsergebnisse werden zunehmend auch genetische Einflüsse bei der Entwicklung eines lärmbedingten Hörverlusts diskutiert. Dies betrifft insbesondere Gene, die an der Enkodierung oxidativen Stress abbauender Enzyme und K⁺-Ionen abbauender Proteine beteiligt sind. Eine Literaturübersicht findet sich in einem kürzlich erschienenen Report¹²³.

3 Umweltlärm

3.1 Lärmexposition

Umweltlärm kann ebenso wie Arbeitslärm eine Vielzahl von akuten und chronischen körperlichen Reaktionen hervorrufen²⁰⁴⁻²⁰⁸. Bei den extra-auralen Wirkungen ist es wichtig zu verstehen, dass sie bei gleichen Geräuschpegeln in Abhängigkeit von der Tätigkeit der Betroffenen sehr unterschiedlich sein können. Eine mittlere Schallbelastung von 55 dB(A) beim Schlafen kann stärkere Körperreaktionen hervorrufen als derselbe Schallpegel beim Fernsehen oder ein viel höherer Wert bei der Hausarbeit. Insofern ist ein Mittel- oder Summenwertwert aller verschiedenen täglich (24-Stunden) oder wöchentlich einwirkenden Schallexpositionen im Sinne einer umfassenden Lärmdosis unter Wirkungsgesichtspunkten ein ungeeignetes Maß. Vielmehr sollten quellenspezifische Schallpegel in Bezug zu Aktivitäten oder zumindest bestimmten Tageszeiten in Beziehung gesetzt werden. Die Lärmquellen, die in der Umwelthygiene besonders betrachtet werden sind in erster Linie dem Verkehrsbereich zuzuordnen. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat Empfehlungen zu Schallpegelmissionswerten gegeben, unterhalb derer adverse Wirkungen weitgehend vermieden werden²⁰⁷⁻²¹².

3.2 Blutdruck

Die Wirkungen von Umweltlärm bei Kindern und Erwachsenen sind in Übersichtsartikeln zusammengefasst und umfassend dargestellt worden^{107,213-227}. Demnach besteht Konsistenz und hinreichende Evidenz für Zusammenhänge zwischen Umweltlärm (Straßen- und Flug-

verkehr) und Bluthochdruck sowie ischämische Herzkrankheiten (besonders Herzinfarkt) in Sinne eines erhöhten Herz-Kreislauftrisikos bei stärkerer Lärmbelastung bei Erwachsenen. Da sich manifeste gesundheitliche Lärmwirkungen erst im fortgeschrittenen Alter nach jahrelanger chronischer Exposition merklich einstellen, ist es nicht verwunderlich, wenn die Ergebnisse epidemiologischer Studien zu Kreislaufparametern bei Kindern ein weniger einheitliches Bild liefern^{220,225}. In einigen Studien wurden im Mittel höhere systolische und/oder diastolische Blutdruckwerte bei stärker lärmbelasteten Kindern gefunden, die zum Teil auch signifikant waren²²⁸⁻²³⁷. Die mittleren Blutdruckunterschiede lagen zumeist in der Größenordnung von 1-5 mmHg. In anderen Studien deuteten sich keine Zusammenhänge in Richtung eines höheren Blutdrucks bei stärker lärmbelasteten Kindern an²³⁸⁻²⁴³. In den neueren Studien war eher der systolische Blutdruck betroffen, und der Blutdruckunterschied zwischen den Belastungsgruppen war geringer als in älteren Untersuchungen. Die klinische Bedeutung dieser Blutdruckänderungen für das spätere Leben der Kinder ist unklar⁴, obwohl der Blutdruck im Kindesalter grundsätzlich einen Prädiktor für den Blutdruck im höheren Alter darstellt²⁴⁴⁻²⁴⁶.

3.3 Stresshormone

Stresshormone werden als ein Bindeglied auf dem Wirkungspfad von Lärmstress zu gesundheitlich relevanten körperlichen Veränderungen angesehen^{218,247-252}. Während es relativ konsistente Hinweise aus dem Arbeitslärbereich gibt, dass chronischer Arbeitslärm mit einer erhöhten Katecholaminausscheidung, besonders Noradrenalin, verbunden ist, stellen sich die Ergebnisse bezüglich Umweltlärm auch bei Kindern und Erwachsenen weniger eindeutig dar²¹⁷. Zwar wurden in einige epidemiologischen Studien höhere Katecholamin- oder Cortisolausscheidungen bei Kindern aus stärker lärmbelasteten Schulen oder Wohngebieten gefunden^{233,234,236,242,253-256}; eine Reihe von Untersuchungen ließen jedoch keine Zusammenhänge erkennen, die in Richtung einer höheren Stressbelastung durch Umweltlärm bei der Schule oder der Wohnung deuten^{242,253,257-260}. Methodische Probleme bei der Messtechnik sowie die starke Abhängigkeit der Cortikosteroide vom circadianen (täglich) und circaseptanen (wöchentlichen) Ausscheidungsrythmus können dabei eine Rolle spielen²⁶¹⁻²⁶⁵.

Teil B: Hörfähigkeit

4 Stichprobe: Hörtest

Da bei einem Teil der Kinder der automatische Hörtest nicht durchführbar war, ergab sich eine Verminderung des verfügbaren Stichprobenumfangs aufgrund von fehlenden Werten. Die Auswertung der Hörtests bei einzelnen Test-Frequenzen führte auf 960-966 Kinder, für die einzelne Messergebnisse vorlagen. In den weiteren statistischen Analysen zur Hörfähigkeit wurden nur Kinder berücksichtigt, für die Messergebnisse bei allen Test-Frequenzen vorlagen ($n = 959$). Für Sensitivitätsanalysen werden darüber hinaus je nach Fragestellung Teilstichproben dieses Datensatzes betrachtet.

5 Hörtest im KUS

5.1 Screening-Audiometrie

Bei Kindern der Altersgruppe 8-14 Jahre wurde mit einem automatischen Reinton-Audiometer (Fa. AURITEC, Typ AT409) in Verbindung mit einem circumauralen Audiometrikopfhörer (Fa. Sennheiser, Typ HDA 200) ein Screening-Luftleitungs-Hörtest durchgeführt. Das Audiometer der Klasse 3 nach IEC 645/I mit der PTB-Bauartzulassungsnummer 15.11-93/25 ist standardmäßig für Luftleitungs- und Knochenleitungs-Hörtests im Frequenzbereich von 250 Hz bis 8 kHz vorgesehen²⁶⁶. Der von der PTB bauartgeprüfte Kopfhörer erfüllt gleichermaßen die Anforderungen der IEC 60645-1.

Die Funktionsweise des Audiometers ist so, dass über einen geräteintern gesteuerten Algorithmus Test-Töne unterschiedlicher Frequenz anfangs leise und bei Nicht-Wahrnehmung durch den Probanden in 5-dB-Schritten ansteigend angeboten werden. Dies geschieht solange, bis der Proband über einen Taster innerhalb eines vorgegebenen Zeitfensters die Rückmeldung an das Gerät gibt, dass er das Signal gehört hat. In diesem Fall wird der Schallpegel automatisch wieder herabgesetzt und schwillt danach erneut wieder an. Wenn der Proband den zuerst ermittelten Schallpegelwert reproduziert, wird dieser als Messwert gespeichert und die Messung bei der nächst höheren Frequenz fortgeführt. Nach einer Übungsphase wird zuerst das rechte Ohr, dann das linke Ohr geprüft. Der Hörtest erfolgte bei den Test-Frequenzen 1, 2,

3, 4 und 6 kHz. Jeweils zum Ende des Hörtests auf einem Ohr wurde der 1 kHz-Ton wiederholt und bei Abweichung gegenüber der Erstmessung die gesamte Messung wiederholt⁶⁵.

Insgesamt waren 3 baugleiche Audiometer parallel im Feldeinsatz (ein viertes Ersatzgerät wurde bei Bedarf ebenfalls eingesetzt), die über den Untersuchungszeitraum hinweg im Wesentlichen von insgesamt 6 verschiedenen Interviewern ("Beobachtern") bedient wurden. Die Interviewer waren geschult und angewiesen das vorgeschriebene Protokoll zur Anleitung der Probanden und Durchführung des Hörtests strikt zu folgen (siehe *Anhang I, III und VII*). Um Beobachtereinflüssen bestmöglich zu vermeiden, wurde keine manuelle Audiometrie durchgeführt, sondern ein automatisches Audiometer eingesetzt. Die Audiometer wurden in vom Hersteller vorgegebenen Intervallen gewartet und kalibriert. Darüber hinaus erfolgte wöchentlich eine subjektive Funktionsprüfung durch die Audiometristen/Interviewer, indem sie ihre eigene zuvor genau bestimmte Hörfähigkeit prüften. Abweichungen von maximal 5 dB (ein Pegelsprung) bei einer Frequenz gegenüber vorangegangenen Messungen wurden als tolerabel erachtet, wobei in der Zeitreihe überprüft wurde, ob sich ein Trend hin zu besseren oder schlechteren Hörschwellen andeutete, was auf einen systematischen Fehler des Gerätes hingedeutet hätte. Dies war während der Studie nicht der Fall.

Die Hörtests wurden in der heimischen Wohnung der Kinder unter unterschiedlichen akustischen Außen- und Innenbedingungen durchgeführt. Der Einsatz einer schalldämmenden und -dämpfenden Hörtestkabine kam aus praktischen Erwägungen heraus nicht in Frage (Transport, Auf-/Abbau)⁷³. Die Audiometer waren jedoch mit einem gekapselten Kopfhörer ausgestattet, der eine erhöhte Außenschalldämmung gewährleistet (Fa. Sennheiser, Typ HDA200). Die Einfügungsdämmung beträgt nach Produktblatt bei verschiedenen Frequenzen 14.3 dB (125 Hz), 15.9 dB (250 Hz), 22.5 dB (500 Hz), 28.6 dB (1000 Hz), 32.0 dB (3000 Hz), 45.7 dB (4000 Hz) und 43.8 dB (8000 Hz). Somit kann bei den für lärmbedingte Hörschäden relevanten Frequenzen im Bereich der C5-Senke (3-6 kHz) von einer Schalldämmung von ca. 30-40 dB ausgegangen werden. Allerdings sind Distractionseinflüsse (Ablenkung) durch tieferfrequente Geräusche denkbar, bei denen die Schalldämmung mit ca. 15 dB geringer ist. Aus diesem Grund wurde während des Hörtests darauf geachtet, dass störende Geräusche durch Personen und Geräte in der Wohnung möglichst abgestellt und die Fenster geschlossen waren. Abweichungen von diesen Vorgaben wurden dokumentiert. Darüber hinaus wurde mittels Schallpegelmessers die Hintergrundgeräuschbelastung erfasst und dokumentiert. Beides ermöglicht die Durchführung von Sensitivitätsanalysen (Ausschluss diesbezüglich kritischer

Hörtests). Nach der amerikanischen ANSI S3.1-1991-Richtlinie sollten bei Screening-Untersuchungen zur Messung der 0 dBHL-Hörschwelle mit offenen Kopfhörern die Hintergrundpegel in den Terzbändern 8.0 dB (bei 1000 Hz), 9.0 dB (bei 2000 Hz) und 6.0 dB (bei 4000 Hz) nicht überschreiten (Oktavpegel 5 dB höher) ²⁶⁷. Bei Verwendung von Ohrumschließenden (supra-auralen) Kopfhörern ohne besondere zusätzliche Schalldämmung werden Terzpegel von 21.0, 29.0 und 32.0 dB angegeben. Unter Verwendung der oben genannten Einfügungsdämmwerte für den Audiometrikopfhörer HDA200 ergäben sich entsprechend zulässige Hintergrundpegel von ca. 36.6 dB (bei 1000 Hz), 41.0 dB (bei 2000 Hz) und 51.7 dB (bei 4000 Hz). Je nach zu testendem Hörschverlust-Kriterium (z. B. 20 dB) wären die Werte jeweils noch zu beaufschlagen (Beschreibung des Verfahrens bei ASHA ²¹). Somit war bei den Screening-Hörtests ein hinreichender Schallschutz gewährleistet, der eine weitgehend von Störgeräuschen freie Messung auch milder Hörverluste ermöglichte. Familienmitglieder wurden während des Hörtests so gesetzt, dass sie keinen Blickkontakt mit dem Kind hatten (Ablenkung) und instruiert, sich ruhig zu verhalten; oder sie wurden gebeten, den Messraum zu verlassen.

In der Literatur wird berichtet, dass die statistische Sensitivität und Spezifität ^{16,268} der Screening-Messung in Bezug auf vordefinierte Hörverlustkriterien (z. B. 20 oder 25 dB HL) im Vergleich zu konventionellen Hörschwellenmessungen (Vergleich) hoch sind (Sensitivität 90-98 %, Spezifität (70-94 %) ^{269,270}. Die Spezifität war in der zitierten Untersuchung bei 500 Hz am geringsten, was mit dem Einfluss von Umgebungsgeräuschen im Zusammenhang gesehen wird ²¹. Bei unmittelbar wiederholt durchgeführten Messungen wurde eine sehr hohe "Test-Retest"-Reliabilität ermittelt ⁶⁹.

Es kam vor, dass Kinder intellektuell- oder konzentrationsbedingte Schwierigkeiten hatten, den Audiometrietest erfolgreich abzuschließen. Das verwendete Audiometer verfügte über einen automatischen Erkennungsalgorithmus, der gegebenenfalls zum Abbruch der Hörmessung führte. Dies war bei ca. 9% der Probanden der Fall.

Ziel der Screening-Audiometrie war es, Kinder mit potenziell auffällig schlechtem Hörvermögen zu identifizieren. Deutlich muss darauf hingewiesen werden, dass in der Studie keine absoluten Hörschwellen bestimmt wurden. Dies war angesichts der Rahmenbedingungen (Messung in der Wohnung) nicht möglich. Während des Hausbesuchs, der bis zu 2 Stunden dauerte, wurden eine Vielzahl von Messungen durchgeführt und Fragebögen appliziert, wes-

halb das zur Verfügung stehende Zeitfenster für den Hörtest nur sehr begrenzt war. Es erfolgte keine Gehörgangsprüfung auf Cerumen durch die medizinisch nicht ausgebildeten Interviewer; ebenso wurde keine Funktionsprüfung des Trommelfells (Tympanometrie) durchgeführt. Insofern entsprechen die Untersuchungsergebnisse denen einer ungefilterten Population ("unscreened population", vgl. ISO 1999) ⁸⁸, wie bei anderen vergleichbaren Untersuchungen ^{65,69}. Bei der Auswertung der Hörschwellen von 19-21jährigen Rekruten zeigte sich im Durchschnitts-Audiogramm nur ein geringer Unterschied von 1-2 dB zwischen der Gesamtstichprobe (n = 424) und einer nach verschiedenen Kriterien hoch gesiebten Teilpopulation (n = 170) ³³. Bei 7-14jährigen Kindern wurden je nach Frequenz Unterschiede zwischen 0.2 bis 1.9 dB im Mittel zwischen gesiebten ("screened") und ungesiebten Kindern gefunden ⁶⁵. Der Anteil von Probanden mit Obstruktionen durch Cerumen ist in Zufallskollektiven relativ gering (1%) ⁸¹.

5.2 Befundung für die Probanden

Als Befund für die Eltern wurden folgende Kriterien angewandt (vgl. *Anhang II*): Alle Hörtestwerte ≤ 20 dB („gute Hörfähigkeit“), mindestens ein Wert >20 dB aber <40 dB („Hörfähigkeit ist nicht optimal; bitte achten Sie in Zukunft auf Veränderungen des Hörvermögens“), mindestens ein Wert ≥ 40 dB („Der Hörtest war auffällig, d. h. möglicherweise besteht ein Hörschaden; wir empfehlen Ihnen, eine zusätzliche Überprüfung durch einen HNO-Arzt vornehmen zu lassen, sofern der Befund noch nicht bekannt war“). Über ggf. erfolgte Validierungen der im KUS gemessenen Hörschwellen durch niedergelassene HNO-Ärzte im Hinblick auf falsch-positive Befundungen (^{56,57}) liegen keine Ergebnisse vor.

5.3 Definitionen von Hörverlust im KUS

Probleme bei der Vergleichbarkeit audiometrischer Testergebnisse ergeben sich grundsätzlich durch unterschiedliche Definitionen von Hörverlust. Dies sowohl in Bezug auf die absolute Hörminderung, als auch die berücksichtigten Frequenzen, deren Kombination (Mittelwert oder größter Hörverlust) und den zu erfüllenden Nebenbedingungen bei der Ableitung eines Einzahlkriteriums. Besonders bei der Screening-Audiometrie, wo mit diskreten Pegelsprüngen gearbeitet wird, ist es für die Interpretation der Befunde bedeutsam, ob z. B. ein Hörver-

lust von z. B. ≥ 20 dB oder > 20 dB betrachtet wird, die Kategoriengrenze also einbezogen werden oder nicht ⁷¹. Da bei der Screening-Audiometrie üblicherweise mit 5-dB-Pegelsprüngen gearbeitet wird, ist ein Hörverlusts von ≥ 20 dB messtechnisch identisch mit einem Hörverlusts von > 15 dB. Bei Vergleichen mit Studien, in denen die Hörfähigkeit kontinuierlich (in 1-dB-Schritten) gemessen wurde, ist zu beachten, dass die Ergebnisse der Screening-Audiometrie bei Einschluss des Wertes des Hörverlustkriteriums (" \geq ") zur Ausweisung wesentlich höherer Prävalenzanteilen führt. Ein Audiometer misst gehörte Schallpegel, nicht nicht-gehörte. Ein Hörverlust von 20 dB bedeutet dass 15 dB gehört wurden, 16 und 19 dB aber vielleicht auch nicht (und nicht nur 20 dB nicht). Statistisch wird die kumulierte Häufigkeit, die zu einem gehörten Schallpegel von 15 dB gehört als Hörverlust von ≥ 20 dB gelesen und interpretiert. Andererseits bedeutet ein Hörverlust von > 20 dB bei gehörtem Schallpegel von 25 dB nicht, dass 21 dB auch gehört wurden. Dies macht deutlich, dass beim Vergleich von Hörverlustdaten Vorsicht geboten ist. Da in der Literatur sowohl über Hörverluste ≥ 20 dB als auch > 20 dB berichtet wird, beides aber, wie ausgeführt, sehr viel unterschiedlichere Sachverhalte widerspiegelt, als die Angabe vermuten lassen, werden im deskriptiven Teil des Berichts beide Prävalenzangaben gemacht. Zusammenhangsanalysen wurden in diesem Bericht mit Prävalenzen gerechnet, die sich auf Hörverluste über dem Schwellenwert gehörter Schallpegel (" $>$ ") beziehen. Hörverluste bis zu 20 dB werden in der Praxis üblicherweise als 'normal' eingestuft ^{123,153}.

Zudem erschweren unterschiedliche Messbedingungen in Untersuchungen die Vergleichbarkeit von Hörtestergebnissen. Dies betrifft den Schutz vor Störgeräuschen (Schallschutzkabine, schalldämmende Kopfhörer) ebenso wie die Audiometrie selbst (manuell vs. automatisch; diskrete Pegelsprünge vs. kontinuierlich (z. B. Békésy-Methode)). Vergleiche mit anderen Untersuchungen lassen sich am besten dann herstellen, wenn die Test-Rohwerte, also der Ergebnisse für jede einzelne Test-Frequenz beider Ohren, dokumentiert werden.

Entsprechend der in *Kapitel 2.2* aufgeführten Hörverlustkriterien werden in diesem Bericht Hörverluste nach unterschiedlichen Kriterien und Definitionen berechnet und deskriptiv dargestellt:

- 1) Für einzelne Testfrequenzen oder Frequenzgruppen ('Summenfrequenzen') werden Häufigkeiten von Hörverlusten von > 20 dB (20 dB gehört, 25 dB nicht gehört) und > 30 dB (30 dB noch gehört, 35 dB nicht gehört) ausgewiesen. Zum Vergleich mit anderen Unter-

suchungen wurden auch Hörverluste von ≥ 20 dB und ≥ 30 dB (20 bzw. 30 dB nicht mehr gehört, entspricht 15 bzw. 25 dB noch gehört) betrachtet.

- 2) Sensorischer Hörverlust in Anlehnung an die NHANES III-Studie ('NHANES')³⁴: Hörverlust bei 1 kHz ≤ 15 dB (15 dB gehört), schlechteste Hörschwelle bei 3, 4, 6 kHz mindestens 15 dB höher (schlechter) als die Hörschwelle bei 1 kHz.
- 3) Sensorischer Hörverlust in Anlehnung an Untersuchungen des ehemaligen Bundesgesundheitsamtes ('BGA')^{35,36}: Größter Hörverlust bei 3, 4 oder 6 kHz > 20 dB mit der Nebenbedingung, dass der Hörverlust bei 1 oder 2 kHz mindestens 10 dB geringer ist als bei 3-6 kHz.
- 4) Sensorischer Hörverlust in Anlehnung an die Untersuchung im Auftrag des früheren Bundesgesundheitsamtes bei Wehrdienstsanwärtern aus dem Jahr 1995 ('STRUWE')³⁷: Größter Hörverlust bei 3, 4 oder 6 kHz > 20 dB (20 dB gehört) mit den Nebenbedingungen, dass der Hörverlust (auf demselben Ohr) bei 1 oder 2 kHz mindestens 15 dB geringer ist als bei 3-6 kHz und der Hörverlust bei 1 oder 2 kHz selbst ≤ 20 dB ist. Anmerkung: In der Untersuchung von Struwe et al. wurde als Hörverlustkriterium ein Hörverlust von ≥ 20 dB abgegeben, was wegen des 5 dB-Inkrementes bei der Schallpegelsteuerung der Audiometrie einem Hörverlust von > 15 dB entspricht.
- 5) Mittelwerte von Hörschwellen werden als arithmetische Mittelwerte mit zugehöriger Standardabweichung angegeben. Dabei wird von der Annahme näherungsweise symmetrisch verteilter Hörschwellen ausgegangen. In diesem Fall werden den Probanden die jeweiligen Kategorien-Mittelwerte als Hörschallpegel zugeordnet.
Anmerkung: In den *Abbildungen 5.3-1 und 5.3-2* sind für das rechte und linke Ohr der untersuchten Kinder die Verteilungen der mittleren Hörschwellen über alle Testfrequenzen von 1-6 kHz aufgetragen. Die Bilder bestätigen die Annahme symmetrisch verteilter Hörschwellen; nur einige 'Ausreißer' in Richtung schlechter Hörschwellen lagen vor. Insofern wird auf die Angabe geometrischer Mittelwerte verzichtet, zumal unter biologischen Gesichtspunkten (Definition der Normal-Hörschwelle) von annähernd normal verteilten Hörschwellen in der betrachteten jungen Altersgruppe auszugehen ist.

- 6) Mittelwert der Hörschwellen bei 3, 4 und 6 kHz gegenüber dem Mittelwert der Hörschwellen bei 1 und 2 kHz. Dieses Kriterium kommt besonders bei Zusammenhangsanalysen zur Anwendung. Dabei wird von der Annahme näherungsweise symmetrisch verteilter Hörschwellen innerhalb der 5 dB-Kategorien ausgegangen. Den Probanden werden die Kategorien-Mittelwerte als Hörschallpegel zugeordnet und arithmetische Mittelwerte über die jeweils zusammengefassten Testfrequenzen gebildet. Diese Mittelwerte können für korrelations- und regressionsanalytische statistische Auswertungen herangezogen werden.

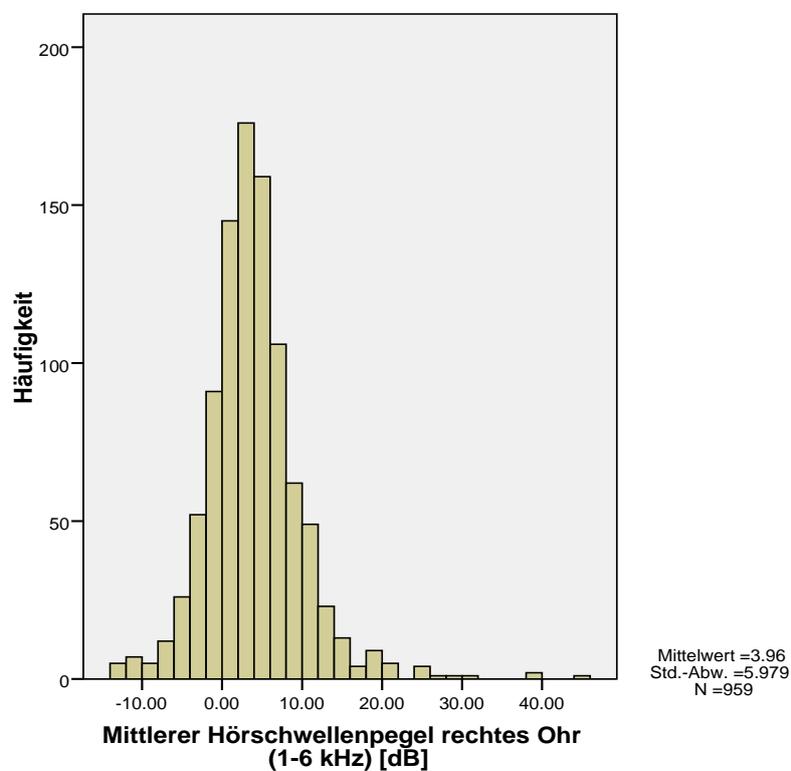


Abbildung 5.3-1: Verteilung der über alle Testfrequenzen (1-6 kHz) gemittelten Hörschwelle (rechtes Ohr, ungewichtet)

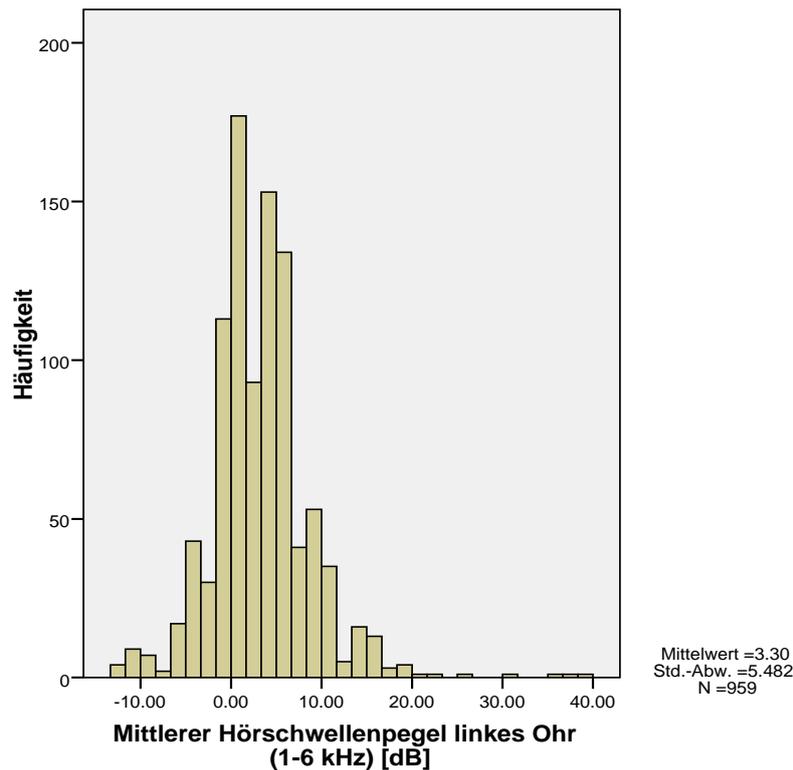


Abbildung 5.3-2: Verteilung der über alle Testfrequenzen (1-6 kHz) gemittelten Hörschwelle (linkes Ohr, ungewichtet)

5.4 Qualitätskontrolle

Wöchentlich erfolgte eine subjektive Funktionsprüfung durch die Audiometristen/Interviewer, indem sie ihre eigene zuvor genau bestimmte Hörfähigkeit prüften. Im zeitlichen Trend ließen sich keine systematischen Veränderungen bei den Hörschwellen der Untersucher erkennen. *Tabelle 5.4-1* zeigt Mittelwerte der Hörschwellen (5-dB-Kategorienmittelwerte) die mit den 4 verschiedenen während der Feldarbeit eingesetzten Audiometern gemessen wurden. Es fällt auf, dass die mit Audiometer Nr. 4 gemessenen Hörschwellen im Mittel durchweg niedriger sind als diejenigen der Audiometer 1-3. Damit stellt sich die Frage, ob trotz regelmäßiger Wartung ein systematischer Gerätefehler vorgelegen hat. Deshalb wurde überprüft, ob die Abweichung auf demografische Merkmalsunterschiede der untersuchten Probanden und damit verbundene Hörschwellenunterschiede zurückzuführen sein könnte. *Tabelle 5.4-2* zeigt Mittelwerte der Variablen Alter, Gebietszugehörigkeit (neue, alte Bundesländer) und Geschlecht der mit den jeweiligen Audiometern untersuchten Kinder. Lediglich beim Geschlecht deuten sich auffällige Unterschiede an. So war der relative Anteil von Jungen (Mittelwert 1.39 entspricht 61 %) größer, die mit dem Audiometer 4 gemessen wurden (Codierung: 1 =

männlich, 2 = weiblich; Erwartungswert = 1.48). Da Jungen häufig etwas schlechtere Hörschwellen aufweisen als Mädchen (zeigt sich im Folgenden auch im KUS), kann das jedoch nicht die Ursache für die im Mittel besseren Hörschwellen sein, die mit dem betreffenden Audiometer ermittelt wurden.

Während der Feldarbeit kam es vor, dass einige Interviewer das Audiometer tauschten und dadurch mit verschiedenen Geräten arbeiteten (z. B. bei Funktionsstörungen und Einsatz des Ersatzgerätes). Es wurde bereits beschrieben, dass die regelmäßige Überwachung der Hörschwellen der Interviewer im Rahmen der zugelassenen Schwankungen keine auffälligen Veränderungen über die Zeit erkennen ließ (auch bei zeitweisem Wechsel des Gerätes). Eine genauere Prüfung war bei einem Interviewer möglich, der 52 Selbst-Messungen mit dem Audiometer 3 und 37 Messungen mit dem Audiometer 4 durchführte. Es ließen sich keine systematischen Unterschiede der mittleren Hörschwellenpegel in eine Richtung in Abhängigkeit vom Audiometer festzustellen, was auf eine etwaige Fehlfunktion, z. B. der Kopfhörer, hingewiesen hätte. Dies ist in *Tabelle 5.4-3* dargestellt. Der statistische T-Test weist bei der Person im Mittel bei zwei Frequenzen schlechtere und bei einer Frequenz bessere Hörschwellen bei Messung mit dem Audiometer 4 aus ($p < 0.05$). Qualitativ zeigen sich bei vier von den zehn Testfrequenzen höhere und bei vieren niedrigere Werte (größer ± 0.5 dB) als bei Audiometer Nr. 3. Es wird daher davon ausgegangen, dass der empirische Befund niedrigerer Hörschwellen bei Kindern, die mit Audiometer 4 gemessen wurden, zufällig entstanden ist und einen wahren Befund widerspiegelt.

Tabelle 5.4-1: Mittelwerte der Hörschwellen in Abhängigkeit vom verwendeten Audiometer

Testfrequenz	Audiometer	N	Mittelwert	Standard-abweichung
rechts (1 kHz)	1	311	3.6415	6.67682
	2	292	4.4863	7.64279
	3	222	4.8198	7.81004
	4	134	2.2388	8.14154
	Gesamt	959	3.9755	7.49302
links (1 kHz)	1	311	2.2267	6.02462
	2	292	2.1404	6.22798
	3	222	2.0045	7.53438
	4	134	1.7164	6.79602
	Gesamt	959	2.0777	6.56221
rechts (2 kHz)	1	311	3.4164	6.79512
	2	292	4.2123	6.99628
	3	222	4.2342	7.04135
	4	134	1.9776	6.61136
	Gesamt	959	3.6470	6.92099
links (2 kHz)	1	311	1.9373	6.48236
	2	292	2.8082	6.33331
	3	222	2.5450	7.36862
	4	134	1.4552	6.40355
	Gesamt	959	2.2758	6.65091
rechts (3 kHz)	1	311	6.1334	7.04690
	2	292	1.0788	8.46159
	3	222	6.6667	8.31257
	4	134	2.1642	8.13878
	Gesamt	959	4.1632	8.31417
links (3 kHz)	1	311	4.4132	7.02224
	2	292	4.0925	8.01298
	3	222	4.9324	7.95533
	4	134	.8209	6.65882
	Gesamt	959	3.9338	7.60820
rechts (4 kHz)	1	311	4.4775	7.02733
	2	292	3.6301	7.13807
	3	222	5.1802	7.39337
	4	134	.8955	9.39126
	Gesamt	959	3.8816	7.62128
links (4 kHz)	1	311	4.1720	6.59436
	2	292	3.5103	7.50188
	3	222	4.0315	8.13608
	4	134	.8582	7.27484
	Gesamt	959	3.4750	7.41433
rechts (6 kHz)	1	311	5.6511	8.58767
	2	292	2.9795	7.52610
	3	222	4.5045	8.15101
	4	134	2.5373	8.87457
	Gesamt	959	4.1371	8.29894
links (6 kHz)	1	311	4.3489	7.69623
	2	292	6.0616	8.31012
	3	222	4.0315	8.39610
	4	134	4.0672	9.85645
	Gesamt	959	4.7576	8.40565

Tabelle 5.4-2: Mittelwerte von Alter, Gebietszugehörigkeit und Geschlecht stratifiziert nach verwendetem Audiometer

Demografisches Merkmal	Audiometer	N	Mittelwert	Standard- abweichung
Vollendetes Lebensalter	1	311	11.08	1.995
	2	292	11.09	2.009
	3	222	11.05	1.985
	4	134	11.00	2.022
	Gesamt	959	11.07	1.998
Gebiet ^{*)}	1	311	1.66	.475
	2	292	1.65	.476
	3	222	1.69	.464
	4	134	1.76	.428
	Gesamt	959	1.68	.467
Geschlecht	1	311	1.53	.500
	2	292	1.45	.499
	3	222	1.50	.501
	4	134	1.39	.489
	Gesamt	959	1.48	.500

*) Gebiet ist eine dichotome Variable mit den Ausprägungen 0 und 1

Tabelle 5.4-3: Mittelwerte der Hörschwellen des Interviewers 35 mit verschiedenen Audiometern (Nr. 3 und 4) gemessen

Hörtest	Audiometer	N	Mittelwert	Standardabweichung	Irrtumswahrscheinlichkeit
rechts 1 kHz	3.00	52	.8654	2.36833	.474
	4.00	37	.4730	2.75365	
	Gesamt	89	.7022	2.52793	
rechts 2 kHz	3.00	52	-.2885	2.69594	.065
	4.00	37	1.0135	3.88460	
	Gesamt	89	.2528	3.28662	
rechts 3 kHz	3.00	52	-.6731	2.43118	.902
	4.00	37	-.7432	2.93830	
	Gesamt	89	-.7022	2.63792	
rechts 4 kHz	3.00	52	-.4808	4.45672	.129
	4.00	37	-1.9595	4.53134	
	Gesamt	89	-1.0955	4.52196	
rechts 6 kHz	3.00	52	-1.7308	4.12841	.016
	4.00	37	-3.8514	3.84575	
	Gesamt	89	-2.6124	4.12707	
links 1 kHz	3.00	52	-.8654	2.36833	.014
	4.00	37	.6081	3.19534	
	Gesamt	89	-.2528	2.82151	
links 2 kHz	3.00	52	2.3077	3.56474	.130
	4.00	37	1.1486	3.46583	
	Gesamt	89	1.8258	3.55085	
links 3 kHz	3.00	52	-1.6346	4.04886	.373
	4.00	37	-.8784	3.73684	
	Gesamt	89	-1.3202	3.91838	
links 4 kHz	3.00	52	-1.3462	2.73241	.005
	4.00	37	.4730	3.21875	
	Gesamt	89	-.5899	3.06238	
links 6 kHz	3.00	52	-3.8462	3.58584	.064
	4.00	37	-5.2027	3.02641	
	Gesamt	89	-4.4101	3.41334	

6 Ergebnisse: Deskription

6.1 Hörtest-Befundung (für die Probanden)

Die Tabellen 6.1-1 und 6.1-2 geben die ungewichteten und gewichteten Ergebnisse der Befundung unmittelbar im Anschluss an den Hörtest wieder. Bei 1.7 % bzw. 1.7 % der Kinder wurde ungewichtet bzw. gewichtet der Besuch eines HNO-Arztes empfohlen (mindestens eine Hörschwelle ≥ 40 dB), weitere 11.5 % bzw. 11.2 % wiesen einen auffälligen Befund auf (mindestens eine Hörschwelle >20 dB aber <40 dB).

Tabelle 6.1-1: Hörtest-Befund (ungewichtet)

Befund	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
alle Werte kleiner oder gleich 20 dB	834	87.0	87.0	87.0
mindestens ein Wert größer 20 dB aber kleiner 40 dB(A)	111	11.6	11.6	98.5
mindestens ein Wert größer oder gleich 40 dB	14	1.5	1.5	100.0
Gesamt	959	100.0	100.0	

Tabelle 6.1-2: Hörtest-Befund (gewichtet)

Befund	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
alle Werte kleiner oder gleich 20 dB	858	87.4	87.4	87.4
mindestens ein Wert größer 20 dB aber kleiner 40 dB(A)	110	11.2	11.2	98.6
mindestens ein Wert größer oder gleich 40 dB	14	1.4	1.4	100.0
Gesamt	982	100.0	100.0	

6.2 Verteilungen der Screening-Hörschwellen (Summenbetrachtung 1-6 kHz)

Die *Tabellen 6.2-1 und 6.2-2* geben die Verteilung der Summen-Hörschwellen auf dem rechten und linken Ohr wieder (ungewichtet). Dazu wurde jeweils die schlechteste Hörschwelle bei irgendeiner der 5 Testfrequenzen (1, 2, 3, 4, 6 kHz) herangezogen. (Anmerkung: In die Auswertung gehen nur die Probanden ein, für die ein Hörtestergebnis bei allen Testfrequenzen auf beiden Ohren vorlag, $n = 959$). Auf dem rechten / linken / einem von beiden Ohren wiesen 7.4 / 8.3 / 13.2 % der Kinder bei mindestens einer Frequenz einen Hörverlust von >20 dB auf und 2.0 / 1.0 / 2.6 % einen Hörverlust von >30 dB. *Tabelle 6.2-3* zeigt die Verteilung bei Zusammenfassung von rechtem und linkem Ohr. Schließt man die Kategoriengrenzen mit ein (für Vergleichszwecke mit anderen Untersuchungen), so lauten die entsprechenden Prävalenzen wie folgt: Auf dem rechten / linken / einem von beiden Ohren wiesen 19.3 / 17.2 / 27.9 % der Kinder bei mindestens einer Frequenz einen Hörverlust von ≥ 20 dB auf und 3.8 / 2.6 / 5.4 % einen Hörverlust von ≥ 30 dB. Dabei ist zu beachten, dass der aus der Häufigkeitsverteilung abgelesene Anteil von Kindern mit einem Hörverlust ≥ 20 dB von 19.3% wegen der 5 dB-Pegelsprünge bei der Audiometrie als Hörverlust >15 dB zu interpretieren ist, was den großen Unterschied zum >20 dB-Kriterium erklärt.

Die *Tabellen 6.2-4 bis 6.2-6* zeigen entsprechend gewichtete Ergebnisse. Danach hatten 7.3 / 8.1 / 12.8 % der Kinder auf dem rechten / linken / einem von beiden Ohren einen Hörverlust von >20 dB bei mindestens einer Frequenz im Bereich 1-6 kHz und 1.7 / 1.0 / 2.4 % einen Hörverlust von >30 dB. Bei Einbeziehung der Kategoriengrenzen betrug die Prävalenzen für einen Hörverlust von ≥ 20 dB 19.3 / 17.1 / 28.3 % und für einen Hörverlust von ≥ 30 dB 3.4 / 2.6 / 5.2 %.

Tabelle 6.2-1: Screening-Hörschwelle, Summenvariable 1-6 kHz, rechtes Ohr (ungewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10.00	5	.5	.5	.5
-5.00	9	.9	.9	1.5
.00	32	3.3	3.3	4.8
5.00	175	18.2	18.2	23.0
10.00	329	34.3	34.3	57.4
15.00	224	23.4	23.4	80.7
20.00	114	11.9	11.9	92.6
25.00	35	3.6	3.6	96.2
30.00	17	1.8	1.8	98.0
35.00	9	.9	.9	99.0
40.00	3	.3	.3	99.3
50.00	2	.2	.2	99.5
55.00	2	.2	.2	99.7
60.00	2	.2	.2	99.9
75.00	1	.1	.1	100.0
Gesamt	959	100.0	100.0	

Tabelle 6.2-2: Screening-Hörschwelle, Summenvariable 1-6 kHz, linkes Ohr (ungewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10.00	4	.4	.4	.4
-5.00	11	1.1	1.1	1.6
.00	31	3.2	3.2	4.8
5.00	203	21.2	21.2	26.0
10.00	317	33.1	33.1	59.0
15.00	228	23.8	23.8	82.8
20.00	85	8.9	8.9	91.7
25.00	55	5.7	5.7	97.4
30.00	15	1.6	1.6	99.0
35.00	1	.1	.1	99.1
40.00	2	.2	.2	99.3
45.00	2	.2	.2	99.5
50.00	1	.1	.1	99.6
55.00	3	.3	.3	99.9
60.00	1	.1	.1	100.0
Gesamt	959	100.0	100.0	

Tabelle 6.2-3: Screening-Hörschwelle, Summenvariable 1-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr (ungewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10.00	2	.2	.2	.2
-5.00	6	.6	.6	.8
.00	11	1.1	1.1	2.0
5.00	112	11.7	11.7	13.7
10.00	283	29.5	29.5	43.2
15.00	277	28.9	28.9	72.1
20.00	141	14.7	14.7	86.8
25.00	75	7.8	7.8	94.6
30.00	27	2.8	2.8	97.4
35.00	9	.9	.9	98.3
40.00	4	.4	.4	98.7
45.00	1	.1	.1	98.9
50.00	2	.2	.2	99.1
55.00	5	.5	.5	99.6
60.00	3	.3	.3	99.9
75.00	1	.1	.1	100.0
Gesamt	959	100.0	100.0	

Tabelle 6.2-4: Screening-Hörschwelle, Summenvariable 1-6 kHz, rechtes Ohr (gewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10.00	3	.4	.4	.4
-5.00	9	.9	.9	1.2
.00	32	3.3	3.3	4.5
5.00	178	18.1	18.1	22.7
10.00	345	35.1	35.1	57.7
15.00	225	22.9	22.9	80.7
20.00	119	12.1	12.1	92.7
25.00	38	3.8	3.8	96.6
30.00	16	1.7	1.7	98.3
35.00	8	.8	.8	99.1
40.00	2	.2	.2	99.3
50.00	3	.3	.3	99.5
55.00	2	.2	.2	99.7
60.00	2	.2	.2	99.9
75.00	1	.1	.1	100.0
Gesamt	982	100.0	100.0	

Tabelle 6.2-5: Screening-Hörschwelle, Summenvariable 1-6 kHz, linkes Ohr (gewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10.00	3	.3	.3	.3
-5.00	10	1.0	1.0	1.3
.00	32	3.3	3.3	4.5
5.00	201	20.5	20.5	25.0
10.00	334	34.0	34.0	59.0
15.00	234	23.9	23.9	82.9
20.00	89	9.0	9.0	91.9
25.00	54	5.5	5.5	97.4
30.00	16	1.6	1.6	99.0
35.00	1	.1	.1	99.1
40.00	3	.3	.3	99.4
45.00	2	.3	.3	99.6
50.00	0	.0	.0	99.6
55.00	2	.2	.2	99.9
60.00	1	.1	.1	100.0
Gesamt	982	100.0	100.0	

Tabelle 6.2-6: Screening-Hörschwelle, Summenvariable 1-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr (gewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10.00	1	.1	.1	.1
-5.00	5	.5	.5	.5
.00	9	.9	.9	1.5
5.00	112	11.4	11.4	12.9
10.00	301	30.6	30.6	43.5
15.00	277	28.2	28.2	71.7
20.00	152	15.5	15.5	87.2
25.00	75	7.6	7.6	94.8
30.00	27	2.8	2.8	97.6
35.00	8	.8	.8	98.4
40.00	4	.4	.4	98.8
45.00	1	.1	.1	98.9
50.00	3	.3	.3	99.2
55.00	4	.4	.4	99.6
60.00	3	.3	.3	99.9
75.00	1	.1	.1	100.0
Gesamt	982	100.0	100.0	

In *Tabelle 6.2-7* ist die Verteilung der Differenz der schlechtesten auf dem rechten oder linken Ohr bei einer der Testfrequenzen (1-6 kHz) ermittelten Hörschwelle zum jeweils anderen Ohr („rechts minus links“) aufgelistet (ungewichtete Ergebnisse). Bei 78.6 % lag der Unterschied bei maximal einer Schallpegelkategorie (+/- 5 dB). Dies ist in *Abbildung 6.2-1* grafisch dargestellt. Anders ausgedrückt, bei 21.4 % der Kinder war die Hörfähigkeit (schlechteste Hörschwelle) auf einem Ohr um mehr als 5 dB schlechter als auf dem anderen; bei 7.5 % der Kinder (gewichtet und ungewichtet) war sie auf einem Ohr deutlich (>10 dB) schlechter. Dabei war das rechte Ohr (5.0 %) andeutungsweise häufiger (doppelt so oft) betroffen wie das linke (2.5 %). Auch bei Einzelfrequenz-bezogenen Vergleichen bestätigte sich dieser Befund. *Tabelle 6.2-8* zeigt die mittlere Differenz der Hörschwellen bei 1, 2, 3, 4 und 6 kHz. Bis auf die Hörschwellen bei 6 kHz war das Hörvermögen der Kinder auf dem rechten Ohr schlechter, vornehmlich jedoch bei den Frequenzen im mittleren Frequenzbereich (1, 2 kHz), nicht jedoch im Bereich der lärmtypischen "C5-Senke". Bei 6 kHz war hingegen das linke Ohr häufiger betroffen. Die statistischen Tests auf Unterschiede (ungewichtete Analyse) war für die Frequenzen 1, 2 und 6 kHz signifikant (Wilcoxon-Test für verbundene Stichproben: $p < 0.01$).

Die Ergebnisse sollten jedoch nicht überinterpretiert werden. Das rechte Ohr wurde im Hörtest zuerst geprüft, der mittlere Frequenzbereich zuerst. Insofern ist ein Reihungs-/Übungseffekt denkbar, der auf Lern- und Konzentrationseinflüsse zurückzuführen sein könnte und sich bei den in der Reihenfolge zuerst getesteten Frequenzen des mittleren Frequenzbereichs besonders bemerkbar macht (Anmerkung: Die Kinder hatten zuvor noch nie einen solchen automatischen Hörtest durchgeführt). Unterschiede in der Hörfähigkeit zwischen beiden Ohren wurden auch in anderen Untersuchungen gefunden: Hörverlust links größer als rechts^{37,62,129}; Hörverlust rechts größer als links^{33,164}. Die Unterschiede wurden zumeist als Artefact betrachtet und mit dem Lerneffekt in Verbindung gebracht, in Abhängigkeit davon, welches Ohr zuerst getestet wurde. Aber auch der Sachverhalt, ob eine Person Rechts- oder Linkshänder ist, könnte bei einseitigen Gehörschäden zur Erklärung des Effekts beitragen (z. B. lautes Spielzeug).

Tabelle 6.2-7: Screening-Hörschwelle, Differenz zwischen rechtem und linkem Ohr, Summenvariable 1-6 kHz (ungewichtet)

Hörschwellen-Differenz rechts-links [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-45.00	3	.3	.3	.3
-30.00	1	.1	.1	.4
-25.00	2	.2	.2	.6
-20.00	6	.6	.6	1.3
-15.00	12	1.3	1.3	2.5
-10.00	68	7.1	7.1	9.6
-5.00	204	21.3	21.3	30.9
.00	343	35.8	35.8	66.6
5.00	206	21.5	21.5	88.1
10.00	66	6.9	6.9	95.0
15.00	23	2.4	2.4	97.4
20.00	16	1.7	1.7	99.1
25.00	4	.4	.4	99.5
30.00	3	.3	.3	99.8
40.00	1	.1	.1	99.9
50.00	1	.1	.1	100.0
Gesamt	959	100.0	100.0	

Tabelle 6.2-8: Screening-Hörschwelle, Differenz zwischen rechtem und linkem Ohr, Einzelfrequenzen (ungewichtet)

Frequenz	N	Mittelwert	Standardabweichung	Signifikanz-Test
Differenz rechtes minus linkes Ohr (1 kHz)	959	1.8978	6.71489	p = 0.000
Differenz rechtes minus linkes Ohr (2 kHz)	959	1.3712	6.66229	p = 0.000
Differenz rechtes minus linkes Ohr (3 kHz)	959	.2294	8.10935	p = 0.593
Differenz rechtes minus linkes Ohr (4 kHz)	959	.4067	7.30640	p = 0.133
Differenz rechtes minus linkes Ohr (6 kHz)	959	-.6204	8.31315	p = 0.006
Gültige Werte (Listenweise)	959			

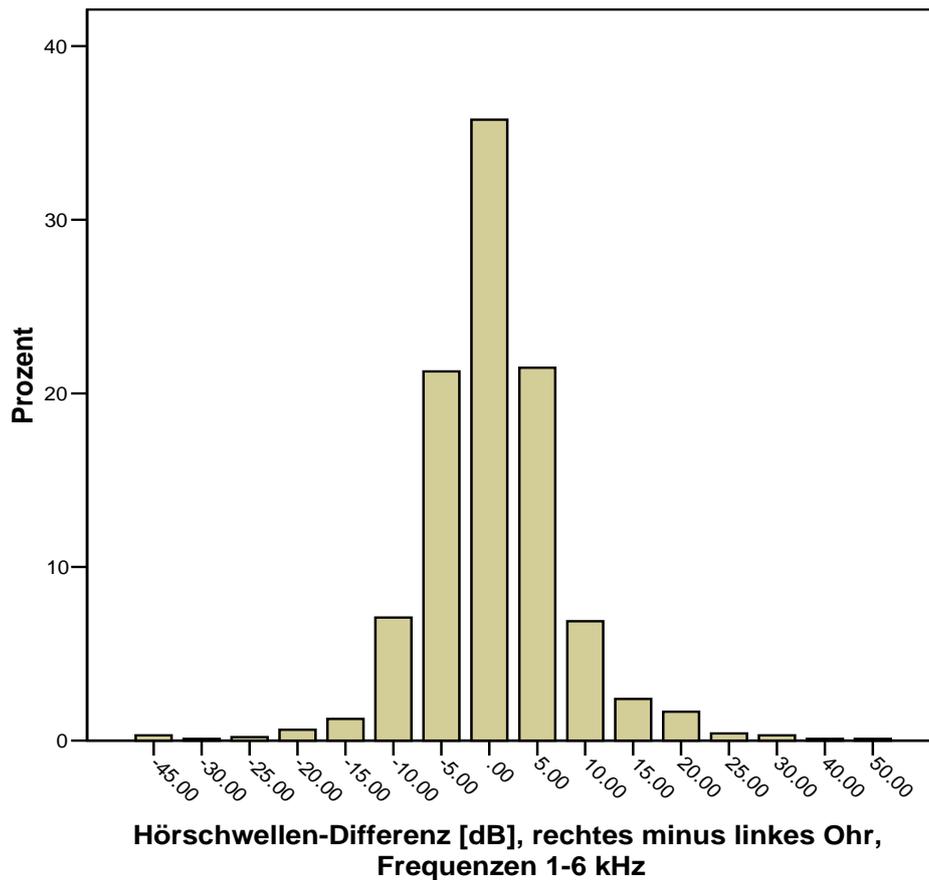


Abbildung 6.2-1: Screening-Hörschwelle, Summenvariable 1-6 kHz, Differenz zwischen rechtem und linkem Ohr (ungewichtet)

6.3 Sensitivitätsanalyse: Umgebungsschallpegel beim Hörtest

Abbildung 6.3-1 zeigt die Verteilung der vorherrschenden Innenraum-Schallpegel (L_{AS}) beim Hörtest, wie sie von den Untersuchern bestimmt wurden. Bei 80 % der Probanden lag der Wert nicht über 32 dB(A). Zur Prüfung des möglichen Einflusses von Störgeräuschen auf die Hörtest-Messungen wurde für Sensitivitätsanalysen diese Teil-Stichprobe mit vermeintlich geringer Störung durch Umgebungsgeräusche gewählt (aus pragmatischen Gründen hinsichtlich Schallpegel und Stichprobenumfang, vgl. hierzu auch *Kapitel 5.1*, Einfügungsdämmung der Kopfhörer). Darüber hinaus wurden die von den Interviewern erhobenen subjektiven Informationen zum Vorhandensein von Störgeräuschen im Untersuchungsraum ($n = 33$) oder sonstigen Besonderheiten beim Hörtest als Ausschlusskriterium verwandt ($n = 169$). Alle drei Ausschlusskriterien zusammen führen auf einen Stichprobenumfang von $N = 646$ von Kindern, für die keine nennenswerte Beeinträchtigung durch Störschall im Untersuchungsraum angenommen wird.

Betrachtet man die Verteilung der Summen-Hörschwellen dieser Teilstichprobe, wiedergegeben in *Tabelle 6.3-1*, im Vergleich mit denen der Gesamtstichprobe (*Tabelle 6.2-6*), so ergibt sich, dass 12.5 % (Gesamtstichprobe: 13.2 %) einen Hörverlust >20 dB und 2.2 % (Gesamtstichprobe 2.6 %) einen Hörverlust >30 dB bei mindestens einer Test-Frequenz (1-6 kHz) auf wenigstens einem Ohr hatten (ungewichtete Daten). Zwar sind die Anteile von auffälligen Kindern mit maximalen Hörverlusten von >20 und >30 dB in der Teilstichprobe etwas geringer, die statistischen Tests auf Gruppenunterschiede sind jedoch nicht signifikant (Fischers exakter χ^2 -Test, einseitig: $p = 0.205$ bzw. $p = 0.156$). Die Ähnlichkeit der Resultate für die Gesamt- und die Teilstichprobe spricht dafür, dass Störgeräusche die Screening-Audiometrie nicht wesentlich beeinflusst haben und die unterschiedlichen Messbedingungen (Wohnräume der Probanden) nur wenig Einfluss auf die Befunde der Screening-Audiometrie hatten (Auf-fälligkeitskriterien >20/>30 dB), was an der ausreichenden Schalldämmung der Kopfhörer lag.

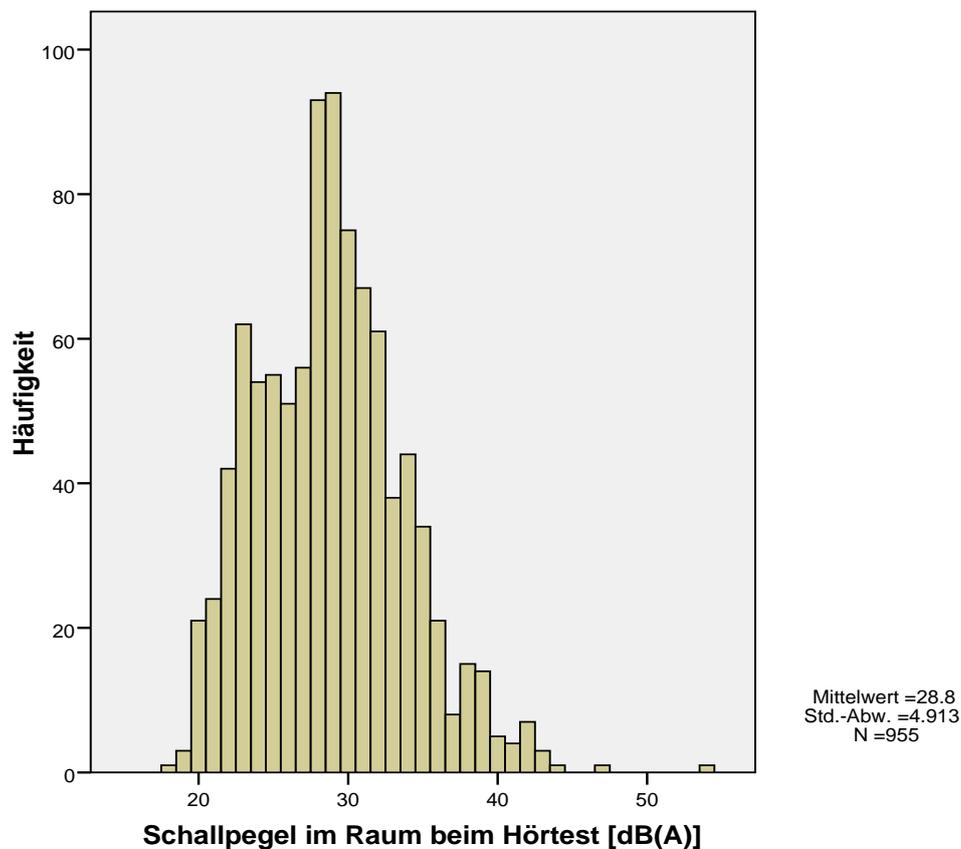


Abbildung 6.3-1: Verteilung der vorherrschenden Umgebungsschallpegel (L_{AS}) beim Hörtest (ungewichtet)

Tabelle 6.3-1: Screening-Hörschwelle, Summenvariable 1-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr, Teilstichprobe mit geringem Störschall während der Audiometrie (ungewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10.00	2	.3	.3	.3
-5.00	4	.6	.6	.9
.00	6	.9	.9	1.9
5.00	83	12.8	12.8	14.7
10.00	191	29.6	29.6	44.3
15.00	181	28.0	28.0	72.3
20.00	98	15.2	15.2	87.5
25.00	44	6.8	6.8	94.3
30.00	23	3.6	3.6	97.8
35.00	5	.8	.8	98.6
40.00	1	.2	.2	98.8
45.00	1	.2	.2	98.9
55.00	3	.5	.5	99.4
60.00	3	.5	.5	99.8
75.00	1	.2	.2	100.0
Gesamt	646	100.0	100.0	

6.4 Verteilungen der Screening-Hörschwellen bei einzelnen Frequenzen

Für vergleichende Betrachtungen mit anderen Untersuchungen sind im Folgenden Einzelbetrachtungen der Hörschwellen bei den Test-Frequenzen aufgelistet. Die *Tabellen 6.4-1 bis 6.4-5* geben Häufigkeitsverteilungen der einzelnen Hörschwellen bei den Frequenzen 1, 2, 3, 4, 6 kHz des rechten Ohr wieder (gewichtet); die *Tabellen 6.4-6 bis 6.4-10* die entsprechenden Screening-Hörschwellen des linken Ohres. Der gewichtete Stichprobenumfang beträgt $n = 982$ (ungewichtet 959). *Tabelle 6.4-11* fasst die Ergebnisse zusammen, indem die prozentualen Anteile von Kindern mit Hörverlusten >20 und >30 dB tabellarisch aufgelistet werden.

Auf dem linken Ohr zeigten sich deutlich höhere Anteile von Kindern mit Hörverlusten über 20 dB und 30 dB im Hochtonbereich (>20 dB, Frequenzen 3-6 kHz: 2.7, 2.8, 4.1 %) als im mittleren Frequenzbereich (>20 dB, Frequenzen 1-2 kHz: 1.3, 1.2 %). Auf dem rechten Ohr waren die Befunde im Hochtonbereich ähnlich (>20 dB, Frequenzen 3-6 kHz: 2.8, 2.5, 3.4 %), wohingegen auf dem rechten Ohr auch die Anteile mit Hörverlusten im mittleren Frequenzbereich höher waren (>20 dB, Frequenzen 1-2 kHz: 3.4, 2.0 %). Dies kann an dem be-

reits angesprochenen (*Kapitel 6.2*) Trainingseffekt liegen (Beginn der Messung auf dem rechten Ohr).

Tabelle 6.4-1: Screening-Hörschwelle, 1 kHz, rechtes Ohr (gewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10	26	2.7	2.7	2.7
-5	46	4.7	4.7	7.4
0	152	15.4	15.4	22.8
5	410	41.8	41.8	64.6
10	216	22.0	22.0	86.6
15	68	6.9	6.9	93.6
20	30	3.1	3.1	96.6
25	21	2.1	2.1	98.8
30	7	.7	.7	99.5
35	2	.2	.2	99.6
40	2	.2	.2	99.8
50	0	.0	.0	99.9
55	1	.1	.1	100.0
Gesamt	982	100.0	100.0	

Tabelle 6.4-2: Screening-Hörschwelle, 2 kHz, rechtes Ohr (gewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10	22	2.3	2.3	2.3
-5	46	4.7	4.7	7.0
0	194	19.8	19.8	26.7
5	341	34.7	34.7	61.5
10	236	24.0	24.0	85.5
15	89	9.1	9.1	94.5
20	36	3.7	3.7	98.2
25	11	1.1	1.1	99.3
30	5	.5	.5	99.8
35	2	.2	.2	100.0
45	0	.0	.0	100.0
Gesamt	982	100.0	100.0	

Tabelle 6.4-3: Screening-Hörschwelle, 3 kHz, rechtes Ohr (gewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10	31	3.2	3.2	3.2
-5	68	6.9	6.9	10.0
0	184	18.7	18.7	28.8
5	271	27.6	27.6	56.4
10	230	23.4	23.4	79.8
15	128	13.0	13.0	92.8
20	45	4.6	4.6	97.4
25	11	1.2	1.2	98.6
30	7	.7	.7	99.3
35	1	.1	.1	99.4
40	3	.3	.3	99.7
50	3	.3	.3	100.0
60	0	.0	.0	100.0
Gesamt	982	100.0	100.0	

Tabelle 6.4-4: Screening-Hörschwelle, 4 kHz, rechtes Ohr (gewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10	21	2.2	2.2	2.2
-5	49	5.0	5.0	7.1
0	206	21.0	21.0	28.1
5	311	31.7	31.7	59.8
10	245	24.9	24.9	84.7
15	96	9.7	9.7	94.4
20	32	3.3	3.3	97.7
25	9	.9	.9	98.6
30	4	.5	.5	99.1
35	5	.5	.5	99.6
50	1	.1	.1	99.7
55	1	.2	.2	99.8
60	2	.2	.2	100.0
Gesamt	982	100.0	100.0	

Tabelle 6.4-5: Screening-Hörschwelle, 6 kHz, rechtes Ohr (gewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10	25	2.5	2.5	2.5
-5	66	6.7	6.7	9.2
0	213	21.7	21.7	30.9
5	281	28.6	28.6	59.5
10	204	20.8	20.8	80.3
15	107	10.9	10.9	91.2
20	56	5.7	5.7	96.8
25	18	1.8	1.8	98.7
30	6	.6	.6	99.3
35	4	.4	.4	99.7
40	1	.1	.1	99.7
45	2	.2	.2	99.9
75	1	.1	.1	100.0
Gesamt	982	100.0	100.0	

Tabelle 6.4-6: Screening-Hörschwelle, 1 kHz, linkes Ohr (gewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10	17	1.7	1.7	1.7
-5	79	8.0	8.0	9.8
0	258	26.2	26.2	36.0
5	397	40.4	40.4	76.4
10	141	14.4	14.4	90.8
15	57	5.8	5.8	96.6
20	23	2.3	2.3	98.9
25	6	.6	.6	99.6
30	2	.2	.2	99.8
35	0	.0	.0	99.8
40	1	.1	.1	100.0
55	0	.0	.0	100.0
Gesamt	982	100.0	100.0	

Tabelle 6.4-7: Screening-Hörschwelle, 2 kHz, linkes Ohr (gewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10	25	2.5	2.5	2.5
-5	74	7.5	7.5	10.0
0	258	26.3	26.3	36.4
5	330	33.6	33.6	70.0
10	190	19.4	19.4	89.3
15	69	7.1	7.1	96.4
20	24	2.5	2.5	98.9
25	8	.9	.9	99.7
30	1	.1	.1	99.8
40	1	.1	.1	100.0
45	0	.0	.0	100.0
Gesamt	982	100.0	100.0	

Tabelle 6.4-8: Screening-Hörschwelle, 3 kHz, linkes Ohr (gewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10	22	2.2	2.2	2.2
-5	61	6.2	6.2	8.4
0	196	20.0	20.0	28.4
5	289	29.5	29.5	57.8
10	234	23.9	23.9	81.7
15	114	11.6	11.6	93.3
20	39	4.0	4.0	97.3
25	17	1.7	1.7	99.0
30	6	.6	.6	99.6
40	1	.1	.1	99.8
45	2	.2	.2	99.9
55	1	.1	.1	100.0
Gesamt	982	100.0	100.0	

Tabelle 6.4-9: Screening-Hörschwelle, 4 kHz, linkes Ohr (gewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10	18	1.8	1.8	1.8
-5	69	7.1	7.1	8.9
0	222	22.6	22.6	31.5
5	333	33.9	33.9	65.4
10	188	19.2	19.2	84.6
15	100	10.1	10.1	94.7
20	26	2.6	2.6	97.3
25	14	1.4	1.4	98.7
30	9	.9	.9	99.7
35	1	.1	.1	99.8
40	1	.1	.1	99.9
45	0	.0	.0	100.0
50	0	.0	.0	100.0
Gesamt	982	100.0	100.0	

Tabelle 6.4-10: Screening-Hörschwelle, 6 kHz, linkes Ohr (gewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10	32	3.3	3.3	3.3
-5	56	5.7	5.7	8.9
0	176	18.0	18.0	26.9
5	273	27.8	27.8	54.7
10	233	23.8	23.8	78.4
15	116	11.8	11.8	90.2
20	57	5.8	5.8	96.0
25	24	2.4	2.4	98.5
30	8	.9	.9	99.3
35	1	.1	.1	99.4
40	2	.2	.2	99.6
45	1	.1	.1	99.7
50	0	.0	.0	99.7
55	1	.1	.1	99.9
60	1	.1	.1	100.0
Gesamt	982	100.0	100.0	

Tabelle 6.4-11: Tabellarische Übersicht von Hörverlusten ≥ 20 dB, > 20 dB und > 30 dB bei den Frequenzen 1, 2, 3, 4, 6 kHz (gewichtet)

Rechtes Ohr	Hörverlust ≥ 20 dB	Hörverlust > 20 dB	Hörverlust > 30 dB	Anzahl N
Frequenz [kHz]				
1	6.4 %	3.4 %	0.5 %	982
2	5.5 %	1.8 %	0.2 %	982
3	7.2 %	2.6 %	0.7 %	982
4	5.6 %	2.3 %	0.9 %	982
6	8.8 %	3.2 %	0.7 %	982
Linkes Ohr	Hörverlust ≥ 20 dB	Hörverlust > 20 dB	Hörverlust > 30 dB	Anzahl N
Frequenz [kHz]				
1	3.4 %	1.1 %	0.2 %	982
2	3.6 %	1.1 %	0.2 %	982
3	6.7 %	2.7 %	0.4 %	982
4	5.3 %	2.7 %	0.3 %	982
6	9.8 %	4.0 %	0.7 %	982

Anmerkung: Hörverlust ≥ 20 dB entspricht Hörverlust > 15 dB wegen des 5 dB Schallpegel-Inkrementis bei der Audiometrie

6.5 Verteilungen der Screening-Hörschwellen (Summenbetrachtungen)

Tabelle 6.5-1 gibt die Verteilung der größten Hörverluste bei irgendeiner Frequenz im Hochton-Frequenzbereich (3, 4, 6 kHz) auf dem rechten oder linken Ohr wieder (gewichtet). In diesem Frequenzbereich zwischen 3-6 kHz manifestieren sich lärmbedingte Hörschäden besonders ('C5-Senke'). Zum Vergleich ist in *Tabelle 6.5-2* die Verteilung der größten Hörverluste bei irgendeiner Frequenz im mittleren Frequenzbereich (1, 2 kHz) auf dem rechten oder linken Ohr wiedergegeben. Die Ergebnisdarstellungen beziehen sich auf gewichtete Daten ($n = 982$ Probanden), für den Hörschwellen bei allen Test-Frequenzen vorlagen (ungewichtet: $n = 959$). Hörverluste > 20 dB und > 30 dB im Hochtonbereich (3-6 kHz) lagen bei 10.6 % und 2.1 % der untersuchten Kinder vor. Im mittleren Frequenzbereich (1-2 kHz) hatten hingegen nur 5.7 % und 0.8 % entsprechende Hörverluste.

Zur Abgrenzung von potenziell lärmbedingten sensorisch-neuralen Innenohr-Hörschäden gegenüber breitbandigen Schalleitungsschäden werden in den *Tabellen 6.5-3 und 6.5-4* Verteilungen der Hörverluste im mittleren Frequenzbereich (1-2 kHz) bei Kindern mit Hörverlusten > 20 dB bzw. > 30 dB im Hochtonbereich (3-6 kHz) wiedergegeben (ungewichtet). Von den 103 Kindern mit einem Hochton-Hörverlust > 20 dB auf wenigstens einem Ohr (von insgesamt 959 Kindern) hatten 21 Kinder im mittleren Frequenzbereich keinen größeren Hörver-

lust als 10 dB. Daraus lässt sich überschlägig abschätzen, dass 2.2 % (21/959*100) aller Kinder einen potenziell lärmbedingten Hörverlust >20 dB im Hochtonbereich aufwiesen, ohne gleichzeitig einen auffälligen Schalleitungshörverlust im mittleren Frequenzbereich zu haben. 20.4 % (21/103*100) der Hochtonhörverluste >20 dB könnten demnach potenziell lärmbedingt sein. Von den 21 Kindern mit einem Hochton-Hörverlust >30 dB auf wenigstens einem Ohr (von insgesamt 959 Kindern) hatten 4 Kinder im mittleren Frequenzbereich keinen höheren Hörverlust als 20 dB. Daraus lässt sich überschlägig abschätzen, dass 0.4 % (4/959*100) der Kinder einen potenziell lärmbedingten Hörverlust >30 dB im Hochtonbereich aufwiesen, ohne gleichzeitig einen auffälligen Schalleitungshörverlust im mittleren Frequenzbereich zu haben. 19.0 % (4/21*100) der Hochton-Hörverluste >30 dB könnten demnach potenziell lärmbedingt sein. Die Ergebnisse zeigen, dass weiterführende Auswertungen und Zusammenhangsanalysen bezüglich auffälliger 'C5-Senken' aus Anzahlgründen bestenfalls nur bezüglich des >20 dB-Kriteriums (30 Fälle) sinnvoll erscheinen und kombinierte Kriterien für potenziell lärmbedingten sensorischen Hörverlust unter Einschluss von Nebenbedingungen aus Anzahlgründen nur dann sinnvoll sind, wenn vergleichsweise 'weiche' Kriterien und Nebenbedingungen gesetzt werden.

Tabelle 6.5-1: Screening-Hörschwelle, Hochtonbereich 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr (gewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10.00	2	.2	.2	.2
-5.00	3	.3	.3	.6
.00	36	3.7	3.7	4.2
5.00	166	16.9	16.9	21.2
10.00	292	29.8	29.8	50.9
15.00	254	25.8	25.8	76.7
20.00	124	12.6	12.6	89.4
25.00	59	6.0	6.0	95.3
30.00	25	2.6	2.6	97.9
35.00	6	.6	.6	98.5
40.00	3	.3	.3	98.8
45.00	2	.2	.2	98.9
50.00	4	.4	.4	99.3
55.00	2	.2	.2	99.6
60.00	3	.3	.3	99.9
75.00	1	.1	.1	100.0
Gesamt	982	100.0	100.0	

Table 6.5-2: Screening-Hörschwelle, mittlerer Frequenzbereich 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr (gewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10.00	1	.1	.1	.1
-5.00	18	1.8	1.8	1.9
.00	43	4.4	4.4	6.3
5.00	308	31.4	31.4	37.7
10.00	329	33.5	33.5	71.2
15.00	161	16.4	16.4	87.7
20.00	65	6.6	6.6	94.3
25.00	35	3.6	3.6	97.9
30.00	13	1.3	1.3	99.2
35.00	2	.2	.2	99.4
40.00	4	.4	.4	99.8
50.00	0	.0	.0	99.8
55.00	2	.2	.2	100.0
Gesamt	982	100.0	100.0	

Table 6.5-3: Screening-Hörschwelle, Summenfrequenz 1-2 kHz bei Kindern mit Hochtonhörverlust (3-6 kHz) >20 dB, rechtes oder linkes Ohr (ungewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
.00	1	1.0	1.0	1.0
5.00	8	7.8	7.8	8.7
10.00	21	20.4	20.4	29.1
15.00	24	23.3	23.3	52.4
20.00	19	18.4	18.4	70.9
25.00	14	13.6	13.6	84.5
30.00	8	7.8	7.8	92.2
35.00	1	1.0	1.0	93.2
40.00	4	3.9	3.9	97.1
50.00	1	1.0	1.0	98.1
55.00	2	1.9	1.9	100.0
Gesamt	103	100.0	100.0	

Tabelle 6.5-4: Screening-Hörschwelle, Summenfrequenz 1-2 kHz bei Kindern mit Hochtonhörverlust (3-6 kHz) >30 dB, rechtes oder linkes Ohr (ungewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
.00	1	4.8	4.8	4.8
10.00	3	14.3	14.3	19.0
15.00	1	4.8	4.8	23.8
20.00	2	9.5	9.5	33.3
25.00	5	23.8	23.8	57.1
30.00	3	14.3	14.3	71.4
40.00	3	14.3	14.3	85.7
50.00	1	4.8	4.8	90.5
55.00	2	9.5	9.5	100.0
Gesamt	21	100.0	100.0	

6.6 Vergleiche zwischen rechtem und linkem Ohr

Die Tabellen 6.6-1 und 6.6-2 zeigen Verteilungen der Differenzen zwischen der mittleren Hörschwelle bei 3, 4 und 6 kHz und der mittleren Hörschwelle bei 1 und 2 kHz für das rechte und linke Ohr (Hörschwelle bei 3-6 kHz minus Hörschwelle bei 1-2 kHz). Tabelle 6.6-3 zeigt die entsprechende Verteilung der größten auf einem Ohr gemessenen Differenz der mittleren Hörschwellen zwischen beiden Frequenzbereichen. Während auf dem rechten Ohr nahezu eine Gleichverteilung zu erkennen ist, ist auf dem linken Ohr deutlich eine Verschiebung zu 3-6 kHz zu erkennen. Das heißt, der Hörverlust bei 3-6 kHz war auf diesem Ohr häufiger größer als der Hörverlust bei 1-2 kHz. Dass dieser erwartete Befund nicht auch auf dem rechten Ohr zu sehen ist, kann wiederum an dem schon besprochenen Lerneffekt liegen (1-2 kHz rechtes Ohr zuerst gemessen), was sich nachteilig auf die Präzision der Messung ausgewirkt haben könnte. Unter diesem Aspekt wäre bei Zusammenhangsanalysen mit Expositionsfaktoren u. U. ein besonderer Fokus auf das linke Ohr zu richten.

Table 6.6-1: Distribution of the difference of the average screening hearing thresholds at 3-6 kHz and 1-2 kHz, right ear (unweighted)

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-25.00	1	.1	.1	.1
-20.00	2	.2	.2	.3
-17.50	5	.5	.5	.8
-15.00	8	.8	.8	1.7
-12.50	21	2.2	2.2	3.9
-10.00	34	3.5	3.5	7.4
-7.50	57	5.9	5.9	13.3
-5.00	117	12.2	12.2	25.5
-2.50	136	14.2	14.2	39.7
.00	181	18.9	18.9	58.6
2.50	140	14.6	14.6	73.2
5.00	104	10.8	10.8	84.0
7.50	73	7.6	7.6	91.7
10.00	41	4.3	4.3	95.9
12.50	20	2.1	2.1	98.0
15.00	13	1.4	1.4	99.4
17.50	2	.2	.2	99.6
20.00	1	.1	.1	99.7
22.50	1	.1	.1	99.8
25.00	1	.1	.1	99.9
42.50	1	.1	.1	100.0
Gesamt	959	100.0	100.0	

Tabelle 6.6-2: Differenz der mittleren Screening-Hörschwellen bei 3-6 kHz und 1-2 kHz, linkes Ohr (ungewichtet)

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-17.50	1	.1	.1	.1
-15.00	6	.6	.6	.7
-12.50	7	.7	.7	1.5
-10.00	22	2.3	2.3	3.8
-7.50	55	5.7	5.7	9.5
-5.00	85	8.9	8.9	18.4
-2.50	117	12.2	12.2	30.6
.00	160	16.7	16.7	47.2
2.50	138	14.4	14.4	61.6
5.00	138	14.4	14.4	76.0
7.50	111	11.6	11.6	87.6
10.00	50	5.2	5.2	92.8
12.50	33	3.4	3.4	96.2
15.00	17	1.8	1.8	98.0
17.50	13	1.4	1.4	99.4
20.00	3	.3	.3	99.7
22.50	1	.1	.1	99.8
27.50	1	.1	.1	99.9
32.50	1	.1	.1	100.0
Gesamt	959	100.0	100.0	

Tabelle 6.6-3: Größte Differenz (rechtes oder linkes Ohr) der mittleren Screening-Hörschwellen bei 3-6 kHz und 1-2 kHz, (ungewichtet)

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-15.00	2	.2	.2	.2
-12.50	2	.2	.2	.4
-10.00	7	.7	.7	1.1
-7.50	22	2.3	2.3	3.4
-5.00	58	6.0	6.0	9.5
-2.50	84	8.8	8.8	18.2
.00	161	16.8	16.8	35.0
2.50	156	16.3	16.3	51.3
5.00	158	16.5	16.5	67.8
7.50	139	14.5	14.5	82.3
10.00	76	7.9	7.9	90.2
12.50	46	4.8	4.8	95.0
15.00	25	2.6	2.6	97.6
17.50	14	1.5	1.5	99.1
20.00	4	.4	.4	99.5
22.50	2	.2	.2	99.7
25.00	1	.1	.1	99.8
27.50	1	.1	.1	99.9
42.50	1	.1	.1	100.0
Gesamt	959	100.0	100.0	

6.7 Geschlecht

Die *Tabellen 6.7-1 und 6.7-2* geben die Verteilungen der schlechtesten auf dem rechten oder dem linken Ohr bei den Frequenzen 1 und 2 kHz ermittelten Hörschwellen getrennt für Jungen und Mädchen wieder (gewichtete Ergebnisse). Demnach betragen die Anteile von Jungen vs. Mädchen mit Hörverlusten >20 dB bei 1-2 kHz 6.2 % vs. 5.4% und mit Hörverlusten >30 dB 1.4% vs. 0.6%. Der statistische Test auf Gruppenunterschiedlichkeit (ungewichtet) ist nicht signifikant (Mann-Whitney-Test, $p = 0.473$). Im Gegensatz dazu geben die *Tabellen 6.7-3 und 6.7-4* die Verteilungen der schlechtesten auf dem rechten oder dem linken Ohr bei den Frequenzen 3, 4 und 6 kHz ermittelten Hörschwellen getrennt für Jungen und Mädchen wieder (gewichtete Ergebnisse). Danach betragen die Anteile von Jungen vs. Mädchen mit Hörverlusten >20 dB bei 3-6 kHz 13.1% vs. 8.0% und mit Hörverlusten >30 dB 3.1% vs. 1.0%. Der statistische Test auf Gruppenunterschiedlichkeit (ungewichtet) ist signifikant (Mann-Whitney-Test, $p = 0.001$). Die Jungen wiesen somit bei den für potenziell lärmbedingte In-

nenohr-Hörverluste empfindlichen Frequenzen im Bereich der 'C5-Senke' eine schlechtere Hörfähigkeit auf als die Mädchen.

Auch in anderen Untersuchungen hatten Jungen häufig ein schlechteres Hörvermögen als Mädchen^{32,34,60,62,69,129,164,271}. Dies wurde zum Teil auf frühkindliche Ursachen^{31,48}, genetische Ursachen²⁷¹ und häufigere Mittelohrentzündungen bei Jungen⁷⁹ zurückgeführt; aber auch ein aggressiverer Umgang mit lauten Schallquellen (z. B. Spielzeug, portable Audiogeräte, Feuerwerk, Sportschießen) dürfte dabei eine Rolle spielen^{19,122,271-274}.

Tabelle 6.7-1: Screening-Hörschwelle bei Jungen, Summenvariable 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr (gewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10.00	1	.2	.2	.2
-5.00	11	2.2	2.2	2.4
.00	30	6.0	6.0	8.5
5.00	156	31.4	31.4	39.8
10.00	152	30.6	30.6	70.4
15.00	89	17.9	17.9	88.3
20.00	27	5.4	5.4	93.8
25.00	14	2.8	2.8	96.6
30.00	10	2.0	2.0	98.6
35.00	3	.6	.6	99.2
40.00	2	.4	.4	99.6
50.00	1	.2	.2	99.8
55.00	1	.2	.2	100.0
Gesamt	497	100.0	100.0	

Geschlecht = Männlich

Table 6.7-2: Screening-Hörschwelle bei Mädchen, Summenvariable 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr (gewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10.00	1	.1	.1	.1
-5.00	7	1.5	1.5	1.6
.00	19	4.0	4.0	5.7
5.00	148	31.3	31.3	36.9
10.00	171	36.1	36.1	73.0
15.00	66	13.9	13.9	86.9
20.00	36	7.7	7.7	94.6
25.00	20	4.3	4.3	98.8
30.00	3	.6	.6	99.4
40.00	3	.5	.5	99.9
55.00	0	.1	.1	100.0
Gesamt	474	100.0	100.0	

Geschlecht = Weiblich

Table 6.7-3: Screening-Hörschwelle bei Jungen, Summenvariable 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr (gewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10.00	0	.1	.1	.1
-5.00	1	.2	.2	.3
.00	17	3.4	3.4	3.6
5.00	75	14.8	14.8	18.5
10.00	144	28.3	28.3	46.7
15.00	136	26.7	26.7	73.5
20.00	68	13.4	13.4	86.9
25.00	38	7.5	7.5	94.3
30.00	13	2.6	2.6	96.9
35.00	3	.6	.6	97.5
40.00	3	.5	.5	98.0
45.00	1	.3	.3	98.2
50.00	4	.8	.8	99.0
55.00	2	.4	.4	99.5
60.00	2	.3	.3	99.8
75.00	1	.2	.2	100.0
Gesamt	508	100.0	100.0	

Geschlecht = Männlich

Tabelle 6.7-4: Screening-Hörschwelle bei Mädchen, Summenvariable 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr (gewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10.00	2	.4	.4	.4
-5.00	2	.5	.5	.9
.00	19	4.0	4.0	4.9
5.00	91	19.1	19.1	24.1
10.00	148	31.3	31.3	55.4
15.00	118	24.9	24.9	80.2
20.00	56	11.8	11.8	92.0
25.00	21	4.4	4.4	96.4
30.00	12	2.5	2.5	99.0
35.00	3	.6	.6	99.6
45.00	0	.1	.1	99.7
60.00	2	.3	.3	100.0
Gesamt	474	100.0	100.0	

Geschlecht = Weiblich

6.8 Alter

Zur Prüfung des Einflusses des Alters auf die Hörfähigkeit ist in den *Tabellen 6.8-1 und 6.8-2* für die Frequenzen 1-2 kHz und in den *Tabellen 6.8-3 und 6.8-4* für die Frequenzen 3-6 kHz stratifiziert für Altersgruppen von 8-14 Jahren der Anteil von Kindern mit Hörverlusten >20 dB und >30 dB auf mindestens einem der beiden Ohren aufgelistet (gewichtete Ergebnisse). Für die Analysen bezüglich Hörverlust >30 dB wurden aus Anzahlgründen jeweils zwei benachbarte Alterskategorien zusammengefasst. Die jüngeren Kinder (Alter 8-10 Jahre) hatten tendenziell etwas schlechtere Hörschwellen als die älteren (11-14 Jahre). Möglicherweise hatten die jüngeren Kinder etwas mehr Schwierigkeiten, sich auf die leisen Töne zu konzentrieren. Die statistischen Tests auf Gruppenunterschied und linearen Trend (ungewichteter Test) sind jedoch weder für die Frequenzen 1-2 kHz (>20 dB: Chi²-Test p = 0.452, Chi²-Trendtest p = 0.194; >30 dB: Chi²-Test p = 0.056, Chi²-Trendtest p = 0.087) noch für die Frequenzen 3-6 kHz (>20 dB: Chi²-Test p = 0.967, Chi²-Trendtest p = 0.613; >30 dB: Chi²-Test p = 0.385, Chi²-Trendtest p = 0.145) signifikant.

In der NHANES III-Studie ³⁴ waren ältere Kinder (12-19 Jahre) beim Hörtest auffälliger (15.5% vs. 8.5%) als jüngere (6-11 Jahre), was an mit dem Älterwerden zunehmenden Freizeitlärmbelastungen besonders bei Heranwachsenden jenseits des Pubertätsalters liegen könn-

te. Kinder über 14 Jahre waren im KUS leider nicht vertreten. Auch andere Untersuchungen fanden einen rapiden Anstieg der Hörminderung bei empfindlichen Personen ab dem Alter von 17 bis 18 Jahren¹⁵².

Tabelle 6.8-1: Screening-Hörschwelle >20 dB in Abhängigkeit vom Alter, Summenvariable 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr (gewichtet)

			Hörverlust >20 dB 1-2 kHz		Gesamt
			nein	ja	
Alter [Jahre]	8	Anzahl	111.763	11.957	123.720
		% von Alter	90.3%	9.7%	100.0%
	9	Anzahl	117.487	7.223	124.711
		% von Alter	94.2%	5.8%	100.0%
	10	Anzahl	113.796	11.355	125.150
		% von Alter	90.9%	9.1%	100.0%
	11	Anzahl	138.022	4.658	142.680
		% von Alter	96.7%	3.3%	100.0%
	12	Anzahl	142.757	4.108	146.865
		% von Alter	97.2%	2.8%	100.0%
	13	Anzahl	142.396	7.884	150.280
		% von Alter	94.8%	5.2%	100.0%
	14	Anzahl	159.588	9.162	168.750
		% von Alter	94.6%	5.4%	100.0%
Gesamt		Anzahl	925.809	56.347	982.156
		% von Alter	94.3%	5.7%	100.0%

Tabelle 6.8-2: Screening-Hörschwelle >30 dB in Abhängigkeit vom Alter, Summenvariable 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr (gewichtet)

			Hörverlust >30 dB 1-2 kHz		Gesamt
			nein	ja	
Alter [Jahre]	8	Anzahl	121.195	2.525	123.720
		% von Alter	98.0%	2.0%	100.0%
	9-10	Anzahl	245.875	3.986	249.861
		% von Alter	98.4%	1.6%	100.0%
	11-12	Anzahl	289.545	.000	289.545
		% von Alter	100.0%	.0%	100.0%
	13-14	Anzahl	317.410	1.620	319.029
		% von Alter	99.5%	.5%	100.0%
Gesamt		Anzahl	974.025	8.131	982.156
		% von Alter	99.2%	.8%	100.0%

Table 6.8-3: Screening-Hörschwelle >20 dB in Abhängigkeit vom Alter, Summenvariable 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr (gewichtet)

			Hörverlust >20 dB 3-6 kHz		Gesamt
			nein	ja	
Alter [Jahre]	8	Anzahl	106.660	17.061	123.720
		% von Alter	86.2%	13.8%	100.0%
	9	Anzahl	111.004	13.707	124.711
		% von Alter	89.0%	11.0%	100.0%
	10	Anzahl	109.611	15.540	125.150
		% von Alter	87.6%	12.4%	100.0%
	11	Anzahl	129.411	13.269	142.680
% von Alter		90.7%	9.3%	100.0%	
12	Anzahl	132.872	13.993	146.865	
	% von Alter	90.5%	9.5%	100.0%	
13	Anzahl	134.889	15.390	150.280	
	% von Alter	89.8%	10.2%	100.0%	
14	Anzahl	153.295	15.455	168.750	
	% von Alter	90.8%	9.2%	100.0%	
Gesamt		Anzahl	877.742	104.414	982.156
		% von Alter	89.4%	10.6%	100.0%

Table 6.8-4: Screening-Hörschwelle >30 dB in Abhängigkeit vom Alter, Summenvariable 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr (gewichtet)

			Hörverlust >30 dB 3-6 kHz		Gesamt
			nein	ja	
Alter [Jahre]	8	Anzahl	117.236	6.484	123.720
		% von Alter	94.8%	5.2%	100.0%
	9-10	Anzahl	244.736	5.125	249.861
		% von Alter	97.9%	2.1%	100.0%
	11-12	Anzahl	285.449	4.096	289.545
		% von Alter	98.6%	1.4%	100.0%
	13-14	Anzahl	314.114	4.916	319.029
		% von Alter	98.5%	1.5%	100.0%
Gesamt		Anzahl	961.534	20.622	982.156
		% von Alter	97.9%	2.1%	100.0%

6.9 Gebietszugehörigkeit

Die Tabellen 6.9-1 und 6.9-2 geben die Verteilungen der schlechtesten auf dem rechten oder dem linken Ohr bei den Frequenzen 1 und 2 kHz ermittelten Hörschwellen getrennt für die Kinder aus den neuen und alten Bundesländer wieder (gewichtete Ergebnisse). Demnach betragen die jeweiligen Anteile in den neuen vs. den alten Bundesländern mit Hörverlusten >20 dB bei 1-2 kHz 4.2% vs. 6.0% und mit Hörverlusten >30 dB 1.2% vs. 0.8%. Der statistische Test auf Gruppenunterschiedlichkeit (ungewichtet) ist nicht signifikant (Mann-Whitney-Test, $p = 0.251$). Auch bei den höheren Frequenzen im Bereich der 'C5-Senke' ließen sich keine signifikanten Unterschiede der Hörfähigkeit bei den Kindern feststellen. Die Tabellen 6.9-3 und 6.9-4 geben die Verteilungen der schlechtesten auf dem rechten oder dem linken Ohr bei den Frequenzen 3, 4 und 6 kHz ermittelten Hörschwellen für Kinder aus den neuen und alten Bundesländer wieder (gewichtete Ergebnisse). Danach betragen die jeweiligen Anteile in den neuen vs. den alten Bundesländern mit Hörverlusten >20 dB bei 3-6 kHz 11.1% vs. 10.6% und mit Hörverlusten >30 dB 1.8% vs. 2.1%. Der statistische Test auf Gruppenunterschiedlichkeit (ungewichtet) ist nicht signifikant (Mann-Whitney-Test, $p = 0.244$).

Tabelle 6.9-1: Screening-Hörschwelle bei Kindern in den neuen Bundesländern, Summenvariable 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr (gewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozepte	Kumulierte Prozepte
-10.00	1	.7	.7	.7
-5.00	2	1.7	1.7	2.4
.00	11	8.5	8.5	11.0
5.00	41	32.4	32.4	43.3
10.00	36	28.4	28.4	71.7
15.00	22	17.3	17.3	89.0
20.00	9	6.8	6.8	95.8
25.00	2	1.4	1.4	97.2
30.00	2	1.6	1.6	98.8
35.00	1	.5	.5	99.3
40.00	0	.2	.2	99.5
50.00	0	.3	.3	99.7
55.00	0	.3	.3	100.0
Gesamt	128	100.0	100.0	

Tabelle 6.9-2: Screening-Hörschwelle bei Kindern in den alten Bundesländern, Summenvariable 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr (gewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-5.00	16	1.8	1.8	1.8
.00	32	3.8	3.8	5.6
5.00	267	31.2	31.2	36.8
10.00	293	34.3	34.3	71.2
15.00	139	16.3	16.3	87.5
20.00	56	6.6	6.6	94.0
25.00	34	3.9	3.9	98.0
30.00	11	1.3	1.3	99.2
35.00	1	.1	.1	99.4
40.00	4	.5	.5	99.8
55.00	1	.2	.2	100.0
Gesamt	854	100.0	100.0	

Tabelle 6.9-3: Screening-Hörschwelle bei Kindern in den neuen Bundesländern, Summenvariable 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr (gewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10.00	1	.8	.8	.8
-5.00	1	.7	.7	1.5
.00	3	2.7	2.7	4.2
5.00	22	17.4	17.4	21.7
10.00	40	31.0	31.0	52.7
15.00	32	24.7	24.7	77.4
20.00	15	11.5	11.5	88.9
25.00	9	6.8	6.8	95.7
30.00	3	2.5	2.5	98.2
35.00	0	.3	.3	98.6
40.00	0	.2	.2	98.7
45.00	0	.3	.3	99.0
55.00	1	.7	.7	99.7
60.00	0	.3	.3	100.0
Gesamt	128	100.0	100.0	

Tabelle 6.9-4: Screening-Hörschwelle bei Kindern in den alten Bundesländern, Summenvariable 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr (gewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10.00	1	.1	.1	.1
-5.00	2	.3	.3	.4
.00	33	3.8	3.8	4.2
5.00	144	16.8	16.8	21.1
10.00	253	29.6	29.6	50.6
15.00	222	26.0	26.0	76.6
20.00	109	12.8	12.8	89.4
25.00	50	5.8	5.8	95.3
Gültig 30.00	22	2.6	2.6	97.9
35.00	6	.6	.6	98.5
40.00	2	.3	.3	98.8
45.00	1	.2	.2	98.9
50.00	4	.5	.5	99.4
55.00	1	.1	.1	99.5
60.00	3	.3	.3	99.9
75.00	1	.1	.1	100.0
Gesamt	854	100.0	100.0	

6.10 Migrantenstatus

Die Tabellen 6.10-1 und 6.10-2 geben die Verteilungen der schlechtesten auf dem rechten oder dem linken Ohr bei den Frequenzen 1 und 2 kHz ermittelten Hörschwellen getrennt für die Kinder mit und ohne Migrantenstatus wieder (gewichtete Ergebnisse). Als Migranten wurden Kinder und Jugendliche definiert, die entweder selbst aus einem anderen Land zugewandert sind und von denen mindestens eine Elternteil nicht in Deutschland geboren ist - oder Kinder und Jugendliche, von denen beide Elternteile zugewandert oder nicht deutscher Staatsangehörigkeit sind. Die Anteile von Migranten vs. Nicht-Migranten mit Hörverlusten >20 dB bei 1-2 kHz betragen 7.1% vs. 5.5% und mit Hörverlusten >30 dB 1.0% vs. 0.8%. Der statistische Test auf Gruppenunterschiedlichkeit (ungewichtet) ist nicht signifikant (Mann-Whitney-Test, $p = 0.135$). Auch bei den höheren Frequenzen im Bereich der 'C5-Senke' ließen sich keine signifikanten Unterschiede der Hörfähigkeit bei den Kindern feststellen. Die Tabellen 6.10-3 und 6.10-4 geben die Verteilungen der schlechtesten auf dem rechten oder dem linken Ohr bei den Frequenzen 3, 4 und 6 kHz ermittelten Hörschwellen bei Kindern mit und ohne Migrantenstatus wieder (gewichtete Ergebnisse). Danach betragen die Anteile von Migranten vs. Nicht-Migranten mit Hörverlusten >20 dB bei 3-6 kHz 11.4% vs.

10.5% und mit Hörverlusten >30 dB 1.9% vs. 2.1%. Der statistische Test auf Gruppenunterschiedlichkeit (ungewichtet) ist nicht signifikant (Mann-Whitney-Test, $p = 0.395$).

Tabelle 6.10-1: Screening-Hörschwelle bei Kindern mit Migrantensstatus, Summenvariable 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr (gewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-5.00	3	2.2	2.2	2.2
.00	6	4.5	4.5	6.7
5.00	31	24.2	24.2	30.9
10.00	44	35.1	35.1	66.0
15.00	25	19.6	19.6	85.6
20.00	9	7.3	7.3	92.9
25.00	4	3.2	3.2	96.1
30.00	4	2.9	2.9	99.0
35.00	1	1.0	1.0	100.0
Gesamt	126	100.0	100.0	

Tabelle 6.10-2: Screening-Hörschwelle bei Kindern ohne Migrantensstatus, Summenvariable 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr (gewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10.00	1	.1	.1	.1
-5.00	15	1.8	1.8	1.9
.00	38	4.4	4.4	6.3
5.00	276	32.3	32.3	38.6
10.00	285	33.4	33.4	72.0
15.00	137	16.0	16.0	88.0
20.00	55	6.5	6.5	94.5
25.00	31	3.7	3.7	98.1
30.00	9	1.1	1.1	99.2
35.00	1	.1	.1	99.3
40.00	4	.5	.5	99.8
50.00	0	.0	.0	99.8
55.00	2	.2	.2	100.0
Gesamt	854	100.0	100.0	

Table 6.10-3: Screening-Hörschwelle bei Kindern mit Migrantenstatus, Summenvariable 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr (gewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10.00	1	1.0	1.0	1.0
.00	7	5.9	5.9	6.8
5.00	17	13.4	13.4	20.2
10.00	37	29.1	29.1	49.3
15.00	32	25.2	25.2	74.5
20.00	18	14.1	14.1	88.6
25.00	7	5.3	5.3	93.9
30.00	5	4.2	4.2	98.1
40.00	1	1.0	1.0	99.1
75.00	1	.9	.9	100.0
Gesamt	126	100.0	100.0	

Table 6.10-4: Screening-Hörschwelle bei Kindern ohne Migrantenstatus, Summenvariable 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr (gewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10.00	1	.1	.1	.1
-5.00	3	.4	.4	.5
.00	29	3.4	3.4	3.9
5.00	149	17.5	17.5	21.3
10.00	255	29.9	29.9	51.2
15.00	220	25.8	25.8	77.0
20.00	106	12.5	12.5	89.5
25.00	52	6.1	6.1	95.5
30.00	20	2.3	2.3	97.9
35.00	6	.7	.7	98.6
40.00	1	.2	.2	98.7
45.00	2	.2	.2	98.9
50.00	4	.5	.5	99.4
55.00	2	.3	.3	99.6
60.00	3	.4	.4	100.0
Gesamt	854	100.0	100.0	

6.11 Gemeindegrößenklasse

Die *Tabellen 6.11-1 und 6.11-2* geben die Verteilungen der schlechtesten auf dem rechten oder dem linken Ohr bei den Frequenzen 1 und 2 kHz ermittelten Hörschwellen getrennt für die Kinder aus Gemeinden unter 100,000 Einwohnern und Gemeinden ab 100,000 Einwohnern wieder (gewichtete Ergebnisse). Demnach lagen die entsprechenden Anteile in Gemeinden unter 100,000 Einwohnern vs. Gemeinden ab 100,000 Einwohnern mit Hörverlusten >20 dB bei 1-2 kHz bei 8.1% vs. 3.6% und mit Hörverlusten >30 dB bei 1.1% vs. 0.6%. Obwohl der Anteil von Kindern mit Hörverlust in Gemeinden unter 100,000 Einwohnern mehr als doppelt so hoch war wie in größeren Gemeinden, ist der statistische Test auf Gruppenunterschiedlichkeit (ungewichtet) nicht signifikant (Mann-Whitney-Test, $p = 0.676$). Auch bei den höheren Frequenzen im Bereich der 'C5-Senke' ließen sich keine signifikanten Unterschiede der Hörfähigkeit bei den Kindern feststellen. Die *Tabellen 6.11-3 und 6.11-4* geben die Verteilungen der schlechtesten auf dem rechten oder dem linken Ohr bei den Frequenzen 3, 4 und 6 kHz ermittelten Hörschwellen bei Kindern aus Gemeinden unter 100,000 Einwohnern und Gemeinden ab 100,000 Einwohnern wieder (gewichtete Ergebnisse). Danach betrug die Anteile in Gemeinden unter 100,000 Einwohnern vs. Gemeinden ab 100,000 Einwohnern mit Hörverlusten >20 dB bei 3-6 kHz 11.8% vs. 9.6% und mit Hörverlusten >30 dB 2.8% vs. 1.4%. Der statistische Test auf Gruppenunterschiedlichkeit (ungewichtet) ist nicht signifikant (Mann-Whitney-Test, $p = 0.278$).

Table 6.11-1: Screening-Hörschwelle bei Kindern aus Gemeinden unter 100,000 Einwohnern, Summenvariable 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr (gewichtet)

Hörverlust [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10.00	1	.1	.1	.1
-5.00	12	2.5	2.5	2.6
.00	17	3.7	3.7	6.3
5.00	145	30.8	30.8	37.1
10.00	158	33.5	33.5	70.6
15.00	73	15.5	15.5	86.1
Gültig 20.00	27	5.8	5.8	91.9
25.00	25	5.2	5.2	97.1
30.00	9	1.8	1.8	98.9
35.00	0	.1	.1	99.0
40.00	3	.6	.6	99.6
50.00	0	.1	.1	99.7
55.00	2	.3	.3	100.0
Gesamt	471	100.0	100.0	

Table 6.11-2: Screening-Hörschwelle bei Kindern aus Gemeinden ab 100,000 Einwohnern, Summenvariable 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr (gewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10.00	0	.1	.1	.1
-5.00	6	1.2	1.2	1.3
.00	26	5.1	5.1	6.4
5.00	163	31.9	31.9	38.2
10.00	172	33.6	33.6	71.8
Gültig 15.00	89	17.3	17.3	89.1
20.00	37	7.3	7.3	96.4
25.00	11	2.1	2.1	98.6
30.00	4	.8	.8	99.4
35.00	2	.3	.3	99.7
40.00	2	.3	.3	100.0
Gesamt	512	100.0	100.0	

Tabella 6.11-3: Screening-Hörschwelle bei Kindern aus Gemeinden unter 100,000 Einwohner, Summenvariable 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr (gewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10.00	1	.2	.2	.2
-5.00	3	.6	.6	.8
.00	15	3.2	3.2	4.0
5.00	85	18.0	18.0	22.0
10.00	143	30.4	30.4	52.4
15.00	121	25.6	25.6	78.1
20.00	48	10.1	10.1	88.2
Gültig 25.00	25	5.3	5.3	93.5
30.00	17	3.7	3.7	97.2
35.00	5	1.0	1.0	98.1
40.00	1	.3	.3	98.4
45.00	0	.1	.1	98.5
50.00	4	.8	.8	99.3
55.00	2	.3	.3	99.7
60.00	2	.3	.3	100.0
Gesamt	471	100.0	100.0	

Tabella 6.11-4: Screening-Hörschwelle bei Kindern aus Gemeinden ab 100,000 Einwohner, Summenvariable 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr (gewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10.00	2	.3	.3	.3
-5.00	0	.1	.1	.4
.00	21	4.1	4.1	4.5
5.00	81	15.9	15.9	20.4
10.00	149	29.1	29.1	49.5
15.00	133	26.0	26.0	75.5
20.00	76	15.0	15.0	90.4
Gültig 25.00	34	6.6	6.6	97.1
30.00	8	1.5	1.5	98.6
35.00	1	.3	.3	98.8
40.00	1	.2	.2	99.1
45.00	1	.3	.3	99.3
55.00	1	.1	.1	99.5
60.00	2	.3	.3	99.8
75.00	1	.2	.2	100.0
Gesamt	512	100.0	100.0	

6.12 Sozioökonomischer Status

Die Tabellen 6.12-1 bis 6.12-3 geben die Verteilungen der schlechtesten auf dem rechten oder dem linken Ohr bei den Frequenzen 1 und 2 kHz ermittelten Hörschwellen getrennt für die Kinder mit niedrigem, mittlerem und hohem sozioökonomischen Status (ermittelt nach 'Winkler' ^{275,276}) wieder (gewichtete Ergebnisse). Demnach betragen die Anteile von Kindern mit niedrigem vs. mittlerem vs. hohem sozioökonomischen Status mit Hörverlusten >20 dB bei 1-2 kHz 6.7% vs. 6.6% vs. 3.0 % und mit Hörverlusten >30 dB 0.1 % vs. 1.1% vs. 0.6%. Der statistische Test auf Gruppenunterschiedlichkeit (ungewichtet) ist signifikant (Kruskal-Wallis-Test, $p = 0.044$). Kinder mit hohem sozioökonomischem Status hatten ein besseres Hörvermögen. Bei den höheren Frequenzen im Bereich der "C5-Senke" lassen sich hingegen keine signifikanten Unterschiede der Hörfähigkeit bei den Kindern feststellen. Die Tabellen 6.12-4, bis 6.12-6 geben die Verteilungen der schlechtesten auf dem rechten oder dem linken Ohr bei den Frequenzen 3, 4 und 6 kHz ermittelten Hörschwellen für die Kinder mit niedrigem, mittlerem und hohem sozioökonomischen Status wieder (gewichtete Ergebnisse). Danach betragen die Anteile von Kindern mit niedrigem vs. mittlerem vs. hohem sozioökonomischen Status mit Hörverlusten >20 dB bei 3-6 kHz 9.9% vs. 11.7% vs. 9.0% und mit Hörverlusten >30 dB 2.7% vs. 2.3% vs. 0.7%. Der statistische Test auf Gruppenunterschiedlichkeit (ungewichtet) ist nicht signifikant (Kruskal-Wallis-Test, $p = 0.995$). Die Ergebnisse deuten nicht darauf hin, dass lärmbedingte Hörschäden bei den Kindern aus unterschiedlichen sozialen Schichten unterschiedlich verteilt sind.

Tabelle 6.12-1: Screening-Hörschwelle bei Kindern mit niedrigem sozioökonomischen Status, Summenvariable 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr (gewichtet)

Hörverlust [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10.00	1	.2	.2	.2
-5.00	2	.9	.9	1.2
.00	13	5.3	5.3	6.4
5.00	73	29.4	29.4	35.8
10.00	75	30.3	30.3	66.1
15.00	50	20.1	20.1	86.2
20.00	17	7.0	7.0	93.3
25.00	13	5.1	5.1	98.4
30.00	4	1.5	1.5	99.9
50.00	0	.1	.1	100.0
Gesamt	249	100.0	100.0	

Tabelle 6.12-2: Screening-Hörschwelle bei Kindern mit mittlerem sozioökonomischen Status, Summenvariable 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr (gewichtet)

Hörverlust [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10.00	0	.1	.1	.1
-5.00	10	2.1	2.1	2.2
.00	15	3.3	3.3	5.4
5.00	129	28.2	28.2	33.7
10.00	177	38.7	38.7	72.4
15.00	66	14.5	14.5	87.0
Gültig 20.00	29	6.4	6.4	93.4
25.00	17	3.7	3.7	97.0
30.00	9	1.9	1.9	98.9
35.00	0	.1	.1	99.0
40.00	4	.9	.9	99.9
55.00	0	.1	.1	100.0
Gesamt	457	100.0	100.0	

Tabelle 6.12-3: Screening-Hörschwelle bei Kindern mit hohem sozioökonomischen Status, Summenvariable 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr (gewichtet)

Hörverlust [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-5.00	6	2.3	2.3	2.3
.00	15	5.7	5.7	7.9
5.00	103	38.7	38.7	46.6
10.00	75	28.2	28.2	74.8
15.00	41	15.4	15.4	90.2
Gültig 20.00	18	6.8	6.8	97.0
25.00	6	2.2	2.2	99.2
30.00	1	.2	.2	99.4
35.00	0	.1	.1	99.5
55.00	1	.5	.5	100.0
Gesamt	267	100.0	100.0	

Tabelle 6.12-4: Screening-Hörschwelle bei Kindern mit niedrigem sozioökonomischen Status, Summenvariable 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr (gewichtet)

Hörverlust [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10.00	2	.6	.6	.6
-5.00	1	.3	.3	1.0
.00	11	4.4	4.4	5.4
5.00	46	18.5	18.5	23.9
10.00	62	25.0	25.0	48.9
15.00	69	27.8	27.8	76.7
20.00	33	13.4	13.4	90.1
Gültig 25.00	13	5.2	5.2	95.3
30.00	5	1.9	1.9	97.3
35.00	2	.6	.6	97.9
40.00	1	.5	.5	98.4
50.00	1	.5	.5	98.9
55.00	2	.6	.6	99.5
75.00	1	.5	.5	100.0
Gesamt	249	100.0	100.0	

Tabelle 6.12-5: Screening-Hörschwelle bei Kindern mit mittleren sozioökonomischen Status, Summenvariable 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr (gewichtet)

Hörverlust [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10.00	1	.2	.2	.2
-5.00	1	.2	.2	.4
.00	17	3.8	3.8	4.2
5.00	76	16.7	16.7	20.8
10.00	139	30.4	30.4	51.2
15.00	115	25.3	25.3	76.5
20.00	54	11.8	11.8	88.3
Gültig 25.00	28	6.2	6.2	94.5
30.00	15	3.2	3.2	97.7
35.00	4	1.0	1.0	98.7
40.00	1	.3	.3	98.9
45.00	0	.1	.1	99.0
50.00	1	.3	.3	99.3
60.00	3	.7	.7	100.0
Gesamt	457	100.0	100.0	

Tabelle 6.12-6: Screening-Hörschwelle bei Kindern mit hohem sozioökonomischen Status, Summenvariable 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr (gewichtet)

Hörverlust [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-5.00	1	.5	.5	.5
.00	8	2.9	2.9	3.4
5.00	44	16.5	16.5	19.9
10.00	87	32.6	32.6	52.5
15.00	68	25.3	25.3	77.8
20.00	35	13.3	13.3	91.0
Gültig 25.00	16	6.1	6.1	97.1
30.00	5	1.7	1.7	98.8
45.00	1	.5	.5	99.3
50.00	1	.5	.5	99.8
55.00	1	.2	.2	100.0
Gesamt	267	100.0	100.0	

6.13 Logistische Regressionsmodelle

Tabelle 6.13-1 gibt das Ergebnis der multiplen logistischen Regressionsanalyse (ungewichtet) bezüglich der Prävalenz eines Hörverlustes >20 dB bei einer Test-Frequenz im Bereich von 1-6 kHz auf wenigstens einem der beiden Ohren wieder. Als Prädiktoren (Faktoren, Determinanten) wurden das Alter (kontinuierlich), das Geschlecht (Referenzkategorie: Mädchen) und die Gebietszugehörigkeit (Referenzkategorie: alte Bundesländer), der Migrantenstatus (Referenzkategorie: kein Migrant), Gemeindegrößenklasse (Referenzkategorie: bis 100,000 Einwohner) und sozioökonomischer Status (Referenzkategorie: hoch) in dem Modell berücksichtigt (simultaner Einschluss) und bezüglich ihres Einflusses auf die Hörfähigkeit gegeneinander kontrolliert (auspartialisierte Effekte). Von den betrachteten Faktoren erwies sich nur das Geschlecht als signifikanter Einflussfaktor. Jungen hatten ein 1.5fach (um 48 Prozent) höheres Risiko (Odds-Ratio: OR = 1.48, 95%-Konfidenzintervall: KI = 1.01- 2.17) für einen solchen Hörverlust. Bezüglich Alter ergab sich ein relatives Risiko (berechnet als Odds-Ratio) von OR = 0.97 (n. s.) pro Jahr (entspricht OR = 0.83 für den Vergleich 14. Lebensjahr vs. 8. Lebensjahr). Wegen der geringen Anzahlen kann das Ergebnis des entsprechend berechneten Modells für das Hörverlust-Kriterium >30 dB nur qualitativ interpretiert werden. Wiederum zeigte nur das Geschlecht einen signifikanten Einfluss auf die Hörfähigkeit (OR = 2.9, 95%-KI = 1.1-7.3, p = 0.027, ohne Tabellennachweis).

Die *Tabellen 6.13-2 und 6.13-3* geben die entsprechenden Ergebnisse logistischer Regressionsmodelle getrennt für die Frequenzbereiche 1-2 kHz und 3-6 kHz wieder. Es zeigt sich, dass der Geschlechterunterschied nur bei den für lärmbedingte Gehörschäden typischen Frequenzen 3-6 kHz signifikant ist (tendenziell auch bei den tieferen Frequenzen). Jungen hatten demnach ein 1,8fach höheres Risiko für einen Hörverlust von >20 dB in diesem Frequenzbereich als Mädchen (OR = 1.79, 95%-KI = 1.17-2.76, p = 0.008). Bezogen auf einen Hörverlust von >30 dB ist das Risiko bei 3-6 kHz für Jungen 3,1fach erhöht (OR = 3.1, 95%-KI = 1.1-8.4, p = 0.031, ohne Tabellennachweis). Lärm-intensive Freizeitaktivitäten könnten hierbei eine Rolle spielen, die von Jungen öfter ausgeübt werden als von Mädchen. Darüber hinaus deutet sich im Frequenzbereich 1-2 kHz ein Einfluss der Gemeindegrößenklasse derart an, dass Kinder aus großen Gemeinden mit Einwohnern ab 100,000 Einwohnern weniger häufig einen Hörverlust von >20 dB aufwiesen (OR = 0.47, 95%-KI = 0.25-0.88, p = 0.017) als die Kinder aus kleineren Gemeinden.

Für Vergleichszwecke sind in den *Tabellen 6.13-4 bis 6.13-6* zu den *Tabellen 5.13-1 bis 5.13-3* entsprechende Ergebnisse logistischer Regressionsanalysen bezüglich des Hörverlustkriteriums ≥ 20 dB aufgeführt (entspricht >15 dB). Hier erweist sich nur das Geschlecht der Kinder (höheres Risiko bei Jungen) als signifikante Einflussgröße für einen Hochtonhörverlust bei 3-6 kHz (OR = 1.427, 95%-KI = 1.05-1.93, p = 0.024).

In den *Tabellen 6.13-7 bis 5.13-9* sind Ergebnisse logistischer Regressionsmodelle aufgeführt, in denen Kombinationen von Hörschwellenbefunden in Anlehnung an die Hörverlustkriterien der Untersuchungen des 'BGA'^{35,36}, von 'STRUWE'³⁷ und 'NHANES'³⁴ verwandt wurden. Diese Kombinationskriterien zielen darauf ab, potenziell lärmbedingte Gehörschäden von breitbandigen Schalleitungsgehörschäden abzugrenzen. Wiederum lassen sich nur bezüglich des Geschlechts Zusammenhänge mit den Hörverlustkriterien erkennen (höheres Risiko bei Jungen).

Tabelle 6.13-1: Logistisches Regressionsmodell, Screening-Hörschwelle >20 dB, Summenvariable 1-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr (ungewichtet)

Faktor	Regressions- koeffizient B	Standard- fehler	Signifikanz	Exp(B)	95.0% Konfidenzintervall für EXP(B)	
					Unterer Wert	Oberer Wert
Alter	-.028	.048	.557	.972	.884	1.069
Geschlecht	.393	.196	.045	1.481	1.009	2.173
Gebiet	.043	.209	.837	1.044	.693	1.572
Migrantenstatus	-.111	.354	.754	.895	.447	1.792
Gemeindegröße	-.167	.202	.407	.846	.570	1.256
Sozialstatus			.837			
- niedrig	.101	.283	.722	1.106	.635	1.926
- mittel	.144	.242	.551	1.155	.719	1.856
Konstante	-1.814	.598	.002	.163		

Alter: pro Jahr (8-14), Geschlecht: Referenz Mädchen, Gebiet: Referenz alte Länder, Migrantenstatus: Referenz kein Migrant, Gemeindegrößenklasse: Referenz unter 100,000 Einwohner, Sozio-ökonomischer Status: Referenz hoch

Tabelle 6.13-2: Logistisches Regressionsmodell, Screening-Hörschwelle >20 dB, Summenvariable 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr (ungewichtet)

Faktor	Regressions- koeffizient B	Standard- fehler	Signifikanz	Exp(B)	95.0% Konfidenzintervall für EXP(B)	
					Unterer Wert	Oberer Wert
Alter	-.080	.072	.270	.924	.802	1.064
Geschlecht	.209	.287	.467	1.232	.702	2.162
Gebiet	-.280	.322	.385	.756	.402	1.421
Migrantenstatus	.247	.479	.607	1.280	.500	3.272
Gemeindegröße	-.752	.316	.017	.471	.254	.876
Sozialstatus			.317			
- niedrig	.631	.457	.168	1.879	.767	4.605
- mittel	.585	.413	.157	1.796	.798	4.037
Konstante	-2.184	.892	.014	.113		

Alter: pro Jahr (8-14), Geschlecht: Referenz Mädchen, Gebiet: Referenz alte Länder, Migrantenstatus: Referenz kein Migrant, Gemeindegrößenklasse: Referenz unter 100,000 Einwohner, Sozio-ökonomischer Status: Referenz hoch

Table 6.13-3: Logistic Regression Model, Screening-Hearing Threshold >20 dB, Sum Variable 3-6 kHz, Right or Left Ear (Unweighted)

Faktor	Regressions- koeffizient B	Standard- fehler	Signifikanz	Exp(B)	95.0% Konfidenzintervall für EXP(B)	
					Unterer Wert	Oberer Wert
Alter	-.027	.053	.615	.974	.877	1.081
Geschlecht	.584	.219	.008	1.793	1.167	2.755
Gebiet	-.049	.233	.835	.953	.604	1.503
Migrantenstatus	.047	.373	.900	1.048	.504	2.179
Gemeindegröße	-.191	.222	.390	.826	.535	1.277
Sozialstatus			.730			
- niedrig	.020	.316	.949	1.020	.549	1.895
- mittel	.181	.266	.496	1.199	.712	2.018
Konstante	-2.167	.660	.001	.115		

Alter: pro Jahr (8-14), Geschlecht: Referenz Mädchen, Gebiet: Referenz alte Länder, Migrantenstatus: Referenz kein Migrant, Gemeindegrößenklasse: Referenz unter 100,000 Einwohner, Sozio-ökonomischer Status: Referenz hoch

Table 6.13-4: Logistic Regression Model, Screening-Hearing Threshold ≥20 dB, Sum Variable 1-6 kHz, Right or Left Ear (Unweighted)

Faktor	Regressions- koeffizient B	Standard- fehler	Signifikanz	Exp(B)	95.0% Konfidenzintervall für EXP(B)	
					Unterer Wert	Oberer Wert
Alter	-.042	.036	.245	.959	.893	1.030
Geschlecht	.122	.145	.400	1.130	.850	1.503
Gebiet	-.116	.160	.469	.891	.650	1.219
Migrantenstatus	.117	.249	.639	1.124	.690	1.830
Gemeindegröße	.081	.151	.590	1.085	.807	1.458
Sozialstatus			.854			
- niedrig	-.043	.210	.837	.958	.635	1.445
- mittel	.057	.178	.748	1.059	.746	1.503
Konstante	-.583	.447	.192	.558		

Alter: pro Jahr (8-14), Geschlecht: Referenz Mädchen, Gebiet: Referenz alte Länder, Migrantenstatus: Referenz kein Migrant, Gemeindegrößenklasse: Referenz unter 100,000 Einwohner, Sozio-ökonomischer Status: Referenz hoch

Table 6.13-5: Logistic Regression Model, Screening-Hearing Threshold ≥ 20 dB, Sum Variable 1-2 kHz, Right or Left Ear (Unweighted)

Faktor	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Signifikanz	Exp(B)	95.0% Konfidenzintervall für EXP(B)	
					Unterer Wert	Oberer Wert
Alter	-.096	.050	.057	.908	.823	1.003
Geschlecht	-.125	.199	.529	.882	.597	1.303
Gebiet	-.084	.220	.704	.920	.598	1.415
Migrantenstatus	.298	.329	.365	1.347	.707	2.567
Gemeindegröße	-.243	.209	.245	.785	.521	1.182
Sozialstatus			.589			
- niedrig	.226	.296	.445	1.253	.702	2.237
- mittel	.261	.258	.311	1.298	.783	2.150
Konstante	-.944	.609	.121	.389		

Alter: pro Jahr (8-14), Geschlecht: Referenz Mädchen, Gebiet: Referenz alte Länder, Migrantenstatus: Referenz kein Migrant, Gemeindegrößenklasse: Referenz unter 100,000 Einwohner, Sozio-ökonomischer Status: Referenz hoch

Table 6.13-6: Logistic Regression Model, Screening-Hearing Threshold ≥ 20 dB, Sum Variable 3-6 kHz, Right or Left Ear (Unweighted)

Faktor	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Signifikanz	Exp(B)	95.0% Konfidenzintervall für EXP(B)	
					Unterer Wert	Oberer Wert
Alter	-.030	.039	.444	.971	.900	1.047
Geschlecht	.352	.156	.024	1.422	1.048	1.931
Gebiet	-.099	.171	.565	.906	.648	1.268
Migrantenstatus	.078	.265	.767	1.081	.644	1.817
Gemeindegröße	.089	.161	.582	1.093	.797	1.499
Sozialstatus			.946			
- niedrig	.034	.223	.879	1.035	.668	1.602
- mittel	.063	.191	.742	1.065	.732	1.549
Konstante	-1.130	.479	.018	.323		

Alter: pro Jahr (8-14), Geschlecht: Referenz Mädchen, Gebiet: Referenz alte Länder, Migrantenstatus: Referenz kein Migrant, Gemeindegrößenklasse: Referenz unter 100,000 Einwohner, Sozio-ökonomischer Status: Referenz hoch

*Tabelle 6.13-7: Logistisches Regressionsmodell, Screening-Hörschwelle "BGA",
Summenvariable 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr (ungewichtet)*

Faktor	Regressions- koeffizient B	Standard- fehler	Signifikanz	Exp(B)	95.0% Konfidenzintervall für EXP(B)	
					Unterer Wert	Oberer Wert
Alter	.022	.061	.718	1.022	.906	1.153
Geschlecht	.572	.254	.024	1.772	1.077	2.915
Gebiet	.067	.267	.802	1.069	.633	1.805
Migrantenstatus	.095	.416	.820	1.099	.487	2.484
Gemeindegröße	-.056	.256	.827	.946	.573	1.561
Sozialstatus			.924			
- niedrig	.140	.352	.692	1.150	.576	2.294
- mittel	.072	.307	.816	1.074	.588	1.962
Konstante	-3.137	.775	.000	.043		

Alter: pro Jahr (8-14), Geschlecht: Referenz Mädchen, Gebiet: Referenz alte Länder, Migrantenstatus: Referenz kein Migrant, Gemeindegrößenklasse: Referenz unter 100,000 Einwohner, Sozio-ökonomischer Status: Referenz hoch
BGA: Hörverlust >20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr, wobei Δ Hörverlust 3-6 kHz minus 1-2 kHz ≥ 10 dB

*Tabelle 6.13-8: Logistisches Regressionsmodell, Screening-Hörschwelle "STRUWE",
Summenvariable 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr (ungewichtet)*

Faktor	Regressions- koeffizient-B	Standard- fehler	Signifikanz	Exp(B)	95.0% Konfidenzintervall für EXP(B)	
					Unterer Wert	Oberer Wert
Alter	.076	.055	.172	1.079	.968	1.202
Geschlecht	.292	.222	.190	1.339	.866	2.070
Gebiet	-.100	.243	.679	.904	.562	1.456
Migrantenstatus	-.511	.453	.260	.600	.247	1.459
Gemeindegröße	.202	.229	.378	1.223	.781	1.916
Sozialstatus			.091			
- niedrig	-.614	.318	.054	.541	.290	1.010
- mittel	-.448	.252	.075	.639	.390	1.046
Konstante	-2.914	.689	.000	.054		

Alter: pro Jahr (8-14), Geschlecht: Referenz Mädchen, Gebiet: Referenz alte Länder, Migrantenstatus: Referenz kein Migrant, Gemeindegrößenklasse: Referenz unter 100,000 Einwohner, Sozio-ökonomischer Status: Referenz hoch
STRUWE: ≥ 20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr, wobei Δ Hörverlust 3-6 kHz minus 1-2 kHz ≥ 15 dB und Hörverlust 1-2 kHz ≤ 20 dB

Table 6.13-9: Logistisches Regressionsmodell, Screening-Hörschwelle "NHANES, Summenvariable 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr (ungewichtet)

Faktor	Regressionskoeffizient-B	Standardfehler	Signifikanz	Exp(B)	95.0% Konfidenzintervall für EXP(B)	
					Unterer Wert	Oberer Wert
Alter	.097	.038	.011	1.101	1.022	1.187
Geschlecht	.270	.151	.075	1.309	.973	1.761
Gebiet	-.052	.164	.753	.950	.688	1.311
Migrantenstatus	-.508	.292	.082	.602	.340	1.066
Gemeindegröße	.158	.156	.313	1.171	.862	1.591
Sozialstatus			.389			
- niedrig	-.299	.218	.170	.742	.484	1.136
- mittel	-.130	.180	.470	.878	.617	1.250
Konstante	-2.185	.474	.000	.112		

Alter: pro Jahr (8-14), Geschlecht: Referenz Mädchen, Gebiet: Referenz alte Länder, Migrantenstatus: Referenz kein Migrant, Gemeindegrößenklasse: Referenz unter 100,000 Einwohner, Sozio-ökonomischer Status: Referenz hoch
 NHANES: Δ Höerverlust 3-6 kHz minus 1 kHz ≥ 15 dB wobei Höerverlust 1 kHz ≤ 15 dB

6.14 Hochton-Hörverluste

In den *Kapiteln 2.2 und 5.3* wurden Kriterien für die näherungsweise Abgrenzung von sensorischem (Innenohr) und konduktivem (Schalleitung) Hörverlust vorgestellt. Wendet man näherungsweise (im KUS wurden keine Hörtests bei 500 und 8000 Hz durchgeführt) das Kriterium der NHANES III-Studie für einen potenziell lärmbedingten Hörverlust auf den vorliegenden Datensatz an ('NHANES': Hörverlust bei 1 kHz ≤ 15 dB, schlechteste Hörschwelle bei 3, 4, 6 kHz mindestens 15 dB höher (schlechter) als die Hörschwelle bei 1 kHz desselben Ohres), so ergibt sich, dass 11.7 % der Kinder auf dem rechten Ohr, 18.1 % auf dem linken Ohr, 25.2 % entweder auf dem rechten oder dem linken Ohr, und 4.6 % der Kinder auf beiden Ohren einen solchen Hörverlust aufwiesen (ungewichtet). Die entsprechend gewichteten Zahlen lauten 11.4 %, 18.9 %, 25.5 % und 4.8 %. Der Rechts-links-Unterschied könnte, wie bereits besprochen, auf Reihungseffekte zurückzuführen sein (vgl. *Kapitel 6.2*).

In der NHANES III-Studie wurde bei 6-19jährigen Kindern ein halb so hoher Anteil (12.5 %) gefunden, der auf einem oder beiden Ohren einen vermeintlich lärmbedingten Hörverlust aufwies³⁴. Wegen nicht ganz identischer Hörverlustkriterien (siehe oben) sind die ermittelten Prävalenzen jedoch nicht direkt miteinander vergleichbar, obwohl die Hörschwellen in beiden Untersuchungen gleichermaßen in 5 dB-Inkrementen gemessen wurden. Auch die verschiedenen Altersgruppen können nicht zur Erklärung der großen Unterschiede herangezogen werden (6-19 bei NHANES vs. 8-14 Jahre beim KUS). Danach wären wegen des höheren Alters

der Kinder in der amerikanischen Studie dort eher höhere Auffälligkeiten im Hörtest zu erwarten gewesen als im KUS, wenn man davon ausgeht, dass mit zunehmendem Alter die Exposition gegenüber gehörgefährdenden Lärmquellen zunimmt bzw. die über die Lebenszeit hinweg erworbenen Hörschäden akkumulieren. Vielmehr würde im KUS wahrscheinlich ein nennenswerter Anteil von potenziellen 'C5-Senken' nicht als solche gewertet werden, wenn auch die 8-kHz-Bedingung der NHANES III-Studie ³⁴ hätte berücksichtigt werden können (Hörschwelle bei 8 kHz mindestens 10 dB niedriger (besser) als die schlechteste Hörschwelle bei 3, 4 oder 6 kHz). Die Hörfähigkeit bei dieser Frequenz wurde jedoch nicht ermittelt.

Orientiert man sich an dem Kriterium für potenziell lärmbedingten Hörverlust der Studien des früheren Bundesgesundheitsamtes ('BGA': größter Hörverlust bei 3, 4 oder 6 kHz gegenüber dem größten Hörverlust bei 1 oder 2 kHz ≥ 10 dB) ^{35,36}, so ergeben sich ungewichtet Prävalenzen auffälliger Hörschwellen auf dem rechten, linken, einem oder beiden Ohren von 3.6%, 5.4%, 7.7% und 1.4% für einen Hörverlust von >20 dB. Bei gewichteter Auswertung sind die entsprechenden Prävalenzen sehr ähnlich: 3.6%, 5.3%, 7.6% und 1.3%.

Für Vergleichszwecke mit der Untersuchung bei 16-24jährigen Wehrdienstankwärtlern ³⁷ wurden auch Prävalenzen 'auffälliger' Hörverluste nach dem dort verwandten Kriterium für potenziell lärmbedingten Hörverlust berechnet ('STRUWE': größter Hörverlust bei 3, 4 oder 6 kHz ≥ 20 dB mit den Nebenbedingungen, dass der Hörverlust auf demselben Ohr bei 1 oder 2 kHz mindestens 15 dB geringer ist als bei 3-6 kHz und der Hörverlust bei 1 oder 2 kHz selbst ≤ 20 dB ist). Bei diesen Berechnungen ergeben sich Prävalenzen für einen entsprechenden Hörverlust auf dem rechten, linken, einem oder beiden Ohren ungewichtet von 4.8%, 5.9%, 9.7% und 1.0% und gewichtet von 4.9%, 6.0%, 9.7% und 1.2%. Bei identischer Berechnung mit einem Hörverlust im Hochtonbereich von >20 dB (anstelle von ≥ 20 dB) ergeben sich allerdings geringere Anteile von Kindern mit potenziell lärmbedingtem Hörverlust auf dem rechten, linken, einem oder beiden Ohren von ungewichtet 1.9%, 3.9%, 5.2% und 0.5% und gewichtet 1.8%, 3.8%, 5.0% und 0.6%. Die Anteile 'auffälliger' Kinder sind dann in etwa nur noch halb so hoch. Dabei ist zu beachten, dass wegen der 5 dB-Sprünge bei der Schallpegelsteuerung in der Screening-Audiometrie ein Hörverlust von ≥ 20 dB faktisch einem Hörverlust von >15 dB entspricht. In jedem Fall kann festgestellt werden, dass die Anteile von Kindern und Jugendlichen mit 'auffälligen' lärmtypischen Hörverlusten zwischen den Altersgruppen von 8-14 Jahren (KUS) und 16-24 Jahren (Untersuchung von Struwe et al.) ³⁷ offensichtlich

stark zunehmen (uni-lateral: 10% vs. 24%), was an gesteigerten lauten Freizeitaktivitäten liegen kann.

B-6.15 Bekannte Hörbeschwerden

Im KiGGS wurden sowohl die Eltern als auch die Kinder nach einer bekannten vorhandenen Hörbeeinträchtigung befragt und ob ein Hörgerät vorhanden/benutzt wird. Darüber hinaus wurde gefragt, ob ein Arzt schon einmal eine entsprechende Diagnose bei dem Kind gestellt hat. In der Gesamtstichprobe der 1046 Kinder waren 54 Kinder entsprechend positiv (5.2 %), wobei bei 51 (4.9 %) von ihnen nach Selbstangabe eine Bestätigung durch eine ärztliche Diagnose vorlag. Ein Hörgerät wurde von keinem Kind benutzt. In der Teil-Stichprobe von Kindern mit vollständigen Hörtest-Daten (n = 959) waren 47 (4.9 %) der Kinder entsprechend positiv, wobei dies bei 45 Kindern (4.7 %) ärztlich belegt war.

Im Sinne eines Plausibilitäts- und Qualitätskontroll-Tests kann der Zusammenhang zwischen bekannter Hörbeeinträchtigung und den Hörtestergebnissen untersucht werden. In den *Tabellen 6.15-1 und 6.15-2* sind die Hörtestergebnisse (Summe über alle Testfrequenzen und beide Ohren) für die ärztlich positiv diagnostizierten Kinder und die entsprechend unauffälligen Kinder aufgetragen (ungewichtet). Auch ohne statistische Testung ist deutlich ersichtlich, dass die betreffenden Kinder ein schlechteres Hörvermögen aufwiesen als der Rest der Kinder: Hörverlust >20 dB bei 44.4% vs. 11.7% der Kinder; Hörverlust >30 dB bei 17.8% vs. 1.9% der Kinder.

Table 6.15-1: Screening-Hörschwelle bei Kindern mit ärztlich diagnostizierter Hörbeeinträchtigung, Summenvariable 1-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr (ungewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
5.00	2	4.4	4.4	4.4
10.00	5	11.1	11.1	15.6
15.00	8	17.8	17.8	33.3
20.00	10	22.2	22.2	55.6
25.00	6	13.3	13.3	68.9
30.00	6	13.3	13.3	82.2
35.00	2	4.4	4.4	86.7
40.00	1	2.2	2.2	88.9
50.00	1	2.2	2.2	91.1
55.00	2	4.4	4.4	95.6
60.00	2	4.4	4.4	100.0
Gesamt	45	100.0	100.0	

Table 6.15-2: Screening-Hörschwelle bei Kindern ohne ärztlich diagnostizierter Hörbeeinträchtigung, Summenvariable 1-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr (ungewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10.00	2	.2	.2	.2
-5.00	6	.7	.7	.9
.00	11	1.2	1.2	2.1
5.00	110	12.0	12.0	14.1
10.00	278	30.4	30.4	44.5
15.00	269	29.4	29.4	74.0
20.00	131	14.3	14.3	88.3
25.00	69	7.5	7.5	95.8
30.00	21	2.3	2.3	98.1
35.00	7	.8	.8	98.9
40.00	3	.3	.3	99.2
45.00	1	.1	.1	99.3
50.00	1	.1	.1	99.5
55.00	3	.3	.3	99.8
60.00	1	.1	.1	99.9
75.00	1	.1	.1	100.0
Gesamt	914	100.0	100.0	

6.16 Mittelohrentzündung

Im KiGGS wurden erfragt, ob die Kinder schon einmal eine Mittelohrentzündung gehabt haben. Dies war in der Gesamt-Stichprobe (N = 1046) bei 571 Kindern (54.6 %) und in der Teilstichprobe mit vollständigen Hörtestdaten (n = 959) bei 519 Kindern (54.1 %) der Fall. Auch hier lassen sich Zusammenhänge mit der im KUS gemessenen Hörfähigkeit untersuchen. Die Tabellen 6.16-1 und 6.16-2 geben die ungewichteten Ergebnisse für die Summenbetrachtung der Hörfähigkeit wieder (schlechteste Hörschwelle bei irgendeiner Testfrequenz auf einem der beiden Ohren). Die Anteile von Kindern mit und ohne positiver Lebenszeitanamnese für Otitis media mit Hörverlusten >20 dB betragen 16.8% vs. 9.1% (Chi²-Test, p = 0.000), mit Hörverlusten >30 dB 2.9% vs. 2.3% (Chi²-Test, p = 0.550). Die positive Anamnese einer Mittelohrentzündung war somit hoch signifikant mit einer gemäßigten Hörbeeinträchtigung verbunden (>20 dB), jedoch nicht mit einer stärkeren Hörbeeinträchtigung (>30 dB).

Tabelle 6.16-1: Screening-Hörschwelle bei Kindern mit positiver Anamnese für Mittelohrentzündung, Summenvariable 1-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr (ungewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10.00	1	.2	.2	.2
-5.00	2	.4	.4	.6
.00	2	.4	.4	1.0
5.00	60	11.6	11.6	12.5
10.00	136	26.2	26.2	38.7
15.00	148	28.5	28.5	67.2
20.00	83	16.0	16.0	83.2
25.00	53	10.2	10.2	93.4
30.00	19	3.7	3.7	97.1
35.00	5	1.0	1.0	98.1
40.00	3	.6	.6	98.7
50.00	1	.2	.2	98.8
55.00	4	.8	.8	99.6
60.00	2	.4	.4	100.0
Gesamt	519	100.0	100.0	

Table 6.16-2: Screening-Hörschwelle bei Kindern mit negativer Anamnese für Mittelohrentzündung, Summenvariable 1-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr (ungewichtet)

Hörschwelle [dB]	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
-10.00	1	.2	.2	.2
-5.00	4	.9	.9	1.1
.00	9	2.0	2.0	3.2
5.00	52	11.8	11.8	15.0
10.00	147	33.4	33.4	48.4
15.00	129	29.3	29.3	77.7
20.00	58	13.2	13.2	90.9
25.00	22	5.0	5.0	95.9
30.00	8	1.8	1.8	97.7
35.00	4	.9	.9	98.6
40.00	1	.2	.2	98.9
45.00	1	.2	.2	99.1
50.00	1	.2	.2	99.3
55.00	1	.2	.2	99.5
60.00	1	.2	.2	99.8
75.00	1	.2	.2	100.0
Gesamt	440	100.0	100.0	

6.17 Gehörsymptome

6.17.1 Vorbemerkung

Mit dem Fragebogeninventar des KUS wurden sowohl die Kinder, als auch deren Eltern (bei der Befragung anwesender Elternteil) danach gefragt, ob die Kinder nach Einwirkung verschiedener Lärm/Schallquellen schon einmal Ohrenscherzen, Ohrgeräusche oder taube Ohren gehabt zu haben. Zusätzlich wurde gefragt, wie lange (im Minuten- oder Stundenbereich) die jeweiligen Ohrsymptome anhielten. In der Ergebnistabellen zur Prävalenz der Symptome wird zwischen den 8-10jährigen und den 11-14jährigen Kindern unterschieden, da der Fragebogen für die beiden Altersgruppen und die Eltern jeweils etwas unterschiedlich aufgebaut war (vgl. *Anhang IV, V und VI*).

6.17.2 Laute Musik

Tabelle 6.17-1 gibt die relativen Häufigkeiten (gewichtete Prävalenzen [%]) von Kindern wieder, die entweder selbst oder nach Einschätzung ihrer Eltern in der Befragung angaben, nach lauter Musik Ohrenscherzen, Ohrgeräusche oder taube Ohren gehabt zu haben. Zusätzlich ist angegeben (Prävalenz), ob die jeweiligen Ohrsymptome über Minuten oder Stunden anhielten.

Deutlich ist zu erkennen, dass die Kinder sehr viel häufiger über entsprechende Symptome berichteten als die Eltern. Dies war zu erwarten, denn Kinder berichten ihren Eltern sicherlich nicht immer über derartige Vorkommnisse. Die besonders nachhaltigen Ereignisse könnten mit einer in der Screening-Audiometrie messbaren Hörminderung einhergehen. Am häufigsten wurden von den Kindern Ohrgeräusche (Tinnitus) nach lauter Musik angegeben, von den 8-10jährigen taten das 6.3 %, von den 11-14jährigen 11.1 %, wobei bei 1.8 % der 11-14jährigen diese Symptome einige Stunden anhielten (entsprechende Angaben für die 8-10jährigen wurde nicht erhoben). Die älteren Kinder berichteten häufiger über Ohrgeräusche und taube Ohren als die jüngeren. Ohrenscherzen wurden hingegen häufiger von den jüngeren Kindern angegeben (5.7% vs. 2.5%). Ob dies mit Erfahrungen und Erinnerungsvermögen, einer größeren subjektiven Empfindsamkeit gegenüber Geräuschen oder anderen Faktoren zusammen hängt, lässt sich nicht klären. Physiologische Gründe scheinen eher nicht in Frage

zu kommen. Die Cochlea ist beim Foetus (nach 4-5 Monaten) und Neugeborenen schon voll entwickelt. Einflüsse des Wachstums (Gehörkanallänge) und damit verbundene Resonanzüberhöhungen (Abfall der Resonanzfrequenz mit zunehmendem Alter) im Ohrkanal dürften nur in den ersten 2-3 Lebensjahren eine Rolle spielen^{277,278}.

Tabelle 6.17-1: Prävalenz von spezifischen Gehörsymptomen nach lauter Musik (gewichtet)

Symptom	Alter:	8-10 Jahre Häufigkeit [%] n = 434	11-14 Jahre Häufigkeit [%] n = 641
Ohrenschmerzen nach Musik	Elterm	1.5	0.7
	Kind	5.8	2.5
Ohrenschmerzen nach Musik (Minuten)	Elterm	0.4	0.6
	Kind	---	2.5
Ohrenschmerzen nach Musik (Stunden)	Elterm	1.1	0.1
	Kind	---	0.0
Ohrgeräusche nach Musik	Elterm	1.0	2.8
	Kind	6.3	11.1
Ohrgeräusche nach Musik (Minuten)	Elterm	0.7	2.1
	Kind	---	9.3
Ohrgeräusche nach Musik (Stunden)	Elterm	0.3	0.7
	Kind	---	1.8
Taube Ohren nach Musik	Elterm	1.1	0.6
	Kind	2.0	3.1
Taube Ohren nach Musik (Minuten)	Elterm	0.8	0.6
	Kind	---	3.1
Taube Ohren nach Musik (Stunden)	Elterm	0.3	0.0
	Kind	---	0.0

Anmerkung: Antwort "weiß nicht" war bei zeitlichen Angaben möglich

6.17.3 Andere Geräuschquellen

Tabelle 6.17-2 zeigte relative Häufigkeiten (gewichtet) von Ohrenbeschwerden durch "andere laute Geräusche" (außer Musik). Als mögliche Ursachen wurden im KUS die Schallquellen Spielzeugpistole, Feuerwerkskörper, Schreien ins Ohr, Sirenen (Notfallfahrzeuge) und sonsti-

ge Quellen explizit abgefragt. Von den 8-10jährigen Kindern gaben 26.9 % und von den 11-14jährigen Kindern 33.6 % an, durch "andere Geräusche" bereits Ohrbeschwerden gehabt zu haben. Die Eltern machten wieder deutlich seltener eine entsprechende Angabe über ihre Kinder. Feuerwerk (13.1 %) und Schreien ins Ohr (13.1 %) wurden am häufigsten als Ursachen genannt, gefolgt von Spielzeugpistole (5.9 %) und sonstigen Quellen (5.9 %).

In *Tabelle 6.17-3* ist angegeben, bei wie vielen Kindern (gewichtete Prävalenzen [%]) die spezifischen Ohrsymptome Ohrenschmerzen, Ohrgeräusche und taube Ohren durch das lauteste Schallereignis solch anderer Geräusche (außer Musik) schon einmal aufgetreten war und wie lange es anhielt (Minuten oder Stunden). Diese Angaben wurden nur bei den 11-14Jährigen erhoben. Danach hatten 23.4 % dieser Kinder wegen "anderer Geräusche" Ohrgeräusche, wobei bei 1.5 % die Beschwerden einige Stunden anhielten. Ohrenschmerzen und taube Ohren wurden von 5.9 % bzw. 5.5 % der 11-14Jährigen angegeben, wobei die Beschwerden bei 1.1 % bzw. 0.5 % über einige Stunden andauerten.

Tabelle 6.17-2: Prävalenz allgemein von Ohrbeschwerden nach lauten Geräuschen außer Musik (gewichtet)

Symptom (Mehrfachnennung möglich)	Alter:	8-10 Jahre Häufigkeit [%] n = 434	11-14 Jahre Häufigkeit [%] n = 641
Ohrenbeschwerden – Andere laute Geräusche	Elterm	12.9	11.5
	Kind	26.9	33.6
Ohrenbeschwerden - Spielzeugpistole	Elterm	3.2	1.9
	Kind	---	5.5
Ohrenbeschwerden - Feuerwerk	Elterm	4.6	5.7
	Kind	---	13.1
Ohrenbeschwerden - Schreien ins Ohr	Elterm	6.5	3.0
	Kind	---	13.1
Ohrenbeschwerden - Sirene	Elterm	0.3	0.6
	Kind	---	2.3
Ohrenbeschwerden - Sonstige	Elterm	1.2	1.2
	Kind	---	5.9

Tabelle 6.17-3: Prävalenz von spezifischen Gehörsymptomen nach anderen Geräuschen außer Musik (gewichtet)

Symptom	Alter:	8-10 Jahre Häufigkeit [%] n = 434	11-14 Jahre Häufigkeit [%] n = 641
Ohrenschmerzen nach lauten Geräuschen (außer Musik)	Elterm	5.5	1.7
	Kind	---	5.9
Ohrenschmerzen nach lauten Geräuschen (Minuten)	Elterm	3.3	1.2
	Kind	---	4.8
Ohrenschmerzen nach lauten Geräuschen (Stunden)	Elterm	1.4	0.2
	Kind	---	1.1
Ohrgeräusche lauten Geräuschen (außer Musik)	Elterm	4.7	7.5
	Kind	---	23.4
Ohrgeräusche nach lauten Geräuschen (Minuten)	Elterm	3.4	5.9
	Kind	---	21.9
Ohrgeräusche nach lauten Geräuschen (Stunden)	Elterm	1.0	1.3
	Kind	---	1.5
Taube Ohren lauten Geräuschen (außer Musik)	Elterm	2.2	1.2
	Kind	---	5.5
Taube Ohren nach lauten Geräuschen (Minuten)	Elterm	1.9	0.9
	Kind	---	5.0
Taube Ohren nach lauten Geräuschen (Stunden)	Elterm	0.3	0.5
	Kind	---	0.3

Anmerkung: Antwort "weiß nicht" war bei zeitlichen Angaben möglich

Teil C: Freizeitaktivitäten

7 Stichprobe: Freizeitaktivitäten

Wie in *Kapitel 1.2* bereits ausgeführt, beziehen sich die Lärm-bezogenen Auswertungen auf einen Stichprobenumfang von 1,048 Kindern im Alter von 8-14 Jahren. Davon entfielen 448 Kinder auf die Altersklasse 8-10 Jahre und 600 Kinder auf die Altersklasse 11-14 Jahre. Anders als bei den Hörtests, wo effektiv nur 959 Kinder für systematische Auswertungen zur Verfügung standen, kann bezüglich der Fragebogenangaben zu Freizeitgewohnheiten, wie auch bei den Gehörsymptomen - von fehlenden Werten bei einzelnen Items abgesehen - somit auf den gesamten ungewichteten Stichprobenumfang von $N = 1048$ (gewichtet: gesamt $N = 1075$, 8-10 Jahre $n = 434$, 11-14 Jahre $n = 641$) zurückgegriffen werden. Dabei ist zu beachten, dass an die 8-10jährigen Kinder nur ein Teil der Fragen gestellt wurde, die den älteren 11-14Jährigen gestellt wurden. Daher wird bei den Ergebnistabellen zwischen beiden Altersgruppen unterschieden.

8 Ergebnisse: Deskription

8.1 Ausgewählte Schallquellen

Im KUS Interview wurden die Kinder danach gefragt, ob sie bestimmte vorgegebene Schallquellen benutzen (vgl. *Anhang V und VI*). Die Fragen waren auf Musikhören und andere Beschallungen über Kopfhörer fokussiert: a) Walkman, Discman, MP3-Player; b) Musik (HiFi-anlage mit Kopfhörern); c) Besuch von (Kinder-)Diskotheken; d) Konzerte mit elektroakustischer Beschallung; e) Computerspiele über Kopfhörer. Insbesondere die Beschallung über Kopfhörer wird dabei als problematisch für das Gehör erachtet, weil hohe Lautstärken eingestellt werden können, ohne dass Beschwerden unbeteiligter Dritter zu erwarten sind. Neben den Freizeit- und Hörgewohnheiten an sich wurde auch nach der täglichen Einwirkdauer, der Anzahl der Jahre, die die Hörgewohnheiten schon ausgeübt wurden, und der eingestellten Lautstärke gefragt. Diese detaillierten Informationen wurden nur in der Altersgruppe der 11-14Jährigen erhoben. Auf Grundlage dieser Informationen wurden Dosisindikatoren berechnet, die neben den Einzeldaten zur Exposition mit den Ergebnissen der Screening-Audiometrie ins Verhältnis gesetzt werden können.

Tabelle 8.1-1 gibt für die 8-10Jährigen und die 11-14Jährigen an, wie groß die Anteile von Kindern waren, die bestimmten Freizeitaktivitäten und Hörgewohnheiten nachgingen, die potenziell mit hohen Lautstärken verbunden sind. Die beliebteste Aktivität ist bei den Älteren und Jüngeren gleichermaßen die Beschäftigung mit Computerspielen (84 % bzw. 90 %), wobei allerdings nur ein verhältnismäßig kleiner Anteil dies mit Kopfhörern tat (6 % bzw. 5 %). An zweiter Stelle folgen tragbare Musikabspielgeräte. Die älteren Kinder benutzten diese Geräte häufiger als die jüngeren (70% vs. 45%). Erwartungsgemäß gingen die Älteren häufiger als die Jüngeren in Konzerte (34% vs. 15%). Bei Diskothekbesuchen (8 % bzw. 6 %) und dem Hören von Musik mit Kopfhörern über die häusliche Musikanlage 11 % bzw. 13 %) zeigten sich keine auffälligen Unterschiede zwischen den beiden Altersgruppen. In *Tabelle 8.1-2* sind die Angaben zur Benutzung von portablen Audiogeräten nach Geschlecht und drei Altersklassen aufgliedert. Deutlich ist der stetige Anstieg mit zunehmendem Alter zu sehen; Mädchen benutzten die Geräte über alle betrachteten Altersklassen hinweg häufiger als Jungen.

Tabelle 8.1-1: Relative Häufigkeit ausgeübter Freizeitaktivitäten und Hörgewohnheiten (gewichtet)

Freizeitaktivitäten und Hörgewohnheiten	Alter:	8-10 Jahre Häufigkeit [%] n = 434	11-14 Jahre Häufigkeit [%] n = 641
Walkman/Discman/MP3-Player u. ä.		44.6	70.3
Musikanlage mit Kopfhörern		12.8	11.1
(Kinder-)Diskotheken und Musikclubs		5.5	7.7
Konzerte mit elektroakustischer Beschallung		14.7	23.6
Computerspiele		89.8	83.9
Computerspiele mit Kopfhörern		4.7	6.4

Tabelle 8.1-2: Relative Häufigkeit der Benutzung portabler Audiogeräte in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht(gewichtet)

Portable Audiogeräte (Walkman/Discman/MP3-Player u. ä.)	Alter:	8-10 Jahre Häufigkeit [%] n = 434	11-12 Jahre Häufigkeit [%] n = 304	13-14 Jahre Häufigkeit [%] n = 337
Jungen		36.3	59.2	66.2
Mädchen		53.1	66.4	88.7

8.2 Tragbare Musikabspielgeräte

In den folgenden Tabellen sind Verteilungen zur Expositionshäufigkeit der 11-14jährigen Kinder gegenüber Musik aus tragbaren Musikabspielgeräten aufgeführt. In *Tabelle 8.2-1* sind Statistiken zur täglichen Hördauer wiedergegeben (0.5-Stunden-Intervalle). Für Kinder, die angaben, nie solche Geräte zu benutzen, sind bei den Angaben zur Gesamtstichprobe 0 Stunden berücksichtigt worden. Die Häufigkeitsangaben werden stratifiziert für die Gruppierungsmerkmale Lebensalter (11-12 Jahre, 13-14 Jahre), Geschlecht (Jungen, Mädchen), sozialökonomischer Status (niedrig, mittel, hoch), Migrantenstatus (Migrant, kein Migrant), Wohnort (neue Bundesländer, alte Bundesländer) und Gemeindegrößenklasse (bis 100,000 Einwohner, ab 100,000 Einwohner) dargestellt. Bei allen Angaben handelt es sich um gewichtete Daten.

Im arithmetischen Mittel hörten Kinder, die tragbare Musikabspielgeräte mit Kopfhörern (Walkman, Discman, MP3-Player) grundsätzlich benutzten, 0.65 Stunden am Tag (Median 0.5 Stunden/Tag) Musik mit diesen Geräten. Schließt man die Kinder in die Betrachtungen ein, die solche Geräte gar nicht benutzten, so beträgt der Mittelwert 0.45 Stunden am Tag (Median 0.5 Stunden/Tag). 5 % der Befragten hörten mindestens 2 Stunden am Tag Musik mit tragbaren Musikabspielgeräten (mit Kopfhörern) und 1 % mindestens 3 Stunden (bei Ausschluss der Nicht-Benutzer 2 bzw. 4 Stunden). Die 13-14Jährigen hörten signifikant mehr Stunden am Tag Musik mit solchen Geräten als die 11-12Jährigen (Mann-Whitney-Test: $p = 0.000$). Mädchen taten das signifikant häufiger als Jungen (Mann-Whitney-Test: $p = 0.010$). Mit steigendem sozio-ökonomischen Status nahm die tägliche Hördauer signifikant ab (Kruskal-Wallis-Test: $p = 0.009$). Diese Faktoren sind auch im multiplen linearen Regressionsmodell signifikant. Keine signifikanten Unterschiede in der täglichen Hördauer bestanden bezüglich der Gebietszugehörigkeit, dem Migrantenstatus und der Gemeindegrößenklasse.

Tabelle 8.2-2 zeigt die Verteilung der Lautstärke beim Musikhören mit tragbaren Abspielgeräten nach Selbstangabe. Auf der Skala konnte zwischen den Kategorien 'sehr leise - ziemlich leise - mittelmäßig - ziemlich laut - sehr laut' unterschieden werden. Von den Kindern, die solche Geräte überhaupt benutzen, gaben 23.5 % an, die Musik ziemlich oder sehr laut zu hören. In *Tabelle 8.2-3* sind die Angaben der Kinder, nach den Gruppierungsmerkmalen Lebensalter (11-12 Jahre, 13-14 Jahre), Geschlecht (Jungen, Mädchen), sozialökonomischer Status (niedrig, mittel, hoch), Migrantenstatus (Migrant, kein Migrant), Wohnort (neue Bun-

desländer, alte Bundesländer) und Gemeindegrößenklasse (bis 100,000 Einwohner, ab 100,000 Einwohner) stratifiziert. Bei allen Angaben handelt es sich wiederum um gewichtete Daten. Es bestand ein signifikanter Trend über die Sozialstatuskategorien hinweg, mit fallendem sozioökonomischem Status stieg der Anteil von Kindern der ziemlich oder sehr laut hörte.

11.4% der befragten Gerätebenutzer gaben in einer Zusatzfrage an (nicht explizit in der Tabelle ausgewiesen), den Lautstärkereger 'immer am oberen Anschlag' zu haben, und 15.1% gaben an, während des Hörens die Lautstärke 'oft' oder 'immer' nach oben nachzuregeln. Letzteres könnte mit einer einsetzenden temporären Vertäubung in Verbindung stehen. Beide Merkmale könnten ein Klientel besonders laut hörender Gerätebenutzer identifizieren. Berücksichtigt man bei der Bildung einer Lautstärke-Expositionsvariablen die Kinder mit, die diese Geräte gar nicht benutzen (Codierung "sehr leise"), so betrug der Anteil der 11-14Jährigen, die mit tragbaren Musikabspielgeräten Musik "ziemlich laut", "sehr laut" oder "immer am oberen Anschlag" hörten, 17.1 %.

Tabelle 8.2-4 gibt an, wie viele Jahre die 11-14jährigen Kinder bereits Musik über tragbare Musikabspielgeräte hörten. Wenn 'weniger als 1 Jahr' angegeben wurde, sind 0.5 Jahre für die statistischen Berechnungen berücksichtigt worden. Im Mittel hörten die Kinder insgesamt seit 1.6 Jahren Musik mit solchen tragbaren Audiogeräten Musik, wobei sie das im Mittel seit 1.0 Jahre mit der (aktuellen) im Interview angegebenen täglichen Hördauer (*Tabelle 8.2-1*) taten.

Tabelle 8.2-1: Verteilungskennwerte der täglichen Hördauer mit tragbaren Audiogeräten bei 11-14jährigen Kindern [Stunden/Tag](gewichtet)

Gruppe	N	AM	95% KI	Median P50	P75	P90	P95	P99
Nur Gerätebenutzer	447	0.65	0.58-0.72	0.5	1.0	1.5	2.0	4.0
Gesamt	636	0.45	0.40-0.51	0.5	0.5	1.0	2.0	3.0
Alter								
11-12 Jahre	303	0.34	0.27-0.41	0.0	0.5	1.0	1.0	3.0
13-14 Jahre	333	0.56	0.47-0.64	0.5	0.5	1.5	2.0	4.0
Geschlecht								
Jungen	326	0.38	0.31-0.45	0.0	0.5	1.0	1.5	3.0
Mädchen	309	0.53	0.45-0.62	0.5	0.5	1.5	2.0	4.0
Gebiet								
Neue Bundesländer	85	0.52	0.34-0.70	0.5	0.5	1.5	2.0	4.0
Alte Bundesländer	551	0.44	0.39-0.50	0.5	0.5	1.0	2.0	3.0
Sozialstatus								
niedrig	152	0.62	0.47-0.77	0.5	0.5	1.5	2.5	4.5
mittel	302	0.42	0.35-0.48	0.0	0.5	1.0	1.5	3.0
hoch	174	0.35	0.30-0.44	0.0	0.5	1.0	1.0	2.0
Migrantenstatus								
Migrant	83	0.39	0.26-0.52	0.0	0.5	1.0	2.0	2.5
Kein Migrant	551	0.46	0.40-0.52	0.5	0.5	1.0	2.0	4.0
Gemeindegröße								
< 100,000	305	0.47	0.40-0.55	0.5	0.5	1.0	2.0	3.0
≥ 100,000	331	0.44	0.36-0.51	0.0	0.5	1.0	2.0	4.0

N = Stichprobenumfang, AM = Arithmetischer Mittelwert, 95% KI = 95% Konfidenzintervall, Median = 50tes Perzentil, Perzentile (P50, P75, P90, P95) = Prozente der Summenhäufigkeitsverteilung (empirisch) Messniveau: 0.5 Stunden

Tabelle 8.2-2: Verteilung der Lautstärke beim Musikhören mit tragbaren Audiogeräten [Skala] (gewichtet)

Skalenwert	Häufigkeit	Prozente	Kumulierte Prozente
1 sehr leise	3	.7	.7
2 ziemlich leise	34	7.6	8.3
3 mittelmäßig	305	68.2	76.5
4 ziemlich laut	77	17.3	93.8
5 sehr laut	28	6.2	100.0
Gesamt	446	100.0	

Tabelle 8.2-3: Anteile von 'laut' hörenden Kindern beim Musikhören mit tragbaren Audiogeräten (gewichtet)

Gruppe	N	'Ziemlich laut' oder 'sehr laut' [%]	Irrtumswahrscheinlichkeit Chi ² -Test p
Nur Gerätebenutzer	447	23.5	
Alter			0.223
11-12 Jahre	189	20.6	
13-14 Jahre	258	25.6	
Geschlecht			0.668
Jungen	204	22.5	
Mädchen	243	24.3	
Gebiet			0.909
Neue Bundesländer	58	24.1	
Alte Bundesländer	388	23.5	
Sozialstatus			0.106; Trend: 0.047
niedrig	111	27.9	
mittel	222	25.2	
hoch	109	16.5	
Migrantenstatus			0.234
Migrant	53	17.0	
Kein Migrant	394	24.4	
Gemeindegröße			0.309
< 100,000	219	25.6	
≥ 100,000	228	21.5	

Tabelle 8.2-4: Verteilungskennwerte der Anzahl der Jahre des Musikhörens mit tragbaren Audiogeräten [Jahre] (gewichtet)

Gruppe	N	AM	95% KI	Median P50	P75	P90	P95	P99
Jahre insgesamt	636	1.6	1.5-1.7	0.5	3.0	4.0	5.0	8.0
Jahre mit aktueller täglicher Hördauer	632	1.0	0.9-1.2	0.5	2.0	3.0	4.0	6.0

N = Stichprobenumfang, AM = Arithmetischer Mittelwert, 95% KI = 95% Konfidenzintervall, Median = 50tes Perzentil, Perzentile (P50, P75, P90, P95) = Prozente der Summenhäufigkeitsverteilung (empirisch) Messniveau: bis ein Jahr 0.5 Jahre, ab einem Jahr 1 Jahr)

8.3 Stationäre Musikanlage mit Kopfhörern

In den folgenden Tabellen sind Verteilungen zur Expositionshäufigkeit der 11-14jährigen Kinder gegenüber Musik aus stationären Musikanlagen mit Kopfhörern aufgeführt. In *Tabelle 8.3-1* sind Statistiken zur täglichen Hördauer wiedergegeben (0.5-Stunden-Intervalle). Für Kinder, die angaben, nie solche Geräte zu benutzen, sind bei den Angaben zur Gesamtstichprobe 0 Stunden berücksichtigt worden. Die Häufigkeitsangaben sind wieder stratifiziert für die Gruppierungsmerkmale Lebensalter (11-12 Jahre, 13-14 Jahre), Geschlecht (Jungen, Mädchen), Sozialökonomischer Status (niedrig, mittel, hoch), Migrantenstatus (Migrant, kein Migrant), Wohnort (neue Bundesländer, alte Bundesländer) und Gemeindegrößenklasse (bis 100,000 Einwohner, ab 100,000 Einwohner). Bei allen Angaben handelt es sich um gewichtete Daten.

Im arithmetischen Mittel hörten Kinder, die mit Kopfhörern über stationäre HiFi-Anlagen Musik hörten, 0.52 Stunden am Tag (Median 0.5 Stunden/Tag) Musik mit diesen Geräten. Allerdings benutzten nur 11 % der Kinder insgesamt dabei Kopfhörer. Schließt man die Kinder in die Betrachtungen ein, die solche Musikanlagen gar nicht oder nur ohne Kopfhörer benutzten, so beträgt der Mittelwert 0.06 Stunden am Tag (Median 0 Stunden/Tag). 5 % der Befragten hörten mindestens 0.5 Stunden am Tag Musik mit Kopfhörern über Musikanlagen und 1 % mindestens 1 Stunde (bei Ausschluss der Nicht-Benutzer 1 bzw. 2 Stunden). Anders als bei den tragbaren Musikabspielgeräten hörten die Jungen signifikant häufiger als die Mädchen Musik mit Kopfhörern über eine Musikanlage (Mann-Whitney-Test: $p = 0.013$). Auch Migrantenkinder hörten Musik signifikant häufiger auf diese Weise als Nicht-Migranten (Mann-Whitney-Test: $p = 0.015$). Kinder mit niedrigem sozio-ökonomischen Status hörten ebenso signifikant häufiger mit Kopfhörern Musik über stationäre Musikanlagen als andere Kinder (Kruskal-Wallis-Test: $p = 0.002$). Keine signifikanten Unterschiede in der täglichen Hördauer bestanden bezüglich des Alters (innerhalb des Bereiches von 11-14 Jahren) der Gebietszugehörigkeit und der Gemeindegrößenklasse. Im multiplen linearen Regressionsmodell sind der Sozialstatus und die Gebietszugehörigkeit (häufigeres Hören in den neuen Bundesländern) signifikant.

Tabelle 8.3-2 zeigt die Verteilung der Lautstärke beim Musikhören mit Kopfhörern über stationäre Musikanlagen nach Selbstangabe. Auf der Skala konnte zwischen den Kategorien 'sehr leise - ziemlich leise - mittelmäßig - ziemlich laut - sehr laut' unterschieden werden. Es

wurden hierbei nur Kinder berücksichtigt, die überhaupt auf diese Weise Musik hörten. 29 % gaben an, die Musik ziemlich oder sehr laut zu hören. Schließt man die Nicht-Hörer mit ein, so waren es 3.3 %.

Tabelle 8.3-3 gibt an, wie viele Jahre die 11-14jährigen Kinder bereits Musik mit Kopfhörern über stationäre Musikanlagen hörten. Wenn 'weniger als 1 Jahr' angegeben worden ist, wurden 0.5 Jahre für die statistischen Berechnungen berücksichtigt. Im Mittel hörten die Kinder insgesamt seit 0.2 Jahren auf diese Weise Musik, wobei sie das im Mittel ebenso seit 0.2 Jahren mit der (aktuellen) im Interview angegebenen täglichen Hördauer taten (*Tabelle 8.3-1*).

Tabelle 8.3-1: Verteilungskennwerte der täglichen Hördauer über stationäre Musikanlagen mit Kopfhörern [Stunden/Tag] (gewichtet)

Gruppe	N	AM	95% KI	Median P50	P75	P90	P95	P99
Nur Gerätebenutzer	71	0.52	0.40-0.64	0.5	1.0	1.0	1.0	2.0
Gesamt	639	0.06	0.04-0.08	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0
Alter								
11-12 Jahre	304	0.06	0.03-0.09	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0
13-14 Jahre	334	0.05	0.03-0.08	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0
Geschlecht								
Jungen	326	0.07	0.05-1.00	0.0	0.0	0.5	0.5	1.0
Mädchen	312	0.04	0.02-0.07	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
Gebiet								
Neue Bundesländer	85	0.10	0.02-0.19	0.0	0.0	0.0	0.5	2.0
Alte Bundesländer	554	0.05	0.03-0.07	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0
Sozialstatus								
niedrig	152	0.12	0.06-0.17	0.0	0.0	0.5	1.0	1.0
mittel	306	0.04	0.02-0.06	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0
hoch	174	0.04	0.01-0.07	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0
Migrantenstatus								
Migrant	83	0.13	0.05-0.20	0.0	0.0	0.5	1.0	2.0
Kein Migrant	556	0.05	0.03-0.07	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0
Gemeindegröße								
< 100,000	306	0.05	0.03-0.07	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0
≥ 100,000	333	0.05	0.04-0.09	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0

N = Stichprobenumfang, AM = Arithmetischer Mittelwert, 95% KI = 95% Konfidenzintervall,
 Median = 50tes Perzentil,
 Perzentile (P50, P75, P90, P95) = Prozente der Summenhäufigkeitsverteilung (empirisch)
 Messniveau: 0.5 Stunden

Tabelle 8.3-2: Verteilung der Lautstärke beim Musikhören mit Kopfhörern über stationäre Musikanlagen [Skala] (gewichtet)

Skalenwert	Häufigkeit	Prozente	Kumulierte Prozente
1 sehr leise	0	0.0	0.0
2 ziemlich leise	8	10.7	10.7
3 mittelmäßig	42	59.9	70.6
4 ziemlich laut	17	24.4	95.0
5 sehr laut	4	5.0	100.0
Gesamt	71	100.0	

Tabelle 8.3-3: Verteilungskennwerte der Anzahl der Jahre des Musikhörens mit Kopfhörern über stationäre Musikanlagen [Jahre] (gewichtet)

Gruppe	N	AM	95% KI	Median P50	P75	P90	P95	P99
Jahre insgesamt	637	0.2	0.2-0.3	0.0	0.0	0.5	2.0	5.0
Jahre mit aktueller täglicher Hördauer	636	0.2	0.1-0.3	0.0	0.0	0.5	0.5	0.5

N = Stichprobenumfang, AM = Arithmetischer Mittelwert, 95% KI = 95% Konfidenzintervall, Median = 50tes Perzentil, Perzentile (P50, P75, P90, P95) = Prozente der Summenhäufigkeitsverteilung (empirisch) Messniveau: bis ein Jahr 0.5 Jahre, ab einem Jahr 1 Jahr)

8.4 Besuche von Diskotheken und Musikclubs

In den folgenden Tabellen sind Verteilungen zur Expositionshäufigkeit der 11-14jährigen Kinder gegenüber Musik in Diskotheken und Musikclubs aufgeführt. In *Tabelle 8.4-1* sind Statistiken zur monatlichen Besuchshäufigkeit wiedergegeben. Für Kinder, die angaben, nie solche Orte zu besuchen, sind bei den Angaben zur Gesamtstichprobe 0 Besuche berücksichtigt worden. Die Häufigkeitsangaben sind wieder stratifiziert für die Gruppierungsmerkmale Lebensalter (11-12 Jahre, 13-14 Jahre), Geschlecht (Jungen, Mädchen), Sozialökonomischer Status (niedrig, mittel, hoch), Migrantstatus (Migrant, kein Migrant), Wohnort (neue Bundesländer, alte Bundesländer) und Gemeindegrößenklasse (bis 100,000 Einwohner, ab 100,000 Einwohner) dargestellt. Bei allen Angaben handelt es sich um gewichtete Daten.

Im arithmetischen Mittel gingen Kinder, die Diskotheken und Musikclubs grundsätzlich besuchten, 1.3 Mal im Monat (Median 1.0 Besuche/Monat) zu diesen Orten. Schließt man die Kinder in die Betrachtungen ein, die solche Orte gar nicht besuchten, so beträgt der Mittelwert 0.1 Mal pro Monat (Median 0 Besuche/Monat). 5 % der Befragten besuchten Diskothe-

ken und Musikclubs mindestens 1 Mal im Monat und 1 % mindestens 2 Mal (bei Ausschluss der Nicht-Besucher 4 bzw. 8 Mal). Die 13-14Jährigen gingen signifikant häufiger in Diskotheken und Musikclubs als die 11-12Jährigen (Mann-Whitney-Test: $p = 0.000$), was unmittelbar plausibel ist. Ansonsten ließen sich, auch wegen der geringen Anzahl und der daraus resultierenden geringen Teststärke, keine weiteren Gruppenunterschiede bezüglich der Stratifizierungsmerkmale statistisch nachweisen. Im multiplen linearen Regressionsmodell deutet sich zusätzlich an ($p < 0.10$), dass Jungen diese Orte weniger häufig besuchten als Mädchen.

Tabelle 8.4-2 zeigt die Verteilung der Lautstärke in der am meisten besuchten Diskothek oder dem Musikclub nach Selbstangabe. Auf der Skala konnte zwischen den Kategorien 'normale Stimme – laute Stimme - Schreien - lautes Schreien' bei der Unterhaltung und Verständigung unterschieden werden. Es wurden hierbei nur Kinder berücksichtigt, die überhaupt Diskotheken und Musikclubs besuchten. 36 % gaben an, dass eine Verständigung nur durch Schreien möglich ist; 16 %, dass auch mit Schreien eine Verständigung kaum möglich ist. Auf die Zusatzfrage, wie sie die Lautstärke in Diskotheken und Musikclubs im Allgemeinen beurteilen, gaben 4.5 % 'zu leise', 68.0 % 'gerade richtig' und 27.5 % 'zu laut' an (nicht tabellarisch dargestellt).

Tabelle 8.4-3 gibt an, wie viele Jahre die 11-14jährigen Kinder bereits Diskotheken und Musikclubs besuchten. Wenn 'weniger als 1 Jahr' angegeben wurde, sind 0.5 Jahre für die statistischen Berechnungen berücksichtigt worden. Im Mittel besuchten die Kinder insgesamt seit 0.1 Jahren solche Orte, wobei sie das im Mittel auch seit 0.1 Jahren mit der (aktuellen) im Interview angegebenen Häufigkeit pro Monat (*Tabelle 8.4-1*) taten.

Tabelle 8.4-1: Verteilungskennwerte der Besuchshäufigkeit von Diskotheken und Musikclubs [Anzahl/Monat] (gewichtet)

Gruppe	N	AM	95% KI	Median P50	P75	P90	P95	P99
Nur Besucher	49	1.3	0.9-1.8	1.0	2.0	3.0	4.0	8.0
Gesamt	637	0.10	0.06-1.15	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0
Alter								
11-12 Jahre	303	0.03	0.00-0.06	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
13-14 Jahre	334	0.17	0.09-0.25	0.0	0.0	0.0	1.0	4.0
Geschlecht								
Jungen	326	0.05	0.02-0.08	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
Mädchen	311	0.16	0.08-0.25	0.0	0.0	0.0	1.0	4.0
Gebiet								
Neue Bundesländer	84	0.12	0.01-0.23	0.0	0.0	0.0	1.0	3.0
Alte Bundesländer	553	0.10	0.05-0.15	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0
Sozialstatus								
niedrig	152	0.23	0.07-0.39	0.0	0.0	0.0	1.0	8.0
mittel	304	0.07	0.03-0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
hoch	174	0.06	0.01-0.11	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
Migrantenstatus								
Migrant	83	0.26	0.00-0.52	0.0	0.0	0.0	1.0	8.0
Kein Migrant	554	0.08	0.05-0.11	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0
Gemeindegröße								
< 100,000	304	0.14	0.06-0.23	0.0	0.0	0.0	1.0	4.0
≥ 100,000	333	0.07	0.03-0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0

N = Stichprobenumfang, AM = Arithmetischer Mittelwert, 95% KI = 95% Konfidenzintervall, Median = 50tes Perzentil, Perzentile (P50, P75, P90, P95) = Prozente der Summenhäufigkeitsverteilung (empirisch)

Tabelle 8.4-2: Verteilung der Lautstärke in Diskotheken und Musikclubs [Skala] (gewichtet)

Skalenwert	Häufigkeit	Prozente	Kumulierte Prozente
1 Unterhaltung mit normale Stimme möglich	4	7.3	7.3
2 Unterhaltung mit lauter Stimme möglich	20	40.9	48.2
3 Schreien zur Verständigung	17	35.5	83.7
4 Lautes Schreien, kaum noch Verständigung	8	16.3	100.0
Gesamt	49	100.0	

Tabelle 8.4-3: Verteilungskennwerte der Anzahl der Jahre des Besuchs von Diskotheken und Musikclubs [Jahre] (gewichtet)

Gruppe	N	AM	95% KI	Median P50	P75	P90	P95	P99
Jahre insgesamt	637	0.11	0.07-0.14	0.0	0.0	0.0	0.5	3.0
Jahre mit aktueller monatlicher Besuchshäufigkeit	637	0.08	0.05-0.10	0.0	0.0	0.0	0.5	2.0

N = Stichprobenumfang, AM = Arithmetischer Mittelwert, 95% KI = 95% Konfidenzintervall, Median = 50tes Perzentil, Perzentile (P50, P75, P90, P95) = Prozente der Summenhäufigkeitsverteilung (empirisch) Messniveau: bis ein Jahr 0.5 Jahre, ab einem Jahr 1 Jahr)

8.5 Konzertbesuche

In den folgenden Tabellen sind Verteilungen zur Expositionshäufigkeit der 11-14jährigen Kinder gegenüber Musik bei Konzerten aufgeführt. In *Tabelle 8.5-1* sind Statistiken zur jährlichen Besuchshäufigkeit wiedergegeben. Für Kinder, die angaben, nie in Konzerte zu gehen, sind bei den Angaben zur Gesamtstichprobe 0 Besuche berücksichtigt worden. Die Häufigkeitsangaben sind stratifiziert für die Gruppierungsmerkmale Lebensalter (11-12 Jahre, 13-14 Jahre), Geschlecht (Jungen, Mädchen), Sozialökonomischer Status (niedrig, mittel, hoch), Migrantstatus (Migrant, kein Migrant), Wohnort (neue Bundesländer, alte Bundesländer) und Gemeindegrößenklasse (bis 100,000 Einwohner, ab 100,000 Einwohner). Bei allen Angaben handelt es sich um gewichtete Daten.

Im arithmetischen Mittel gingen Kinder, die Konzerte überhaupt besuchten, 2.2 Mal im Jahr (Median 1 Besuch/Jahr) zu diesen Orten. Schließt man die Kinder in die Betrachtungen ein, die Konzerte gar nicht besuchten, so beträgt der Mittelwert 0.5 Mal pro Jahr (Median 0 Besuche/Monat). 5 % der Befragten besuchten Konzerte mindestens 3 Mal im Jahr und 1 % mindestens 8 Mal (bei Ausschluss der Nicht-Besucher 8 bzw. 24 Mal). Die Mädchen gingen signifikant häufiger in Konzerte als Jungen (Mann-Whitney-Test: $p = 0.004$). Ansonsten ließen sich keine weiteren Gruppenunterschiede bezüglich der Stratifizierungsmerkmale statistisch nachweisen. Im multiplen linearen Regressionsmodell sind das Geschlecht und das Alter (häufigere Besuche mit zunehmendem Alter) signifikante Einflussfaktoren.

Auf die Frage, wie sie die Lautstärke in Konzerten im Allgemeinen beurteilen, gaben von denjenigen, die überhaupt schon Konzerte besucht hatten 1.8 % 'zu leise', 64.7 % 'gerade richtig' und 33.5 % 'zu laut' an (nicht tabellarisch dargestellt).

Tabelle 8.5-2 gibt an, wie viele Jahre die 11-14jährigen Kinder bereits Konzerte besuchten. Wenn 'weniger als 1 Jahr' angegeben worden ist, wurden 0.5 Jahre für die statistischen Berechnungen berücksichtigt. Im Mittel besuchten die Kinder insgesamt seit 0.5 Jahren Konzerte, wobei sie das im Mittel seit 0.4 Jahren mit der (aktuellen) im Interview angegebenen Häufigkeit pro Jahr taten (*Tabelle 8.5-1*).

Tabelle 8.5-1: Verteilungskennwerte der Besuchshäufigkeit von Konzerten [Anzahl/Jahr] (gewichtet)

Gruppe	N	AM	95% KI	Median P50	P75	P90	P95	P99
Nur Besucher	146	2.2	1.7-2.7	1.0	2.0	4.0	8.0	24.0
Gesamt	633	0.5	0.4-0.6	0.0	0.0	1.0	3.0	8.0
Alter								
11-12 Jahre	301	0.3	0.2-0.4	0.0	0.0	1.0	2.0	4.0
13-14 Jahre	333	0.7	0.4-0.9	0.0	0.0	2.0	3.0	10.0
Geschlecht								
Jungen	322	0.5	0.2-0.7	0.0	0.0	1.0	2.0	8.0
Mädchen	311	0.5	0.4-0.7	0.0	2.0	2.0	3.0	5.0
Gebiet								
Neue Bundesländer	85	0.5	0.1-1.0	0.0	0.0	1.0	3.0	8.0
Alte Bundesländer	548	0.5	0.4-0.6	0.0	0.0	1.0	3.0	8.0
Sozialstatus								
niedrig	150	0.4	0.2-0.6	0.0	0.0	1.0	2.0	5.0
mittel	303	0.5	0.3-0.6	0.0	0.0	1.0	2.0	8.0
hoch	174	0.5	0.3-0.6	0.0	0.0	2.0	3.0	5.0
Migrantenstatus								
Migrant	83	0.6	0.2-1.0	0.0	0.0	2.0	5.0	10.0
Kein Migrant	551	0.5	0.3-0.6	0.0	0.0	1.0	3.0	5.0
Gemeindegröße								
< 100,000	303	0.7	0.4-0.9	0.0	1.0	2.0	3.0	10.0
≥ 100,000	330	0.4	0.3-0.5	0.0	0.0	1.0	2.0	4.0

N = Stichprobenumfang, AM = Arithmetischer Mittelwert, 95% KI = 95% Konfidenzintervall, Median = 50tes Perzentil, Perzentile (P50, P75, P90, P95) = Prozente der Summenhäufigkeitsverteilung (empirisch)

Tabelle 8.5-2: Verteilungskennwerte der Anzahl der Jahre des Besuchs von Konzerten [Jahre] (gewichtet)

Gruppe	N	AM	95% KI	Median P50	P75	P90	P95	P99
Jahre insgesamt	633	0.5	0.3-0.6	0.0	0.0	2.0	2.0	7.0
Jahre mit aktueller jährlicher Besuchshäufigkeit	635	0.4	0.3-0.5	0.0	0.0	1.0	2.0	5.0

N = Stichprobenumfang, AM = Arithmetischer Mittelwert, 95% KI = 95% Konfidenzintervall, Median = 50tes Perzentil, Perzentile (P50, P75, P90, P95) = Prozente der Summenhäufigkeitsverteilung (empirisch) Messniveau: bis ein Jahr 0.5 Jahre, ab einem Jahr 1 Jahr)

8.6 Computerspiele

In den folgenden Tabellen sind Verteilungen zur Expositionshäufigkeit der 11-14jährigen Kinder gegenüber Geräuscheinwirkungen über Kopfhörer durch Computerspiele aufgeführt. In *Tabelle 8.6-1* sind Statistiken zur monatlichen Spielhäufigkeit mit Kopfhörern wiedergegeben. Für Kinder, die angaben, nie Computerspiele zu spielen oder dabei nie Kopfhörer zu benutzen, sind bei den Angaben zur Gesamtstichprobe 0 Tage berücksichtigt. Die Häufigkeitsangaben sind stratifiziert für die Gruppierungsmerkmale Lebensalter (11-12 Jahre, 13-14 Jahre), Geschlecht (Jungen, Mädchen), Sozialökonomischer Status (niedrig, mittel, hoch), Migrantstatus (Migrant, kein Migrant), Wohnort (neue Bundesländer, alte Bundesländer) und Gemeindegrößenklasse (bis 100,000 Einwohner, ab 100,000 Einwohner) dargestellt. Bei allen Angaben handelt es sich um gewichtete Daten.

Im arithmetischen Mittel spielten Kinder, die überhaupt Computerspiele mit Kopfhörern spielten, an 11 Tagen im Monat (Median 6 Tage/Monat) Computerspiele mit Kopfhörern. Schließt man die Kinder in die Betrachtungen ein, die gar keine Computerspiele spielten oder dies nur ohne Kopfhörer taten, so beträgt der Mittelwert 0.5 Tage pro Monat (Median 0 Tage/Monat). 5 % der Befragten spielten Computerspiele mit Kopfhörern mindestens 1 Tag im Monat und 1 % mindestens 12 Tage (bei Ausschluss der Nicht-Besucher 30 bzw. 30 Tage). Die Jungen spielten signifikant häufiger Computerspiele mit Kopfhörern als Mädchen (Mann-Whitney-Test: $p = 0.004$). Ansonsten ließen sich keine weiteren Gruppenunterschiede bezüglich der Stratifizierungsmerkmale statistisch nachweisen. Dies liegt auch an der geringen Teststärke aufgrund geringer Anzahlen. Die weitaus meisten Kinder spielten Computerspiele; dies jedoch ohne Kopfhörer. Eine Gehörgefährdung erscheint jedoch nur bei hohen Lautstär-

ken über Kopfhörer gegeben. Im multiplen linearen Regressionsmodell ist das Geschlecht grenzwertig signifikant ($p < 0.10$).

Tabelle 8.6-2 gibt an, wie viele Jahre die 11-14jährigen Kinder bereits Computerspiele mit Kopfhörern spielten. Wenn 'weniger als 1 Jahr' angegeben wurde, sind 0.5 Jahre für die statistischen Berechnungen berücksichtigt worden. Im Mittel spielten die Kinder insgesamt seit 0.5 Jahren Computerspiele mit Kopfhörern mit der (aktuellen) im Interview angegebenen Häufigkeit pro Monat (*Tabelle 8.6-1*).

Tabelle 8.6-1: Verteilungskennwerte der monatlichen Spielhäufigkeit von Computerspielen mit Kopfhörern [Tage/Monat] (gewichtet)

Gruppe	N	AM	95% KI	Median P50	P75	P90	P95	P99
Nur Computerspieler mit Kopfhörern	32	10.7	6.9-14.4	6.0	12.0	30.0	30.0	30.0
Gesamt	636	0.5	0.3-0.8	0.0	0.0	0.0	1.0	12.0
Alter								
11-12 Jahre	302	0.5	0.2-0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0
13-14 Jahre	334	0.6	0.2-0.9	0.0	0.0	0.0	1.0	30.0
Geschlecht								
Jungen	326	0.9	0.4-1.3	0.0	0.0	0.0	4.0	30.0
Mädchen	311	0.2	0.0-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0
Gebiet								
Neue Bundesländer	85	0.6	0.0-1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0
Alte Bundesländer	552	0.5	0.3-0.8	0.0	0.0	0.0	1.0	12.0
Sozialstatus								
niedrig	152	0.4	0.0-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0
mittel	303	0.5	0.2-0.9	0.0	0.0	0.0	1.0	12.0
hoch	174	0.6	0.1-1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	12.0
Migrantenstatus								
Migrant	83	0.8	0.0-2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.0
Kein Migrant	554	0.5	0.2-0.7	0.0	0.0	0.0	1.0	12.0
Gemeindegröße								
< 100,000	304	0.6	0.1-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.0
≥ 100,000	333	0.5	0.2-0.8	0.0	0.0	0.0	1.0	12.0

N = Stichprobenumfang, AM = Arithmetischer Mittelwert, 95% KI = 95% Konfidenzintervall, Median = 50tes Perzentil, Perzentile (P50, P75, P90, P95) = Prozente der Summenhäufigkeitsverteilung (empirisch)

Tabelle 8.6-2: Verteilungskennwerte der Anzahl der Jahre des Spielens von Computerspielen mit Kopfhörern [Jahre] (gewichtet)

Gruppe	N	AM	95% KI	Median P50	P75	P90	P95	P99
Jahre mit aktueller monatlicher Spielhäufigkeit	636	0.06	0.03-0.09	0.0	0.0	0.0	0.5	2.0

N = Stichprobenumfang, AM = Arithmetischer Mittelwert, 95% KI = 95% Konfidenzintervall, Median = 50tes Perzentil, Perzentile (P50, P75, P90, P95) = Prozente der Summenhäufigkeitsverteilung (empirisch) Messniveau: bis ein Jahr 0.5 Jahre, ab einem Jahr 1 Jahr

8.7 Lebenszeitexposition

Für Zusammenhangsanalysen zwischen der Schallexposition und der Hörfähigkeit wurden Dosis-Variable konstruiert, die als Indikatoren der Lebensexposition herangezogen werden können. Dies geschah bezüglich der Musikexposition durch tragbare Musikabspielgeräte (mit Kopfhörern), indem die tägliche Hördauer mit 365 Tagen und den Jahren des Hörverhaltens multipliziert wurde. Die Dosis-Variable beschreibt somit die Lebenszeitexposition in Stunden. Dies erfolgte zum einen bezüglich der Benutzung solcher Geräte überhaupt, und zum anderen bezüglich der Jahre des Hörens mit der (aktuellen) im Interview angegeben Benutzungshäufigkeit.

Bezüglich der Schallexposition durch Musik über mit Kopfhörer betriebene stationäre Musikanlagen wurde die tägliche Hördauer ebenfalls mit 365 Tagen und den Jahren des Hörverhaltens multipliziert wurde. Die Dosis-Variable beschreibt somit die Lebenszeitexposition in Stunden. Dies erfolgte wieder bezüglich der Benutzung von Musikanlagen mit Kopfhörern überhaupt und der Jahre des Hörens mit der (aktuellen) im Interview angegeben Benutzungshäufigkeit.

Bezüglich der Schallexposition durch Musikbeschallung in Diskotheken und Musikclubs wurde die monatliche Besuchshäufigkeit mit 12 Monaten und den Jahren des Besuchsverhaltens multipliziert wurde. Die Dosis-Variable beschreibt somit die Lebenszeitexposition in Anzahl von Besuchen. Dies erfolgte zum einen bezüglich der Jahre des Besuchs solcher Orte überhaupt, und zum anderen bezüglich der Jahre des Besuchs mit der (aktuellen) im Interview angegeben Besuchshäufigkeit.

Bezüglich der Schallexposition durch Konzerte wurde die jährliche Besuchshäufigkeit mit den Jahren des Besuchsverhaltens multipliziert wurde. Die Dosis-Variable beschreibt somit die Lebenszeitexposition in Anzahl von Besuchen. Dies erfolgte zum einen bezüglich der Jahre des Besuchs von Konzerten überhaupt, und zum anderen bezüglich der Jahre des Besuchs mit der (aktuellen) im Interview angegebenen Besuchshäufigkeit.

Bezüglich der Schallexposition durch Computerspiele mit Kopfhörern wurde die monatliche Spielhäufigkeit (in Tagen) mit den Jahren des Spielverhaltens multipliziert wurde. Die Dosis-Variable beschreibt somit die Lebenszeitexposition in Tagen. Dies erfolgte nur bezüglich der Jahre des Spielens mit der (aktuellen) im Interview angegebenen Spielhäufigkeit.

Die jeweiligen Verteilungskennwerte sind in *Tabelle 8.7-1* wiedergegeben. Daraus wird deutlich, dass nennenswerte Lebenszeitexpositionen gegenüber potenziell lauten Schallquellen in der vorliegenden Altersgruppe der 11-14Jährigen auf Populationsebene (alle Kinder betrachtet) vornehmlich bezüglich der Benutzung von tragbaren Musikabspielgeräten (mit Kopfhörern) vorlagen (Mittelwert: 396 Stunden, Median 91 Stunden, 95tes Perzentil: 1643 Stunden). Andere Quellen potenziell hoher Schallexposition waren nur bei wenigen Kindern mit extremen Hörgewohnheiten gegeben (95tes oder 99tes Perzentil). Beispielsweise waren 1 % der Kinder ca. 48 Mal in Diskotheken und 20 Mal in Konzerten. Diese geringen Anzahlen hoch Exponierter lassen vermuten, dass Einflüsse dieser Faktoren auf die Hörfähigkeit der Betroffenen aus statistischen Gründen kaum nachweisbar sein werden. Es wirkt sich hier nachteilig aus, dass der erfasste Altersbereich im KUS entgegen der ursprünglichen Planung aus Kostengründen von 17 auf 14 Jahre beschränkt werden musste, die Expositionshäufigkeit bei den meisten dieser Faktoren in der Teenager-Phase jedoch stark ansteigt²⁷⁹. Zum Vergleich: 90% der 16-24jährigen jungen Männer in der Untersuchung von Struwe et al. besuchten Diskotheken und Musikveranstaltungen innerhalb der letzten 12 Monate durchschnittlich 43 Mal³⁸. Bezüglich des Walkman-Hörens zeigte sich in dieser Untersuchung eine Erhöhung des Gehörschadensrisikos erst dann, wenn das Gerät zum einen laut eingestellt wurde und die Hördosis sich darüber hinaus bei mehr als 500 Stunden Hördauer lag³⁷.

Tabelle 8.7-1: Verteilungskennwerte der Lebenszeitexposition gegenüber verschiedenen lauten Schallquellen (gewichtet)

Gruppe	N	AM	95% KI	Median P50	P75	P90	P95	P99
Tragbare Musikabspielgeräte mit Kopfhörern [Stunden]	635	396	327-466	91	365	1095	1643	2650
Tragbare Musikabspielgeräte mit Kopfhörern - mit aktueller täglicher Hördauer [Stunden]	635	209	175-242	91	183	548	730	2190
Musikanlage mit Kopfhörern [Stunden]	638	35	21-50	0	0	0	183	2195
Musikanlage mit Kopfhörern - mit aktueller täglicher Hördauer [Stunden]	637	25	15-34	0	0	0	91	730
Besuche von Diskotheken und Musikclubs [Anzahl]	637	1.5	0.7-2.4	0	0	0	6	48
Besuche von Diskotheken und Musikclubs - mit aktueller monatlicher Besuchshäufigkeit [Anzahl]	637	1.2	0.6-1.7	0	0	0	6	48
Besuche von Konzerten [Anzahl]	632	1.1	0.6-1.8	0	0	2	4	20
Besuche von Konzerten - mit aktueller monatlicher Besuchshäufigkeit [Anzahl]	632	1.1	0.5-1.6	0	0	2	4	12
Computerspiele mit Kopfhörern - mit aktueller Häufigkeit [Tage]	636	5.9	3.1-8.6	0	0	0	6	205

N = Stichprobenumfang, AM = Arithmetischer Mittelwert, 95% KI = 95% Konfidenzintervall, Median = 50tes Perzentil, Perzentile (P50, P75, P90, P95) = Prozente der Summenhäufigkeitsverteilung (empirisch)
Anmerkung: Bei der Interpretation der Perzentile sind ist das jeweilige Messniveau der Daten zu beachten

Teil D: Umweltlärm

9 Stichprobe: Umweltlärm

Wie in *Kapitel 1.2* bereits ausgeführt, beziehen sich die Lärm-bezogenen Auswertungen auf einen Stichprobenumfang von 1,048 Kindern im Alter von 8-14 Jahren. Davon entfielen 448 Kinder auf die Altersklasse 8-10 Jahre und 600 Kinder auf die Altersklasse 11-14 Jahre. Bezüglich der Fragebogenangaben zur Lärmbelastigung - von fehlenden Werten bei einzelnen Items abgesehen – kann auf den gesamten ungewichteten Stichprobenumfang von $N = 1048$ (gewichtet: gesamt $N = 1075$, 8-10 Jahre $n = 434$, 11-14 Jahre $n = 641$) zurückgegriffen werden.

10 Ergebnisse: Deskription

10.1 Lärmbelastigung

Fragen zur Lärmbelastigung wurden zum einen direkt an die Kinder gerichtet, zum anderen aber auch an die Eltern, die die Belastigung ihrer Kinder einschätzen sollten (vgl. *Anhang IV, V und VI*). Dies ermöglicht vergleichende Betrachtungen darüber, wie gut die Eltern die Lebensbedingungen und Empfindungen ihrer Kinder - in diesem Fall bezüglich Lärm - tatsächlich beurteilen können. Es wird davon ausgegangen, dass die Antworten hinreichend unabhängig von einander waren. Vom Protokoll her war die Befragung der Eltern zeitlich vor der Befragung Kinder vorgesehen. Davon wurde jedoch in Einzelfällen abgewichen, wenn terminliche Aktivitäten der Befragten die erforderten. Zwischen den Befragungen zum Lärm bei Eltern und Kindern lag ein zeitliches Intervall von etwa 30 Minuten. Es ist davon auszugehen, dass den Kindern die zuvor bereits erfolgte Antwort des Eltern wegen der Vielzahl der anderen Themenabfragen nicht mehr gegenwärtig waren – und ander herum genauso.

Die Fragen zur Lärmbelastigung umfassten eine Batterie von Items bezüglich unterschiedlicher Lärmquellen: Straßenverkehrslärm, Fluglärm, Schienenverkehrslärm, Baulärm, Nachbarschaftslärm, Industrie- und Gewerbelärm, Lärm von Gaststätten/Diskotheiken, Lärm von Kinderspielplätzen, Naturgeräusche, Lärm von der Hausinstallation und Gebäudetechnik, Lärm von Familienmitgliedern und sonstiger Lärm. Dabei wurde zwischen der Lärmbelastigung

tags und nachts durch diese Quellen unterschieden. Die Abfrage erfolgte zuerst für alle Quellen bezüglich der Tageszeit, darauf folgend bezüglich der Nachtzeit. Die 8-10jährigen Kinder und die Eltern beantworteten die Lärmbelastigung (der Kinder) nur anhand einer dichotomen Belästigungsskala (ja/nein), wohingegen die älteren 11-14jährigen Kinder die Lärmbelastigungsfragen anhand einer 5-stufigen Skala beantworteten (Kategorien: 'überhaupt nicht', 'etwas', 'mittelmäßig', 'stark', 'äußerst stark'). Diese international standardisierte und sprachlich validierte Skala wird in der Lärmbelastigungsforschung üblicherweise eingesetzt (näherungsweise äquidistante Kategorien)²⁸⁰⁻²⁸². Zusätzlich war zur Vermeidung von Rückfragen während des Interviews die Fragebogen-Kategorie 'Quelle nicht vorhanden' vorgesehen. Antworten in dieser Kategorie wurde aus inhaltlichen Gründen der niedrigsten Belästigungskategorie zugeschlagen (wenn eine Quelle nicht vorhanden ist, kann man sich darüber auch nicht ärgern).

10.1.1 Kinder im Alter von 8-10 Jahren

Tabelle 10.1-1 gibt die relativen Häufigkeiten (gewichtete Prävalenzen [%]) der Antworten auf den jeweiligen Kategorien der 8-10jährigen Kinder und ihrer Eltern (der dem Interview beiwohnende Elternteil) wieder. Von den Kindern wurden Lärm von anderen Familienmitgliedern (31.3 %) und Nachbarschaftslärm (13.6 %) am häufigsten als Quellen der Lärmbelastigung tagsüber zuhause genannt. Durch Straßenverkehrslärm fühlten sich 7.3 %, durch Fluglärm 7.0 % und durch Schienenverkehrslärm 4.3 % belästigt. Auch Baulärm (8.8 %), Naturgeräusche (6.0 %) und Geräusche der Hausinstallation (7.7 %) spielten eine Rolle. In der Grundtendenz (ohne statistische Testung) schätzten die Eltern die Belästigung ihrer Kinder geringer ein. Bezüglich Straßenverkehrslärm fiel die Einschätzung gleich aus. Die Anteile von Eltern, die angaben, die Belästigung ihrer Kinder nicht zu kennen, waren mit unter 1 % sehr gering. Ob dies ein Ausdruck von guter Kommunikation in der Familie oder ein Ausdruck von Selbstüberschätzung ist, sei dahingestellt. Unter 'sonstige belästigende Geräusche' tagsüber wurden von den 8-10jährigen Kindern Hundegebell und Telefonklingeln genannt.

Nachts lagen die Belästigungsurteile zum Teil erheblich niedriger als am Tage. Die Ergebnisse sind in *Tabelle 10.1-2* wiedergegeben. Dies war zu erwarten und ist unter Plausibilitäts Gesichtspunkten ein Indikator für die Validität der Befragung. Insbesondere bei Lärmquellen, die nachts in der Tat weniger vorliegen - wie Baulärm oder Lärm von Kinderspielplätzen - war

die Belästigung nachts deutlich geringer. Beim Straßenverkehrslärm hingegen war der Tag-Nacht-Unterschied gering. Wiederum wurden Lärm von anderen Familienmitgliedern (9.1 %) und Nachbarschaftslärm (7.6 %) am häufigsten als Quellen der Lärmbelästigung nachts zuhause genannt. Durch Straßenverkehrslärm fühlten sich nachts 6.8 %, durch Fluglärm 2.1 % und durch Schienenverkehrslärm 1.2 % belästigt. Unter 'sonstige Geräusche' nachts wurden Feuerwehresirene, Hundegebell und andere Tiergeräusche, das Herunterlassen/Aufziehen von Jalousien und Urticken genannt.

Tabelle 10.1-1: Lärmbelastigung tags, 8-10jährige Kinder (gewichtet)

Lärmbelastigung tags	Relative Häufigkeit [%]			
	'Ja'	'Nein'	'Weiß nicht'	
Eltern N=434				
Kinder N=432			---	
Straßenverkehrslärm	Elterm	7.3	92.4	0.3
	Kind	7.3	92.7	---
Fluglärm	Elterm	5.0	94.2	0.8
	Kind	7.0	93.0	---
Schienenverkehrslärm	Elterm	3.0	93.7	0.3
	Kind	4.3	95.7	---
Baulärm	Elterm	4.9	94.8	0.3
	Kind	8.8	91.2	---
Nachbarschaftslärm	Elterm	9.4	90.6	0.0
	Kind	13.6	86.4	---
Industrie-/Gewerbelärm	Elterm	1.5	98.5	0.0
	Kind	1.2	98.8	---
Lärm von Gaststätten/Diskotheken	Elterm	0.1	99.9	0.0
	Kind	0.9	99.1	---
Lärm von Kinderspielplätzen	Elterm	3.3	96.7	0.0
	Kind	4.2	95.8	---
Naturgeräusche	Elterm	2.6	97.4	0.0
	Kind	6.0	94.0	---
Lärm von Hausinstallation	Elterm	1.9	97.9	0.2
	Kind	7.7	92.3	---
Lärm von Familienmitgliedern	Elterm	25.7	73.7	0.6
	Kind	31.3	68.7	---
Sonstiger Lärm	Elterm	0.8	89.9	0.3
	Kind	0.3	99.7	---

Table 10.1-2: Noise exposure at night, 8-10-year-old children (weighted)

Lärmbelastigung nachts		Relative Häufigkeit [%]		
Eltern N=434		'Ja'	'Nein'	'Weiß nicht'
Kinder N=432		'Ja'	'Nein'	---
Straßenverkehrslärm	Elterm	2.9	96.7	0.4
	Kind	6.8	93.2	---
Fluglärm	Elterm	0.6	99.4	0.0
	Kind	2.1	97.9	---
Schienenverkehrslärm	Elterm	1.2	98.8	0.0
	Kind	1.2	98.8	---
Baulärm	Elterm	0.0	100.0	0.0
	Kind	1.0	99.0	---
Nachbarschaftslärm	Elterm	5.0	95.0	0.0
	Kind	7.6	92.4	---
Industrie-/Gewerbelärm	Elterm	1.3	98.7	0.0
	Kind	1.0	99.0	---
Lärm von Gaststätten/Diskotheken	Elterm	0.7	99.3	0.0
	Kind	0.6	99.4	---
Lärm von Kinderspielplätzen	Elterm	0.7	99.3	0.0
	Kind	0.8	99.2	---
Naturgeräusche	Elterm	3.3	96.7	0.0
	Kind	4.4	95.6	---
Lärm von Hausinstallation	Elterm	2.5	97.5	0.0
	Kind	3.9	96.1	---
Lärm von Familienmitgliedern	Elterm	3.0	97.0	0.0
	Kind	9.1	90.9	---
Sonstiger Lärm	Elterm	1.1	89.9	0.0
	Kind	1.5	98.5	---

10.1.2 Kinder im Alter von 11-14 Jahren

Tabelle 10.1-3 gibt die relativen Häufigkeiten (gewichtete Prävalenzen [%]) der Antworten der 11-14jährigen Kinder und ihrer Eltern (der dem Interview beiwohnende Elternteil) in den jeweiligen Belästigungskategorien wieder. Auch von den etwas älteren Kindern wurden Lärm von anderen Familienmitgliedern (42.4 %) und Nachbarschaftslärm (23.4 %) am häufigsten als Quellen der Lärmbelästigung tagsüber zuhause genannt (Summe der Kategorien 'äußerst stark', 'stark', 'mittelmäßig', 'etwas'). Berücksichtigt man nur die Kategorien 'äußerst stark', 'stark', 'mittelmäßig', so betragen die relativen Häufigkeiten bezüglich Lärm von anderen Familienmitgliedern 14.8 % und bezüglich Nachbarschaftslärm 6.0 %. Durch Straßenverkehrslärm fühlten sich 16.4 % (bei Ausschluss der Kategorie 'etwas' 3.4 %), durch Fluglärm 10.3 % (bei Ausschluss der Kategorie 'etwas' 1.9 %) und durch Schienenverkehrslärm 9.2 % (bei Ausschluss der Kategorie 'etwas' 1.7 %) belästigt. Auch Baulärm (18.7 %, bei Ausschluss der Kategorie 'etwas' 5.5 %), Naturgeräusche (10.4 %, bei Ausschluss der Kategorie 'etwas' 2.8 %) und Geräusche der Hausinstallation (13.4 %, bei Ausschluss der Kategorie 'etwas' 2.2 %) spielten eine Rolle. In der Grundtendenz (ohne statistische Testung) schätzten die Eltern die Belästigung ihrer Kinder geringer ein. Dies jedoch nur, wenn man bei den Kindern die Summe aller Nennungen der Kategorien 'äußerst stark', 'stark', 'mittelmäßig', 'etwas' mit der Nennung 'ja' der Eltern vergleicht. Bei Ausschluss der Kategorie 'etwas' belästigt fallen die Urteile der Kinder geringer aus als diejenigen der Eltern. Methodisch lässt sich daraus ableiten, dass die dichotome Beantwortungsskala ('ja/nein') gegenüber der 5-stufigen mit Begriffen unterlegten Graduierungsskala zwischen den Kategorien 'mittelmäßig' und 'etwas' trennt. Wiederum waren die Anteile der Eltern, die angaben, die Belästigung ihrer Kinder durch die genannten Lärmquellen nicht zu kennen, mit 0.4-1.0 % sehr gering. Die 11-14jährigen Kinder gaben unter sonstige belästigende Geräusche tagsüber Feuerwehrensirenen, Haustiere, Kirchenglocken Geräusche, laute Passanten und Wohnungsklingel an.

Nachts lagen die Belästigungsurteile zum Teil erheblich niedriger als am Tage. Die Ergebnisse sind in *Tabelle 10.1-4* wiedergegeben. Dies war zu erwarten und ist unter Plausibilitäts Gesichtspunkten ein Indikator für die Validität der Befragung. Insbesondere bei Lärmquellen, die nachts in der Tat weniger vorliegen - wie Baulärm oder Lärm von Kinderspielplätzen - war die Belästigung nachts deutlich geringer. Wiederum lagen Lärm von anderen Familienmitgliedern (9.5 %) und Nachbarschaftslärm (8.4 %) am häufigsten als Quellen der Lärmbelästigung nachts zuhause genannt (Summe der Kategorien 'äußerst stark', 'stark', 'mittelmäßig',

'etwas'). Berücksichtigt man nur die Kategorien 'äußerst stark', 'stark', 'mittelmäßig', so betragen die relativen Häufigkeiten bezüglich anderer Familienmitglieder 3.9 % und bezüglich Nachbarschaftslärm 4.9 %. Durch Straßenverkehrslärm fühlten sich nachts 7.9 % (bei Ausschluss der Kategorie 'etwas' 2.6 %), durch Fluglärm 3.5 % (bei Ausschluss der Kategorie 'etwas' 0.7 %) und durch Schienenverkehrslärm 3.0 % (bei Ausschluss der Kategorie 'etwas' 0.9 %) belästigt. Unter sonstige Geräusche nachts wurden wie am Tag Feuerwehrsirenen, Haustiere, Kirchenglocken Geräusche, laute Passanten und Wohnungsklingel genannt.

Insgesamt ist festzustellen, dass die Kinder deutlich weniger durch Umweltlärmquellen, die vom Verkehr herrühren, belästigt waren, als das nach anderen repräsentativen Quellen für Erwachsene der Fall ist ²⁸³. So waren auf der Grundlage einer repräsentativen Erhebung aus dem Jahr 2004 durch Straßenverkehrslärm 60%, durch Nachbarschaftslärm 43% und durch Fluglärm 32% der erwachsenen deutschen Bevölkerung belästigt (Kategorien: 'äußerst stark', 'stark', 'mittelmäßig', 'etwas'). Zum Vergleich seien hier noch einmal die entsprechenden Zahlen der 11-14jährigen Kinder (dieselbe Belästigungsskala) für die Tages/Nacht-Lärmbelastigung aufgeführt: Straßenverkehrslärm 16/8 %, durch Nachbarschaftslärm 23/8 % und durch Fluglärm 10/4 %. Kinder im Alter zwischen 8 und 14 Jahren sind nach den KUS-Ergebnissen unter den gegebenen Expositionsbedingungen daher nicht als Risikogruppe bezüglich der Lärmbelastigung durch Umweltlärm einzustufen. Dieser Sachverhalt änderte sich nicht wesentlich, wenn die knapp die Hälfte der Kinder ausgeschlossen wurden, vor deren Kinderzimmer unmittelbar gar keine Straße vorbeiführte (Tages/Nacht-Lärmbelastigung: Straßenverkehrslärm 22/10 %, durch Nachbarschaftslärm 24/8 % und durch Fluglärm 7/6 %). Andererseits bewerteten die Kinder Nachbarschaftslärm gegenüber Straßenverkehrslärm als sehr viel belästigender als Erwachsene. Inwiefern hier innerfamiliäre Aspekte eine Rolle spielen bleibt unbeantwortet.

Tabelle 10.1-3: Lärmbelastigung tags, 11-14jährige Kinder (gewichtet)

Lärmbelastigung tags		Relative Häufigkeit [%]				
		'Ja'	'Nein'	'Weiß nicht'	---	---
Eltern N=641						
Kinder N=637		'Äußerst stark'	'Stark'	'Mittelmäßig'	'Etwas'	'Überhaupt nicht'
Straßenverkehrslärm	Elterm	6.8	92.8	0.4	---	---
	Kind	0.2	0.5	2.7	13.0	83.6
Fluglärm	Elterm	4.8	94.0	1.2	---	---
	Kind	0.2	0.1	1.6	8.4	89.7
Schienenverkehrslärm	Elterm	2.9	96.6	0.5	---	---
	Kind	0.0	0.2	1.5	7.5	90.8
Baulärm	Elterm	7.2	92.0	0.9	---	---
	Kind	0.2	0.7	4.6	13.2	81.3
Nachbarschaftslärm	Elterm	13.3	85.9	0.8	---	---
	Kind	0.7	1.1	4.2	17.4	76.6
Industrie-/Gewerbelärm	Elterm	1.9	97.6	0.5	---	---
	Kind	0.0	0.0	1.7	2.6	95.7
Lärm von Gaststätten/Diskotheken	Elterm	0.6	98.9	0.5	---	---
	Kind	0.0	0.0	0.4	0.8	98.8
Lärm von Kinderspielplätzen	Elterm	2.7	96.8	0.5	---	---
	Kind	0.2	0.0	0.5	7.3	92.0
Naturgeräusche	Elterm	2.9	95.7	1.5	---	---
	Kind	0.0	0.4	2.4	7.6	89.6
Lärm von Hausinstallation	Elterm	6.0	92.7	1.3	---	---
	Kind	0.3	0.4	1.5	11.2	86.6
Lärm von Familienmitgliedern	Elterm	30.1	67.9	2.0	---	---
	Kind	0.0	3.9	10.9	27.6	57.6
Sonstiger Lärm	Elterm	0.7	98.8	0.5	---	---
	Kind	0.2	0.5	0.5	0.7	98.1

Tabelle 10.1-4: Lärmbelastigung nachts, 11-14jährige Kinder (gewichtet)

Lärmbelastigung nachts		Relative Häufigkeit [%]				
Eltern N=641		'Ja'	'Nein'	'Weiß nicht'	---	---
Kinder N=637		'Äußerst stark'	'Stark'	'Mittelmäßig'	'Etwas'	'Überhaupt nicht'
Straßenverkehrslärm	Elterm	5.5	94.3	0.2	---	---
	Kind	0.2	0.3	2.1	5.3	92.1
Fluglärm	Elterm	0.9	98.8	0.3	---	---
	Kind	0.0	0.0	0.7	2.8	96.5
Schienenverkehrslärm	Elterm	0.8	99.0	0.2	---	---
	Kind	0.0	0.0	0.9	2.1	97.0
Baulärm	Elterm	0.8	99.0	0.2	---	---
	Kind	0.0	0.0	0.2	1.1	98.7
Nachbarschaftslärm	Elterm	6.1	93.7	0.2	---	---
	Kind	0.2	0.9	3.8	3.5	91.6
Industrie-/Gewerbelärm	Elterm	0.5	99.3	0.2	---	---
	Kind	0.0	0.2	0.6	0.8	98.4
Lärm von Gaststätten/Diskotheken	Elterm	0.9	98.9	0.2	---	---
	Kind	0.0	0.0	0.7	1.1	98.2
Lärm von Kinderspielplätzen	Elterm	0.4	99.4	0.2	---	---
	Kind	0.0	0.0	0.0	0.5	99.5
Naturgeräusche	Elterm	3.6	96.2	0.2	---	---
	Kind	0.0	0.5	1.4	3.5	94.6
Lärm von Hausinstallation	Elterm	3.4	96.2	0.4	---	---
	Kind	0.0	0.2	1.6	4.7	93.5
Lärm von Familienmitgliedern	Elterm	4.2	95.4	0.4	---	---
	Kind	0.1	1.6	2.2	5.6	90.5
Sonstiger Lärm	Elterm	0.7	99.1	0.2	---	---
	Kind	0.2	0.2	0.3	0.1	99.2

10.1.3 Lärmbelastigung stratifiziert nach soziodemografischen Merkmalen

In den *Tabellen 10.1-5 bis 10.1-12* sind für einige ausgewählte Lärmbelastigungs-Variablen statistische Kenngrößen unterschiedlicher nach den Merkmalen Alter, Geschlecht, Gebietszugehörigkeit, Migrantenstatus, Gemeindegrößenklasse und sozio-ökonomischer Status stratifizierter Gruppen wiedergegeben. Wegen der zumeist geringen Anzahlen belastigter Kinder wurden für deskriptive Vergleiche die mit einer 5-stufigen Skala erhobenen Belastigungsangaben der 11-14Jährigen durch Zusammenfassen der Kategorien 'äußerst stark', 'stark', 'mittelmäßig' und 'etwas' dichotomisiert. Die Belastigung der 8-10Jährigen war aus linguistischen und intellektuellen Gründen von vorn herein nur auf dichotomem Skalenniveau erhoben worden. Die Häufigkeitsangaben in den Tabellen sind gewichtete Ergebnisse. Zusammenhänge zwischen Lärmbelastigungsvariablen und soziodemografischen Merkmalen wurden auf der Grundlage verteilungsfreier statistischer Testverfahren unter Beibehalten der ursprünglichen Kategorien (bei den 11-14Jährigen) untersucht (Mann-Whitney-Test, Kruskal-Wallis-Test). Die Tests wurden mit ungewichteten Daten durchgeführt. Anmerkung: Vergleiche zwischen den 8-10Jährigen und den 11-14Jährigen sind wegen der unterschiedlichen Skalenniveaus nicht möglich. Die Trennung auf der 5-stufigen Skala zwischen belastigt und nicht belastigt im Sinne einer dichotomen Skala ('ja' vs. 'nein') dürfte innerhalb der Kategorie 'etwas' der 5-stufigen Skala liegen (einige 'etwas' belastigte würden mit 'ja' antworten, andere mit 'nein', wenn nur diese beiden Antwortalternativen angeboten worden wären).

Wegen der besonderen Bedeutung der weit verbreiteten Schallquelle Straßenverkehrslärm sind die relativen Häufigkeiten tags und nachts durch den Lärm belastigter Kinder in den *Tabellen 10.1-5 bis 10.1-8* explizit angegeben. Bei den 8-10Jährigen zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang mit dem sozioökonomischen Status. Je niedriger der Status, desto größer war die Belastigung durch Straßenverkehrslärm tags (Mann-Whitney-Test: $p = 0.007$). Auch nachts waren die 8-10jährigen Kinder mit niedrigem sozioökonomischen Status am häufigsten belastigt (Mann-Whitney-Test: $p = 0.058$). Bei den 11-14jährigen Kindern bestanden keine statistisch so deutlich abgesicherten Zusammenhänge. Die Grundtendenz stärkerer Belastigungsreaktionen in der niedrigsten Sozialstatuskategorie bestand aber ebenso. Dies kann an einer stärkeren Exposition gegenüber Straßenverkehrslärm in der unteren sozioökonomischen Schicht liegen. Diese Deutung wird durch die Auswertungen zum Straßentyp und der Schallpegelmessung (*Kapitel 10.2 und 10.3*) bestätigt. Bei den 11-14Jährigen bestand ein starker Zusammenhang mit der Gebietszugehörigkeit (Mann-Whitney-Test: $p = 0.003$). Kinder aus

den neuen Bundesländern waren tagsüber häufiger durch Straßenverkehrslärm belästigt als Kinder aus den alten Bundesländern. Bezüglich nächtlichen Lärm bestand ein solcher Zusammenhang nicht.

Weitere (ausgewählte) Befunde waren (*Tabellen 10.1-6 bis 10.1-12*), dass 8-10jährige Mädchen häufiger durch Nachbarschaftslärm tags belästigt waren als die Jungen gleichen Alters (Mann-Whitney-Test: $p = 0.019$). Bei den 11-14Jährigen bestand ein starker Zusammenhang mit der Gemeindegrößenklasse. Kinder aus Gemeinden mit $\geq 100,000$ Einwohnern waren häufiger durch Nachbarschaftslärm tags belästigt als Kinder aus kleineren Gemeinden mit $< 100,000$ Einwohnern (Mann-Whitney-Test: $p = 0.000$). Dies erscheint plausibel und spricht insofern für die Validität der Befragung, als die Bevölkerung in urbanen Gebieten häufiger in Wohnungen und Mehrfamilienhäusern wohnt, wohingegen die Menschen kleineren Gemeinden häufiger in freistehenden Häusern ohne unmittelbare Nachbarn im Gebäudekomplex wohnen. Ebenso plausibel erscheint der Befund, dass die 11-14jährigen Kinder nachts in Gemeinden mit $\geq 100,000$ Einwohnern durch Familienmitglieder häufiger gestört waren als die entsprechenden Kinder aus Gemeinden mit $< 100,000$ Einwohnern (Mann-Whitney-Test: $p = 0.001$). Dies könnte an einem vermeintlich größeren Raum- und Zimmerangebot in Häusern als in Wohnungen und auch unterschiedlichen Familiengrößen liegen. Der Dichteindikator 'Anzahl Personen im Haushalt pro Quadratmeter' war signifikant (T-Test, zweiseitig: $p = 0.001$) mit der Gemeindegrößenklasse verbunden (große vs. kleine Gemeinden: 3.76 Personen/100 qm vs. 3.49 Personen/100 qm). Darüber hinaus schliefen Kinder in kleinen Gemeinden nach den KiGGS/KUS-Erhebungen häufiger (83.9% vs. 75.9%) allein im Kinder(Schlaf)zimmer als Kinder aus großen Gemeinden (Chi^2 -Test: $p = 0.005$).

Die 11-14jährigen Kinder waren tagsüber auch durch Baulärm häufiger gestört, wenn Sie in großen Gemeinden ($\geq 100,000$ Einwohner) wohnten (Mann-Whitney-Test: $p = 0.042$). Fluglärm tags führte in den alten Bundesländern häufiger zu Belästigungen bei den 8-10jährigen Kindern als in den neuen Bundesländern (Mann-Whitney-Test: $p = 0.016$). Dies kann damit zusammen hängen, dass sich in den alten Bundesländern proportional mehr Verkehrsflughäfen befinden als in den neuen Bundesländern²⁸⁴. Es zeigte sich wie bei Verkehrslärm ein Zusammenhang zwischen der Belästigung durch Fluglärm tags und dem sozioökonomischen Status derart, dass 8-10jährige Kinder mit niedrigem sozioökonomischen Status häufiger belästigt waren als die Kinder mit mittlerem und hohem Status (Kruskal-Wallis-Test: $p = 0.025$).

Tabelle 10.1-5: Belästigung der 8-10jährigen Kinder durch Straßenverkehrslärm tags stratifiziert nach soziodemografischen Merkmalen (gewichtet)

Gruppe (8-10Jährige)	N	Anteil belästigt [%] (Kategorie 'ja')	Irtums- wahrscheinlichkeit p
Geschlecht			0.759
Jungen	223	6.9	
Mädchen	211	7.7	
Gebiet			0.930
Neue Bundesländer	50	7.1	
Alte Bundesländer	383	7.3	
Sozialstatus			0.007
niedrig	112	12.0	
mittel	193	7.3	
hoch	126	3.3	
Migrantenstatus			0.292
Migrant	56	11.8	
Kein Migrant	376	6.6	
Gemeindegröße			0.105
< 100,000	203	9.3	
≥ 100,000	231	5.5	

Tabelle 10.1-6: Belästigung der 11-14jährigen Kinder durch Straßenverkehrslärm tags stratifiziert nach soziodemografischen Merkmalen (gewichtet)

Gruppe (11-14Jährige)	N	Anteil belästigt [%] (Kategorien 'äußerst stark', 'stark', 'mittelmäßig' und 'etwas')	Irtums- wahrscheinlichkeit p
Alter			0.866
11-12 Jahre	304	15.7	
13-14 Jahre	337	17.1	
Geschlecht			0.524
Jungen	329	18.1	
Mädchen	312	14.6	
Gebiet			0.003
Neue Bundesländer	85	24.8	
Alte Bundesländer	556	15.2	
Sozialstatus			0.244
niedrig	152	21.4	
mittel	306	14.8	
hoch	176	15.0	
Migrantenstatus			0.931
Migrant	84	20.3	
Kein Migrant	557	15.9	
Gemeindegröße			0.135
< 100,000	307	13.1	
≥ 100,000	334	19.5	

Tabelle 10.1-7: Belästigung der 8-10jährigen Kinder durch Straßenverkehrslärm nachts stratifiziert nach soziodemografischen Merkmalen (gewichtet)

Gruppe (8-10Jährige)	N	Anteil belästigt [%] (Kategorie 'ja')	Irtums- wahrscheinlichkeit p
Geschlecht			0.170
Jungen	223	8.9	
Mädchen	211	4.7	
Gebiet			0.559
Neue Bundesländer	50	5.1	
Alte Bundesländer	383	7.1	
Sozialstatus			0.053
niedrig	112	11.0	
mittel	193	3.7	
hoch	126	8.1	
Migrantenstatus			0.527
Migrant	56	4.4	
Kein Migrant	376	6.9	
Gemeindegröße			0.263
< 100,000	203	5.0	
≥ 100,000	231	8.4	

Tabelle 10.1-8: Belästigung der 11-14jährigen Kinder durch Straßenverkehrslärm nachts stratifiziert nach soziodemografischen Merkmalen (gewichtet)

Gruppe (11-14Jährige)	N	Anteil belästigt [%] (Kategorien 'äußerst stark', 'stark', 'mittelmäßig' und 'etwas')	Irtums- wahrscheinlichkeit p
Alter			0.046
11-12 Jahre	304	10.0	
13-14 Jahre	337	6.1	
Geschlecht			0.885
Jungen	329	8.4	
Mädchen	312	7.5	
Gebiet			0.641
Neue Bundesländer	85	8.3	
Alte Bundesländer	556	7.9	
Sozialstatus			0.439
niedrig	152	10.5	
mittel	306	7.4	
hoch	176	7.0	
Migrantenstatus			0.221
Migrant	84	13.8	
Kein Migrant	557	7.1	
Gemeindegröße			0.519
< 100,000	307	7.7	
≥ 100,000	334	8.2	

Tabelle 10.1-9: Belästigung der 8-10jährigen Kinder durch Nachbarschaftslärm tags stratifiziert nach soziodemografischen Merkmalen (gewichtet)

Gruppe (8-10Jährige)	N	Anteil belästigt [%] (Kategorie 'ja')	Irtums- wahrscheinlichkeit p
Geschlecht			0.019
Jungen	223	9.7	
Mädchen	211	17.8	
Gebiet			0.434
Neue Bundesländer	50	18.3	
Alte Bundesländer	383	13.0	
Sozialstatus			0.196
niedrig	112	15.8	
mittel	193	14.0	
hoch	126	10.5	
Migrantenstatus			0.987
Migrant	56	13.6	
Kein Migrant	376	13.7	
Gemeindegröße			0.284
< 100,000	203	11.6	
≥ 100,000	231	15.4	

Tabelle 10.1-10: Belästigung der 11-14jährigen Kinder durch Nachbarschaftslärm tags stratifiziert nach soziodemografischen Merkmalen (gewichtet)

Gruppe (11-14Jährige)	N	Anteil belästigt [%] (Kategorien 'äußerst stark', 'stark', 'mittelmäßig' und 'etwas')	Irtums- wahrscheinlichkeit p
Alter			0.625
11-12 Jahre	304	22.3	
13-14 Jahre	337	24.4	
Geschlecht			0.747
Jungen	329	24.4	
Mädchen	312	22.4	
Gebiet			0.799
Neue Bundesländer	85	24.8	
Alte Bundesländer	556	23.2	
Sozialstatus			0.391
niedrig	152	25.7	
mittel	306	22.4	
hoch	176	22.6	
Migrantenstatus			0.930
Migrant	84	21.7	
Kein Migrant	557	23.7	
Gemeindegröße			0.000
< 100,000	307	16.9	
≥ 100,000	334	29.4	

Tabelle 10.1-11: Belästigung der 8-10jährigen Kinder durch ausgewählte Lärmquellen tags stratifiziert nach soziodemografischen Merkmalen (gewichtet)

Gruppe (8-10Jährige)	N	Anteil belästigt [%] (Kategorie 'ja')	Irtums- wahrscheinlichkeit p
Fluglärm tags / Gebiet			0.016
Neue Bundesländer	50	2.5	
Alte Bundesländer	383	7.6	
Fluglärm tags / Sozialstatus			0.025
niedrig	112	10.7	
mittel	193	6.2	
hoch	126	5.2	

Tabelle 10.1-12: Belästigung der 11-14jährigen Kinder durch ausgewählte Lärmquellen nachts stratifiziert nach soziodemografischen Merkmalen (gewichtet)

Gruppe (11-14Jährige)	N	Anteil belästigt [%] (Kategorien 'äußerst stark', 'stark', 'mittelmäßig' und 'etwas')	Irtums- wahrscheinlichkeit p
Naturgeräusche nachts / Gebiet			0.013
Neue Bundesländer	85	8.4	
Alte Bundesländer	556	4.9	
Naturgeräusche nachts / Migrantenstatus			0.025
Migrant	84	0.0	
Kein Migrant	557	6.1	
Familienmitglieder nachts / Gemeindegröße			0.001
< 100,000	307	5.9	
≥ 100,000	334	12.8	
Baulärm tags / Gemeindegröße			0.042
< 100,000	307	14.3	
≥ 100,000	334	22.9	

10.2 Lärmbelastung der Wohnung

10.2.1 Straßentyp

Tabelle 10.2-1 gibt die Verteilung des Straßentyps wieder, an denen sich die Wohnungen der Kinder befanden. Dies sowohl für die Gesamtstichprobe, als auch stratifiziert nach Alter, Geschlecht, Gebietszugehörigkeit, sozioökonomischen Status, Migrantenstatus und Gemeindegrößenklasse. Die Angaben stammen von dem am Interview teilnehmenden Elternteil nach Selbsteinschätzung anhand einer vorgegeben Typ-Skala: 'sehr wenig befahrene Nebenstraße', 'mäßig befahrene Nebenstraße', 'beträchtlich befahrene Nebenstraße', 'stark befahrene Haupt- oder Durchgangsstraße'. Die Angaben sind Adressen-bezogen, d. h., die Lage der Wohnräume und speziell des Kinderzimmers ist hierbei nicht sonderlich betrachtet. Insgesamt wohnten 16.5 % der Kinder im Alter von 8-14 Jahren an stark befahrenen Haupt- und Durchgangsstraßen und weitere 11.7 % an beträchtlich befahrenen Nebenstraßen. Kinder aus Haushalten mit niedrigem Sozialstatus wohnten häufiger an stark befahrenen Haupt- und Durchgangsstraßen als Kinder aus Haushalten mit mittlerem und hohem Sozialstatus (27.8% vs. 13.5% vs. 11.6%). Entsprechend wohnten Kinder mit hohem Sozialstatus häufiger an sehr wenig befahrenen Nebenstraßen, als Kinder mit mittlerem und niedrigen Sozialstatus (50.5% vs. 41.8% vs. 27.8%). Diese Unterschiede waren statistisch signifikant (Chi^2 -Test: $p = 0.000$). Dieser Sachverhalt bildete sich auch etwas bezüglich des Migrantenstatus ab (Chi^2 -Test: $p = 0.025$). Kinder mit Migrantenstatus lebten weniger häufig in sehr wenig befahrenen Nebenstraßen als Kinder ohne Migrantenstatus (29.5% vs. 42.3%), andererseits aber nur geringfügig häufiger an stark befahrenen Haupt- oder Nebenstraßen (19.4% vs. 16.0%).

Fast die Hälfte der 8-14jährigen Kinder (47.7%) hatte Kinder(Schlaf)zimmer, die zu keiner Straße ausgerichtet waren (siehe *Kapitel 10.2.2*). In *Tabelle 10.2-2* ist die Lage der Zimmer in Abhängigkeit vom Straßentyp der Wohnung aufgegliedert. Es bestand ein signifikanter Trend (Chi^2 -Trend-Test: $p = 0.000$) derart, dass die Anteile von Kindern mit Zimmerausrichtung zur Straße der Wohnadresse mit steigender Verkehrsbelastung der Straße zunahm (von 45% bis 61%), was einen ungünstigen Trend beschreibt. Andererseits gibt es innerhalb der Wohnungen sicherlich nur begrenzten Spielraum, dies zu verändern, bedenkt man, dass der Lärm auch für die Eltern eine (vielleicht noch größere) Belastung darstellen kann.

Tabelle 10.2-1: Verteilung der Probanden in Abhängigkeit vom Straßentyp (nach Angabe der Eltern), an der die Wohnung (Adresse) liegt (gewichtet)

Gruppe	N	'Sehr wenig befahrene Nebenstraße' [%]	'Mäßig befahrene Nebenstraße' [%]	'Beträchtlich befahrene Nebenstraße' [%]	'Stark befahrene Haupt- oder Durchgangsstraße' [%]
Gesamt	1075	40.6	31.1	11.7	16.5
Alter					
8-10 Jahre	434	39.4	30.2	10.8	16.9
11-12 Jahre	304	41.4	31.6	12.8	14.1
13-14 Jahre	336	41.7	32.1	11.6	14.6
Geschlecht					
Jungen	551	40.8	31.9	11.6	15.6
Mädchen	552	40.4	30.3	11.9	17.4
Gebiet					
Neue Bundesländer	135	34.8	34.8	14.8	15.6
Alte Bundesländer	940	41.5	30.6	11.3	16.6
Sozialstatus					
niedrig	266	27.8	33.5	10.9	27.8
mittel	498	41.8	31.9	12.9	13.5
hoch	301	50.5	27.2	10.6	11.6
Migrantenstatus					
Migrant	139	29.5	37.4	13.7	19.4
Kein Migrant	933	42.3	30.2	11.5	16.0
Gemeindegröße					
< 100,000	511	43.1	30.1	11.5	15.3
≥ 100,000	564	38.5	32.1	11.7	16.5

Tabelle 10.2-2: Ausrichtung des Kinder(Schlaf)zimmers in Abhängigkeit vom Straßentyp der Wohnadresse (gewichtet)

Straße vor dem Kinder(Schlaf-)zimmer vorhanden	'Sehr wenig befahrene Nebenstraße' [%]	'Mäßig befahrene Nebenstraße' [%]	'Beträchtlich befahrene Nebenstraße' [%]	'Stark befahrene Haupt- oder Durchgangsstraße' [%]
ja	45.4	53.0	61.9	61.0
nein	54.6	47.0	38.1	39.0

10.2.2 Verkehrsaufkommen vor dem Kinderzimmer

Während des Hausbesuchs wurde ermittelt, ob vor dem Kinder(Schlaf)zimmer eine Straße vorbeiführt oder nicht. Darüber hinaus haben sowohl der beteiligte Elternteil, als auch der Interviewer Angaben darüber gemacht, wie stark diese Straße von Kraftfahrzeugverkehr be-

fahren ist (bei mehreren Straßen, z. B. wegen mehrerer Fensterrichtungen, die am stärksten befahrene Straße). Als Antwortkategorien waren 'eher schwach', 'mäßig', 'stark' und 'extrem stark' vorgegeben. *Tabelle 10.2-3* gibt die Verteilung der Antworten wieder. Probanden und Interviewer gaben relativ ähnliche Antworten. Die Interviewer schätzten die Lärmbelastung tendenziell etwas geringer ein als die Bewohner. Dies mag damit zusammenhängen, dass die Interviewer nur zu bestimmten und von Wohnung zu Wohnung unterschiedlichen Tageszeiten einen Eindruck der Verkehrssituation bekommen konnten. Dennoch ist festzustellen, dass die kurze Beobachtungszeit bereits zu Urteilen führte, die denen der Probanden sehr nahe kamen.

Fast die Hälfte der 8-14jährigen Kinder (47.7%) hatten Schlafräume die zu keiner Straße ausgerichtet waren, vom Straßenverkehr her akustisch also als vermeintlich leise einzustufen sind. Entsprechend waren die Anteile von Kindern mit Schlafräumen an stark oder extrem stark befahrenen Straßen mit 13.9 % (Interviewereinschätzung 11.0 %) niedriger als die entsprechenden Angaben bezüglich der Wohnung (Adresse) an sich (vgl. *Kapitel 10.2.1: 28.2 %*). Schließt man die mäßig befahrenen Straßen mit ein, so lag der Anteil von Kindern, deren Kinderzimmerfenster zu einer befahrenen Straße ausgerichtet war, bei 31.6 % (Interviewereinschätzung 25.4 %). Bezüglich der Lage der Wohnung an sich lautete die Vergleichszahl 59.3 % (*Tabelle 10.2.1*) und ist in etwa doppelt so hoch, was gerade den Sachverhalt widerspiegelt, dass die Räume auf der abgewandten Seite zum Verkehr lagen.

Des Weiteren wurden die Eltern gefragt, ob, und gegebenenfalls wie stark, das Kinderzimmer nachts durch Lärm von Bussen oder Lastkraftwagen (Lkw) belastet ist. *Tabelle 10.2-4* zeigt das Ergebnis. Danach waren 5.9 % der Kinderzimmer nachts nennenswert durch diese Lärmquellen belastet.

Tabelle 10.2-3: Verteilung der Kinder in Abhängigkeit vom Verkehrsaufkommen der Straße vor dem Fenster des Kinder(Schlaf)zimmers (gewichtet)

Bewertung durch	N	'Keine Straße vorhanden' [%]	'Eher schwach befahrene Straße' [%]	'Mäßig befahrene Straße' [%]	'Stark befahrene Straße' [%]	'Extrem stark befahrene Straße' [%]
Elternteil	1072	47.7	20.7	17.7	11.1	2.8
Interviewer	1071	47.7	26.9	14.4	9.6	1.4

Tabelle 10.2-4: Verteilung der Kinder in Abhängigkeit vom nächtlichen Bus- und Lkw-Verkehrsaufkommen der Straße vor dem Fenster des Kinder(Schlaf)-zimmers (gewichtet)

Bewertung durch	N	'Keine Strasse vorhanden' [%]	'Nie' [%]	'Eher schwach' [%]	'Mäßig' [%]	'Stark' [%]	'Extrem stark' [%]
Elternteil	1071	47.7	35.3	11.2	4.1	1.4	0.4

10.3 Orientierende Schallpegelmessung

10.3.1 Messverfahren

Während des Hausbesuchs wurde von den Interviewern am geöffneten Fenster des Schlafraums des Kindes eine mindestens 15-minütige orientierende Schallpegelmessung mit einem Schallpegelmesser (Fa. Norsonic, Typ 116) durchgeführt. Der Schallpegelmesser erfüllt die technischen Anforderungen eines integrierenden Schallpegelmessers der Klasse 1 nach DIN EN 60804 bzw. neu DIN EN 61672-1²⁸⁵. Er wurde regelmäßig vom Feldteam kalibriert (vgl. *Anhang III und VII*). Die Messung erfolgte an bzw. vor dem Fenster, das zu der am stärksten befahrenen Straße ausgerichtet war (bei mehreren möglichen Richtungen). Die messtechnischen Anforderungen waren im Operationenhandbuch für das Feldteam festgelegt (*Anhang III*). Die Schallpegelmessung wurde bei allen 8-14jährigen Kindern des KiGGS durchgeführt; auch dann, wenn keine Straße unmittelbar vor dem Fenster sichtbar war. Der gemessene Schallpegel beschreibt dann die Belastung durch andere Schallquellen und Naturgeräusche bzw. die Hintergrundbelastung auch weiter entfernte Straßenverkehrslärmquellen. Lediglich bei 7 Kindern konnte wegen technischer oder praktischer Probleme keine Messung durchgeführt werden.

Datum, Beginn und Dauer der Messung wurden dokumentiert; ebenso wie Details zur Position des Messgerätes (z. B. Balkon, Fensterbrett, Öffnungsgrad des Fensters). Darüber hinaus mussten die Interviewer die nach ihrer subjektiven Einschätzung vorherrschende Schallquelle außen im Dokumentationbogen vermerken, ebenso wie die Information, ob sich während der Messung Personen oder andere Schallquellen (z. B. Tiere, Geräte) im Zimmer befanden. Als schalltechnische Kenngrößen der Messung wurden der Mittelungspegel (L_{Aeq}), der Maximalpegel (L_{Amax}) und der Spitzenpegel (L_{peak}) für den ca. 15-minütigen Messzeitraum erhoben. Sämtliche Messungen erfolgten mit dem Frequenzbewertungsfilter 'A'. Mittelungs- und

Maximalpegel wurden in der Zeitbewertung 'slow' erfasst. Letzteres aus praktischen Gründen der Handhabung des Schallpegelmessers, denn das Gerät wurde auch zur Messung der Hintergrund-Geräuschbelastung während der Audiometrie verwandt (vgl. *Kapitel 5.1*), wo die langsame Schallpegelanzeige für die Interviewer leichter zu beobachten war. Das Umschalten auf eine andere Zeitbewertung (z. B. 'fast') war ebenso wie andere Funktionen blockiert, um Fehler in der Gerätehandhabung beim Routineablauf der Hausbesuche zu vermeiden. Die ist bei der Interpretation des ' L_{\max} ' zu beachten.

Orientierende Schallpegelmessungen erfolgten über den ganzen Tag hinweg, je nach Besuchszeit von 8:00 bis 21:30 Uhr. 97 % der Messungen fanden zwischen 8:00 und 19:00 Uhr statt. 6 % der Messungen waren länger als ½ Stunde. 56 % der Messungen erfolgten auf dem Fenstersims, 44 % außen vor dem Fenster. Natürlich können diese kurzzeitigen Messungen keine fachgerechten Immissionsmessungen ersetzen. Dies war auch nicht die Absicht. Vielmehr sollten sie dazu dienen, zusammen mit den subjektiven Angaben zur Straßentyp- und der Verkehrsbelastung einen groben Anhalt über die Straßenverkehrslärmbelastung der Probandenwohnungen zu geben. Über die Tageszeit und die Wochentage (Wochenende) hinweg schwanken Schallpegel üblicherweise in Abhängigkeit vom zeitlich schwankenden Verkehrsaufkommen und dessen Zusammensetzung²⁸⁶⁻²⁸⁸. Diese Schwankungen bewegen sich tagsüber im Zeitraum von ca. 7:00 bis 20:00 Uhr im Allgemeinen maximal im Bereich einer Halbierung/Verdoppelung des stündlichen Verkehrsaufkommens. In Schallpegeln ausgedrückt entspricht das Schwankungen von ca. ± 3 dB(A) beim Mittelungspegel (an Hauptstraßen geringer als an Nebenstraßen), weshalb geschätzt werden kann, dass die Ungenauigkeit, die sich aus der Approximation der Messwerte für den gesamten Tagesmittelungspegel (6-22 Uhr) ergibt, in einer ähnlichen und für die Zwecke akzeptablen Größenordnung bewegen dürfte²⁸⁹.

10.3.2 Messzeitpunkt

Das Verkehrsaufkommen ist in kleinen Gemeinden und ländlichen Gebieten möglicherweise stärkeren tageszeitlichen Schwankungen unterworfen als in großen Gemeinden und urbanen Gebieten. Es wurde daher geprüft, ob bezüglich der Regionsgrößenklassen auffällige Unterschiede des Zeitpunkts der Messung bestanden. *Abbildung 10.3-1* zeigt die Verteilung der im KUS dokumentierten Regionsgrößenklassen (ungewichtet). *Tabelle 10.3-1* gibt Mittelwert,

Standardabweichung und Wertebereich des Messzeitpunkts für die verschiedenen Regionen wieder. Im Mittel über alle Gebiete wurden die Messungen um 15:22 Uhr durchgeführt (Standardabweichung 2:21 Stunden). Über die Regionen hinweg lassen sich keine auffälligen Unterschiede erkennen.

Es wurde daher davon abgesehen, tageszeitliche Gewichtungen der gemessenen Mittelungspegel vorzunehmen. Das Vorgehen erscheint für epidemiologische Fragestellungen im KiGGS akzeptabel, berücksichtigt man, dass der Wertebereich der gemessenen Mittelungspegel zwischen ca. 30-80 dB(A) lag, was auch üblicher messtechnischer Erfahrung entspricht. Zudem führen Messungenauigkeiten dieser Art bei Zusammenhangsanalysen erst dann zu systematischen Fehlern ("Bias", externe Validität), wenn sie differentiell verteilt sind, d. h. in den Vergleichsgruppen unterschiedlich auftreten, was unwahrscheinlich ist. Ansonsten erhöhen sie nur das "statistische Rauschen" (interne Validität), was sich nachteilig auf die Irrtumswahrscheinlichkeit statistischer Tests (Signifikanz) auswirkt.

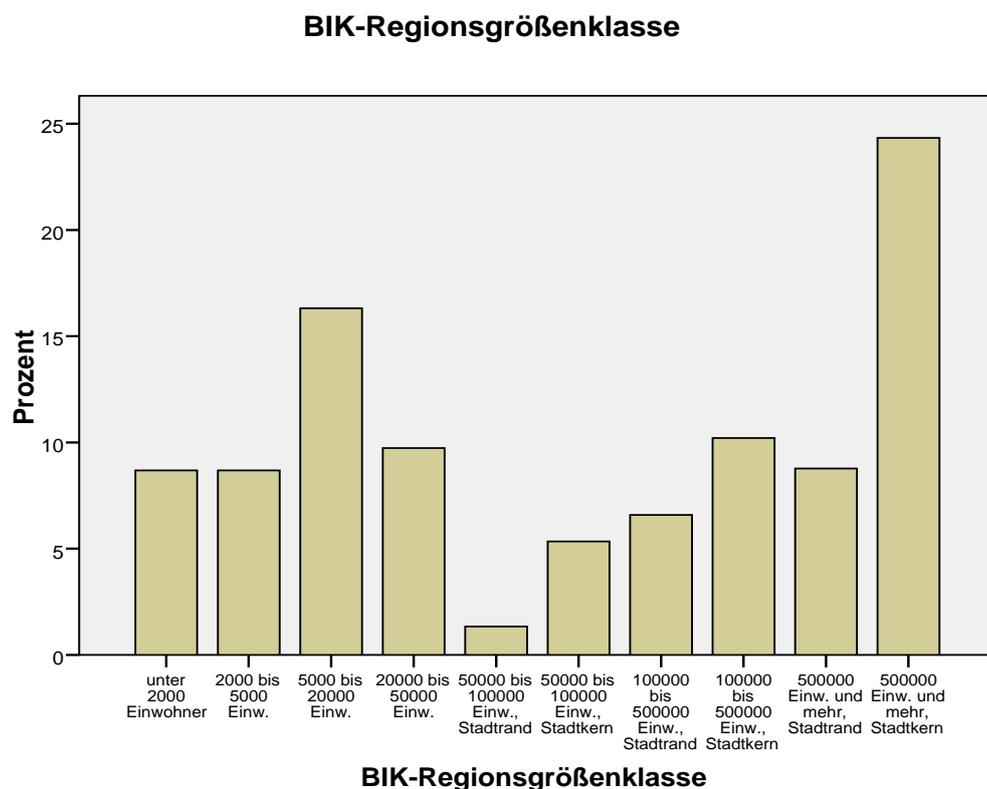


Abbildung 10.3-1: Verteilung der Regionsgrößenklassen in der Stichprobe (N = 1048)

Tabelle 10.3-1: Uhrzeit der Schallpegelmessung stratifiziert nach Regionsgrößenklasse (ungewichtet)

Regionsgrößenklasse	N	Uhrzeit Minimum [hh:mm]	Uhrzeit Maximum [hh:mm]	Uhrzeit Mittelwert [hh:mm]	Standard- abweichung (Zeit) [hh:mm]
≤2,000 Einwohner	87	9:00	20:23	15:24	2:24
2,000 - 5,000 Einwohner	90	8:47	19:45	15:26	2:10
5000 - 20,000 Einwohner	170	9:20	19:56	15:19	2:19
20,000 - 50,000 Einwohner	98	8:50	21:06	15:49	2:01
50,000 - 100,000 Einwohner (Stadttrand)	14	9:07	19:47	14:52	2:45
50,000 - 100,000 Einwohner (Stadtkern)	56	10:00	18:45	14:58	2:19
100,000 - 500,000 Einwohner (Stadttrand)	68	9:26	18:55	15:22	2:10
100,000 - 500,000 Einwohner (Stadtkern)	105	9:10	20:05	15:44	2:16
≥500,000 Einwohner (Stadttrand)	90	10:07	10:01	15:16	2:09
≥500,000 Einwohner (Stadtkern)	251	8:05	21:25	15:10	2:38
Gesamt	1029	8:05	21:25	15:22	2:21

10.3.3 Messergebnisse

Die *Abbildungen 10.3-2 bis 10.3-4* zeigen Verteilungen (Histogramme) der Mittelungs-, Maximal- und Spitzenschalldruckpegel. Die Mittelungspegel variierten zwischen 27 und 86 dB(A) (Mittelwert 50 dB(A)), die mit der Zeitbewertung 'slow' gemessenen Maximalpegel zwischen 36 und 94 dB(A) (Mittelwert 67 dB(A)) und die mit der Zeitbewertung 'peak' gemessenen Spitzenpegel zwischen 39 und 115 dB(A) (Mittelwert 87 dB(A)). In *Tabelle 10.3-2* sind die nach Einschätzung der Interviewer während der Messung vorherrschenden Schallquellen aufgelistet. Danach war in weniger als der Hälfte der Messungen der Straßenverkehrslärm die vorherrschende Schallquelle, was in Übereinstimmung mit den Ergebnissen der vorangegangenen Kapitel zur Lärmbelästigung und zum Verkehrsaufkommen ist. Die *Abbildungen 10.3-5 bis 10.3-76* zeigen die Verteilungen der Mittelungs-, Maximal- und Spitzenschalldruckpegel jeweils getrennt für Wohnungen mit und ohne Straße vor dem Kinder(Schlaf)zimmer. In *Tabelle 10.3-3* sind die zugehörigen Verteilungskennwerte aufgelistet. Die gemessenen Mittelungspegel bei Kinderzimmern ohne Straße vor dem Fenster waren im Mittel um ca. 4 dB(A) niedriger als bei Zimmern mit einer Straße vor dem Fenster (T-Test: $p = 0.000$). Die Verteilung bei Zimmern mit Straße vor dem Fenster ist etwas breiter als bei Zimmern ohne Straßen vor den Fenstern (Standardabweichung 8 vs. 7 dB(A)). Auch der Ma-

ximalpegel (mittlerer Unterschied: 3 dB(A), T-Test: $p = 0.000$) und der Spitzenpegel (mittlerer Unterschied: 2 dB(A), T-Test = 0.001) waren bei Wohnungen ohne Straße vor dem Fenster etwas niedriger. Die Standardabweichungen sind jedoch gleich. Da die Maximal- und Spitzenwerte durch einzelne Schallereignisse bestimmt sind, fallen die Unterschiede hier geringer aus als beim Mittelungspegel, wo der Messwert durch alle Schallereignisse in dem Messzeitraum bestimmt ist. Die Unterschiede zwischen beiden akustischen Bedingungen (mit Straße vs. ohne Straße) mögen insgesamt vielleicht gering erscheinen. Deutlicher werden die Unterschiede jedoch, wenn man den Mittelungspegel oberhalb bestimmter Verteilungsgrenzen heranzieht, die mit gesundheitlichen Langzeitschäden in Verbindung gebracht werden^{207,208,220}. So lagen die Anteile von Kindern mit Mittelungspegeln über 60 dB(A) vor dem Kinder(Schlaf)zimmer bei Zimmern mit einer Straße vor dem Fenster gegenüber Zimmern ohne einer Straße vor dem Fenster bei 15.0% vs. 2.9%. Entsprechend lagen die Anteile von Kindern mit Mittelungspegeln über 65 dB(A) vor dem Kinder(Schlaf)zimmer bei Zimmern mit einer Straße vor dem Fenster gegenüber Zimmern ohne einer Straße vor dem Fenster bei 4.5% vs. 0.6%. Dies zeigt deutlich, dass hohe mittlere Schallbelastungen besonders dann gegeben waren, wenn sich vor den Kinderzimmern eine Straße befand; die Schallpegelmessungen die akustische Situation also hinreichend widerspiegeln.

Darüber hinaus bedeutet eine Situation in der unmittelbar vor dem Kinderzimmer keine Straße vorbeiführt notwendigerweise nicht auch, dass keine Verkehrslärmexposition vorlag. Eine Exposition kann durch weiter entfernt liegende oder seitlich einwirkende Straßen vorgelegen haben. Dem wird durch die Schallpegelmessung besser Rechnung getragen als der Abfrage nach Straßentyp und Verkehrsaufkommen.

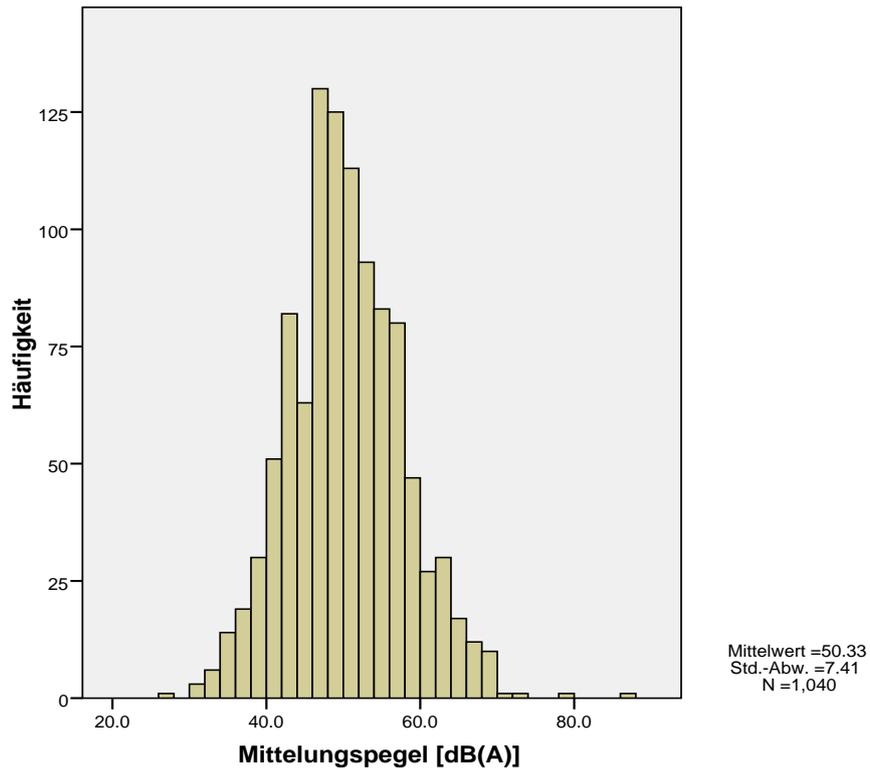


Abbildung 10.3-2: Verteilung der Mittelungspegel der Schallpegelmessung

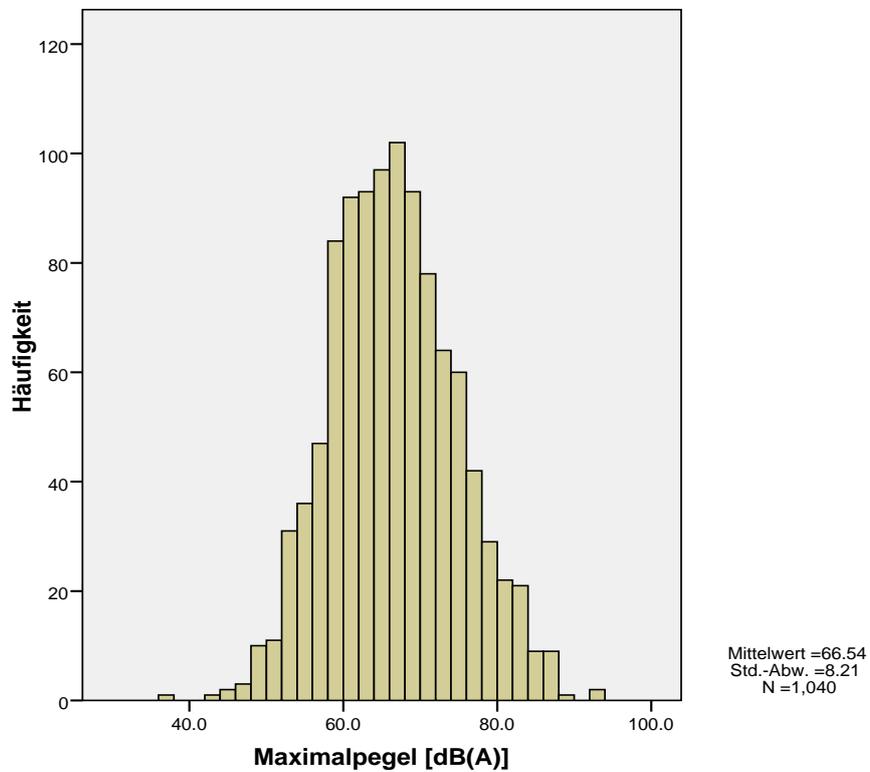


Abbildung 10.3-3: Verteilung der Maximalpegel der Schallpegelmessung

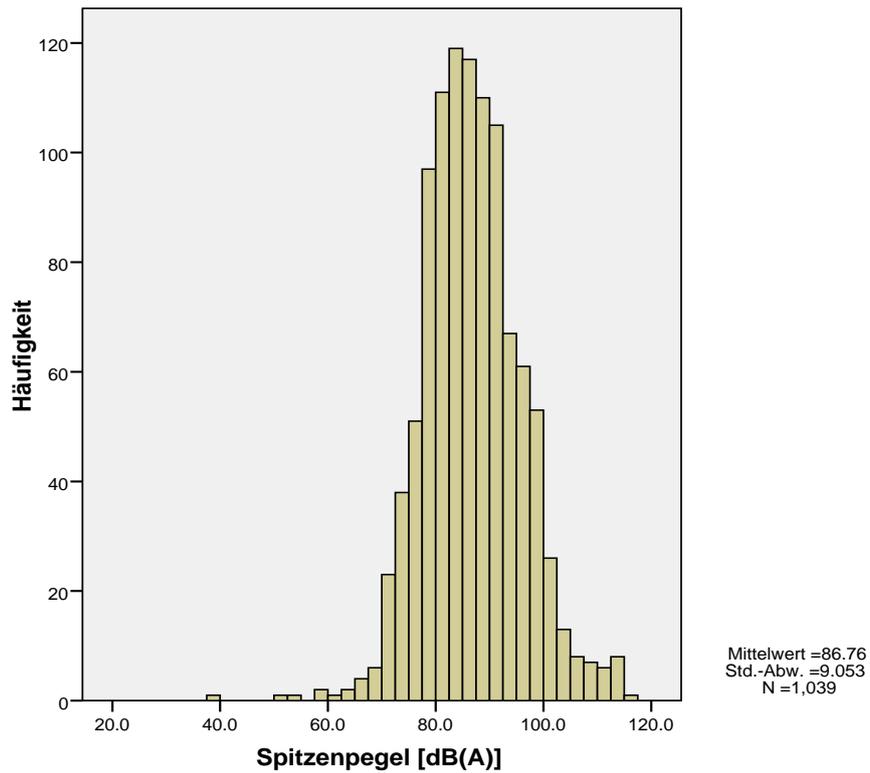


Abbildung 10.3-4: Verteilung der Spitzenpegel der Schallpegelmessung

Tabelle 10.3-2: Vorherrschende Schallquellen bei der Schallpegelmessung außen nach Interviewerangabe (ungewichtet)

Vorherrschende Schallquelle	Häufigkeit	Relative Häufigkeit [%]
Straßenverkehr	502	47.9
Flugverkehr	15	1.4
Schienenverkehr	5	.5
Baulärm	22	2.1
Industrie / Gewerbebetrieb	6	.6
Personen in Nachbarschaft	144	13.7
Geräte in Nachbarschaft	61	5.8
Naturgeräusche	263	25.1
Sonstige Schallquelle	19	1.8
Gesamt	1048	100.0

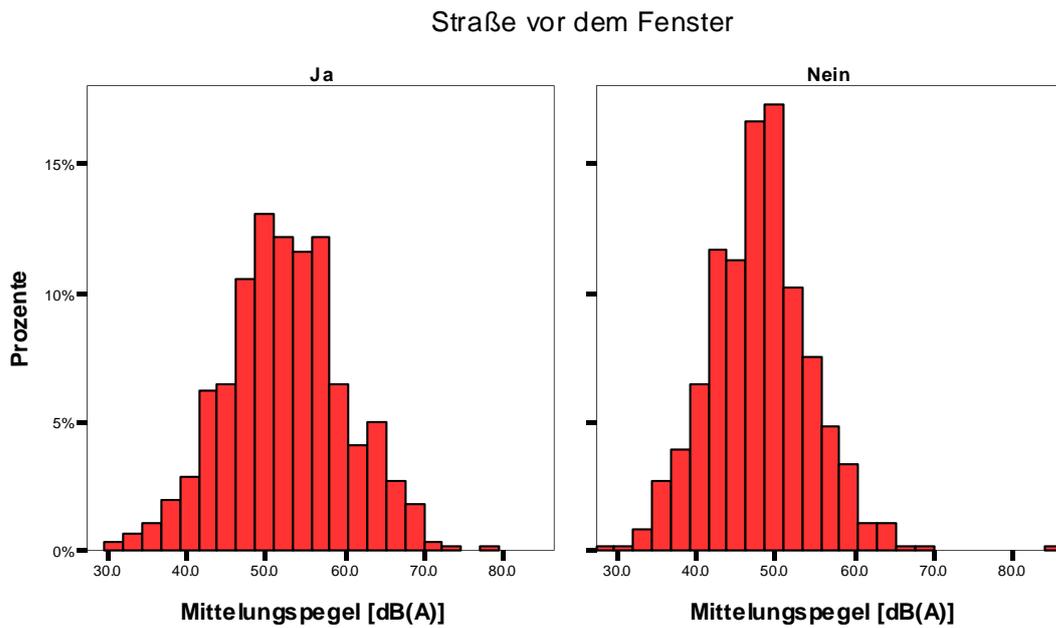


Abbildung 10.3-5: Verteilungen der Schalldruck-Mittelungspegel der Schallpegelmessung für Wohnungen mit (linkes Bild) und ohne (rechtes Bild) einer Straße vor dem Fenster (ungewichtete Daten)

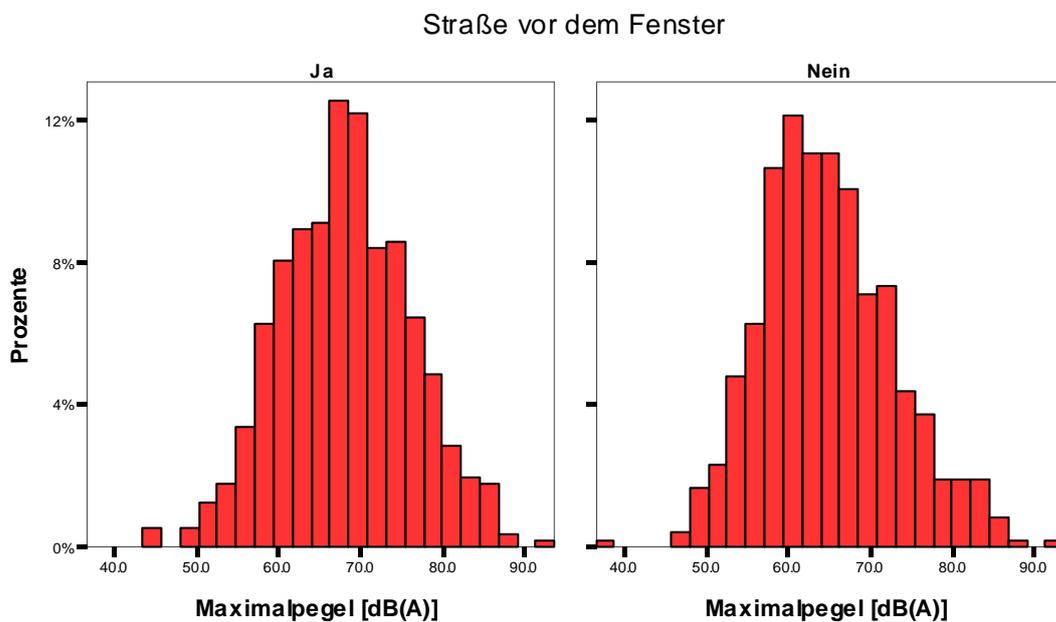


Abbildung 10.3-6: Verteilungen der Schalldruck-Maximalpegel der Schallpegelmessung für Wohnungen mit (linkes Bild) und ohne (rechtes Bild) einer Straße vor dem Fenster (ungewichtete Daten)

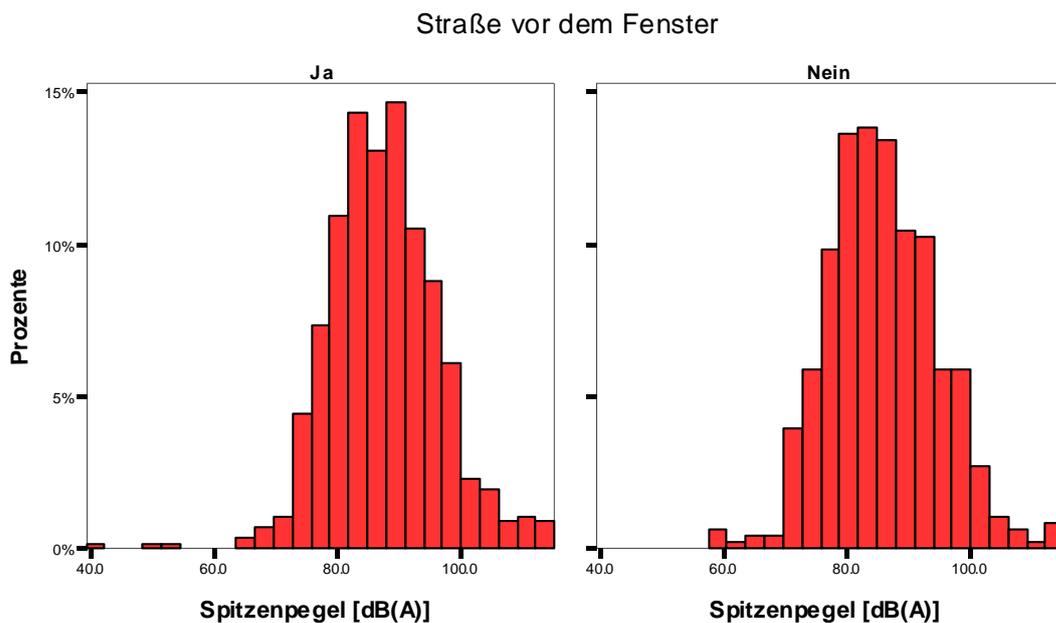


Abbildung 10.3-7: Verteilungen der Schalldruck-Spitzenpegel der Schallpegelmessung für Wohnungen mit (linkes Bild) und ohne (rechtes Bild) einer Straße vor dem Fenster (ungewichtete Daten)

Tabelle 10.3-3: Verteilungskennwerte der vor dem Kinder(Schlaf-)zimmer gemessenen Schallpegel (ungewichtet)

Gruppe	N	AM	95%KI	P99	P95	P90	P50	P10	P5	P1
Mittelungspegel [dB(A)]	1040	50	50-51	34	39	41	50	60	64	68
Straße vor dem Fenster	559	52	52-53	34	40	43	52	63	65	69
Keine Straße vor dem Fenster	479	48	47-49	34	37	40	48	56	58	65
Maximalpegel [dB(A)]	1040	67	66-67	49	53	57	66	77	81	86
Straße vor dem Fenster	559	68	67-69	49	55	58	68	79	82	87
Keine Straße vor dem Fenster	479	65	64-65	49	53	55	64	76	80	85
Mittelungspegel [dB(A)]	1040	87	86-87	67	73	76	86	98	101	112
Straße vor dem Fenster	559	88	87-88	67	74	78	87	99	103	112
Keine Straße vor dem Fenster	479	86	85-87	64	72	75	85	98	101	111

Anmerkung: Die Perzentile P beziehen sich auf die inverse kumulative Häufigkeitsverteilung. Dies in Anlehnung an die akustische Terminologie, wonach statistische Schalldruckpegel L_{px} diejenigen Werte angeben, die zu 'x'-Prozent der Zeit erreicht oder überschritten sind.

10.4 Fensteröffnungsverhalten

22.6% der Eltern(teile) gaben an, dass ihre Kinder im Sommer mit geschlossenen Fenstern schlafen und 78.6%, dass sie im Winter mit geschlossenen Fenstern schlafen (gewichtete Angabe). Für Sensitivitätsanalysen wurde eine Variable gebildet, die diejenigen Kinder identifiziert, die dauerhaft (im Sommer und Winter) mit geschlossenen Fenstern schliefen. Dies waren 22.2% des gewichteten Stichprobenumfangs von 1,075 Kindern.

Kinder, die durchweg mit geschlossenen Fenstern schliefen gaben häufiger an Schlafschwierigkeiten insgesamt (24.6% vs. 19.2%; Chi²-Test: p = 0.187, ungewichtete Daten), Einschlafschwierigkeiten (18.0% vs. 15.2%; Chi²-Test: p = 0.445, ungewichtete Daten) und Durchschlafschwierigkeiten (12.3% vs. 4.9%; Chi²-Test: p = 0.003, ungewichtete Daten) zu haben als andere Kinder. Letzteres (Durchschlafschwierigkeiten) war statistisch signifikant. Sowohl schlechte Innenraumluft infolge geschlossener Fenster, als auch eine unzureichende Schalldämmung könnten bei den Schlafproblemen eine Rolle spielen. Erwartungsgemäß stieg der Anteil von Kindern, der durchweg (auch im Sommer) mit geschlossenen Fenstern schlief, mit steigendem Verkehrsaufkommen an ('keine Straße vorhanden': 18.2%, 'eher schwach befahrene Straße': 21.1%, 'mäßig befahrene Straße': 24.1%, 'stark befahrene Straße': 31.6%, 'extrem stark befahrene Straße': 40.0%; Chi²-Test: p = 0.002, ungewichtete Daten).

11 Zusammenhänge zwischen Schallpegel und Expositionsvariablen

Die Tabellen 11-1 und 11-2 geben Korrelationskoeffizienten (nicht-parametrisch, Spearman) zwischen den verschiedenen Expositionsvariablen zum Straßenverkehrslärm sowohl für die Gesamtstichprobe, als auch die Teilstichprobe der 8-14jährigen Kinder wieder, bei denen sich vor dem Kinder(Schlaf)zimmer eine Straße befand. Dies umfasst Indikatoren der Straßenverkehrslärmexposition die Schallpegelmesswerte (Mittelungspegel, Maximalpegel, Spitzenpegel) einerseits, sowie die subjektiven Angaben von Eltern und Interviewern zur Verkehrsbelastung des Kinder(Schlaf)zimmers und der Straßentypbeschreibung der Straße vor der Wohnung (Adresse) durch die Eltern. Sämtliche Daten sind entweder intervall- oder ordinalskaliert, weshalb verteilungsfreie Rang-Korrelationskoeffizienten gerechnet wurden. Alle Interkorrelationen sind erwartungsgemäß hoch signifikant. Im Einzelfall zeigen sich jedoch erheb-

liche Unterschiede in den statistischen Zusammenhängen zwischen den Variablen. Der Mittelungspegel, als Hauptindikator der 'objektiven' Straßenverkehrslärmexposition, ist mit abnehmender Stärke mit den anderen Schallpegelkenngrößen Maximalpegel (Gesamtstichprobe $r = 0.77$, Teilstichprobe $r = 0.78$) und dem Spitzenpegel (Gesamtstichprobe $r = 0.54$, Teilstichprobe $r = 0.53$) korreliert. Da einzelne hohe Schallereignisse auch durch Stör-Schallquellen hervorgerufen worden sein können, die nicht dem Verkehr zuzurechnen sind, ist die mäßige Korrelation mit dem Spitzenpegel nicht verwunderlich. Das Vorliegen hoher Spitzenschallpegel kann bei weiteren Auswertungen ein Selektionskriterium für Sensitivitätsanalysen sein. Die subjektiven Angaben zur Verkehrsbelastung der Straße vor dem Kinder(Schlaf)zimmer durch die Eltern (Langzeitbeobachtung) einerseits und die Interviewer (Kurzzeitbeobachtung) andererseits sind miteinander hoch korreliert (Gesamtstichprobe $r = 0.96$, Teilstichprobe $r = 0.83$). Die Korrelation zwischen der Verkehrsbelastung des Kinder(Schlaf)zimmers und der der Wohnung insgesamt ist nur in der Teilstichprobe hoch, was plausibel ist, da fast die Hälfte aller Kinder(Schlaf)zimmer gar nicht zu der Straße der Adresse ausgerichtet waren (Gesamtstichprobe $r = 0.32$, Teilstichprobe $r = 0.71$).

Interessant im Hinblick auf den Versuch einer schalltechnischen Objektivierung und Validierung der subjektiven Expositionsvariablen sind die Zusammenhänge zwischen den Schallpegelmesswerten und den Angaben zur Verkehrsbelastung der Straßen. Die Korrelation zwischen dem Mittelungspegel und den subjektiven Variablen zum Verkehrsaufkommen (Eltern und Interviewer) vor dem Kinder(Schlaf)zimmer und dem Straßentyp (Eltern) sind konsistent und von mittlerer Stärke (Teilstichprobe $r = 0.54$ bis 0.56). Der Maximalpegel und der Spitzenpegel zeigen nur eine mäßige Korrelationen mit den subjektiven Expositionsvariablen (Maximalpegel: Teilstichprobe $r = 0.36$ bis 0.37 ; Spitzenpegel: $r = 0.17$ bis 0.18). Die geringeren Korrelationen mit den eher Ereignis-bezogenen Schallpegelmaßen (Spitzenpegel, Maximalpegel) sind plausibel, da einzelne laute verkehrs- oder auch nicht-verkehrsbezogene Schallquellen (wenigstens ein Mal) sowohl an wenig, als auch viel befahrenen Straßen präsent gewesen sein können. *Tabelle 11-3* gibt Mittelwerte der Mittelungspegel für die verschiedenen Kategorien der subjektiven Verkehrsbelastungsskalen an. Danach entspricht eine 'sehr wenig befahrene Nebenstraße' einem Mittelungspegel von 48 dB(A), eine 'beträchtlich befahrene Nebenstraße' einem Mittelungspegel von 55 dB(A) und eine 'stark befahrene Haupt- oder Durchgangsstraße' einem Mittelungspegel von 60 dB(A) and den Häuserfronten, wobei der Abstand zur Straße jedoch nicht berücksichtigt ist.

Tabelle 11-1: Korrelationsmatrix für Indikatoren der Straßenverkehrslärmbelastung, Gesamtstichprobe (ungewichtet)

Gesamtstichprobe	Mittelungspegel [dB(A)]	Maximalpegel [dB(A)]	Spitzenpegel [dB(A)]	Verkehr vor Kinderzimmer (Eltern) [Skala]	Verkehr vor Kinderzimmer (Interviewer) [Skala]	Busverkehr nachts vor Kinderzimmer (Eltern) [Skala]	Straßentyp vor Wohnung (Eltern) [Skala]
Mittelungspegel	1.000	.772(**)	.536(**)	.436(**)	.428(**)	.386(**)	.378(**)
	.	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	1040	1040	1039	1038	1036	1038	1039
Maximalpegel	.772(**)	1.000	.726(**)	.302(**)	.299(**)	.274(**)	.246(**)
	.000	.	.000	.000	.000	.000	.000
	1040	1040	1039	1038	1036	1038	1039
Spitzenpegel	.536(**)	.726(**)	1.000	.150(**)	.148(**)	.143(**)	.118(**)
	.000	.000	.	.000	.000	.000	.000
	1039	1039	1039	1037	1035	1037	1038
Verkehr vor Kinderzimmer (Eltern)	.436(**)	.302(**)	.150(**)	1.000	.975(**)	.949(**)	.323(**)
	.000	.000	.000	.	.000	.000	.000
	1038	1038	1037	1043	1041	1043	1042
Verkehr vor Kinderzimmer (Interviewer)	.428(**)	.299(**)	.148(**)	.975(**)	1.000	.953(**)	.296(**)
	.000	.000	.000	.000	.	.000	.000
	1036	1036	1035	1041	1041	1041	1040
Busverkehr nachts vor Kinderzimmer (Eltern)	.386(**)	.274(**)	.143(**)	.949(**)	.953(**)	1.000	.242(**)
	.000	.000	.000	.000	.000	.	.000
	1038	1038	1037	1043	1041	1043	1042
Straßentyp vor Wohnung (Eltern)	.378(**)	.246(**)	.118(**)	.323(**)	.296(**)	.242(**)	1.000
	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.
	1039	1039	1038	1042	1040	1042	1047

** Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).

Tabelle 11-2: Korrelationsmatrix für Indikatoren der Straßenverkehrslärmbelastung, Teilstichprobe mit Straße vor dem Kinder(Schlaf)zimmer (ungewichtet)

Teilstichprobe (Straße vor dem Schlafraum des Kin- des)	Mitte- lungs- pegel [dB(A)]	Maxi- mal- pegel [dB(A)]	Spitzen- pegel [dB(A)]	Verkehr vor Kinder- zimmer (Eltern) [Skala]	Verkehr vor Kinder- zimmer (Inter- viewer) [Skala]	Bus- verkehr nachts vor Kinder- zimmer (Eltern) [Skala]	Straßen- typ vor Wohnung [Skala]
Mittelungspegel	1.000	.784(**)	.533(**)	.563(**)	.552(**)	.418(**)	.540(**)
	.	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	559	559	559	559	557	559	558
Maximalpegel	.784(**)	1.000	.729(**)	.368(**)	.361(**)	.287(**)	.360(**)
	.000	.	.000	.000	.000	.000	.000
	559	559	559	559	557	559	558
Spitzenpegel	.533(**)	.729(**)	1.000	.176(**)	.169(**)	.159(**)	.167(**)
	.000	.000	.	.000	.000	.000	.000
	559	559	559	559	557	559	558
Verkehr vor Kinderzimmer (Eltern)	.563(**)	.368(**)	.176(**)	1.000	.834(**)	.642(**)	.711(**)
	.000	.000	.000	.	.000	.000	.000
	559	559	559	560	558	560	559
Verkehr vor Kinderzimmer (Interviewer)	.552(**)	.361(**)	.169(**)	.834(**)	1.000	.659(**)	.640(**)
	.000	.000	.000	.000	.	.000	.000
	557	557	557	558	558	558	557
Busverkehr nachts vor Kinderzimmer (Eltern)	.418(**)	.287(**)	.159(**)	.642(**)	.659(**)	1.000	.480(**)
	.000	.000	.000	.000	.000	.	.000
	559	559	559	560	558	560	559
Straßentyp vor Wohnung (Eltern)	.540(**)	.360(**)	.167(**)	.711(**)	.640(**)	.480(**)	1.000
	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.
	558	558	558	559	557	559	559

** Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).

Table 11-3: Arithmetic mean (with 95%-confidence interval) of the average level in dependence of the traffic load of the street in front of the child's room (unweighted)

Verkehrsaufkommen	N	'Keine Strasse vorhanden' [dB(A)]	'Eher schwach befahrene Straße' [dB(A)]	'Mäßig befahrene Straße' [dB(A)]	'Stark befahrene Straße' [dB(A)]	'Extrem stark befahrene Straße' [dB(A)]
Elternteil	1038	48 (47-49)	48 (47-49)	52 (51-53)	58 (57-59)	60 (58-63)
Interviewer	1036	48 (47-49)	49 (48-50)	53 (52-54)	59 (58-60)	63 (60-66)
Straßentyp	N	---	'Sehr wenig befahrene Nebenstraße' [dB(A)]	'Mäßig befahrene Nebenstraße' [dB(A)]	'Beträchtlich befahrene Nebenstraße' [dB(A)]	'Stark befahrene Haupt- oder Durchgangsstraße' [dB(A)]
Elternteil	558	---	48 (47-49)	51 (50-52)	55 (53-56)	60 (59-61)

Teil E: Stressindikatoren

12 Stichprobe: Physiologische Messungen

Zu den in Bezug auf Umweltlärm interessierenden gesundheitlichen Endpunkten gehörten Schlafstörungen (im KUS bei 11-14jährigen Kindern abgefragt: N = 600), die hämodynamischen Messwerte zum Blutdruck und der Herzfrequenz (im KiGGS bei allen Kindern erhoben, für die Lärm-Auswertungen Beschränkung auf 8-14jährige Kinder: N = 1048), sowie die Stresshormone im Morgenurin (im KUS bei 8-14jährigen Kindern erhoben: N = 1048). 680 Kinder gaben die Urinprobe beim Hausbesuch ab, 363 Kinder nachträglich beim Gesundheitstermin im Untersuchungszentrum (insgesamt: 1043 Proben). Aufgrund von Ausfällen bei der chemischen Analytik verringerten sich die verfügbaren Anzahlen in den statistischen Auswertungen bei den Stresshormonen auf N = 972 bis 1011.

13 Ergebnisse: Deskription

13.1 Schlafstörungen

Die 11-14jährigen Kinder wurden im Rahmen des KUS nach möglichen Schlafstörungen befragt. Dabei wurde zwischen 'Schlafschwierigkeiten' allgemein sowie 'Einschlaf-' und 'Durchschlafschwierigkeiten' im Speziellen gefragt. 20.6 % der Kinder gaben an, Schlafschwierigkeiten zu haben, und 13.9 % der Eltern gaben an, dass ihre Kinder Schlafschwierigkeiten haben. Von diesen Kindern mit Schlafschwierigkeiten hatten 76.4 % Einschlafschwierigkeiten (Elternangabe 83.9 %) und 31.4 % Durchschlafschwierigkeiten (Elternangabe 30.4 %). Lärmbelastungen könnten dabei eine Rolle spielen.

13.2 Blutdruck und Herzfrequenz

Im KiGGS wurden unter standardisierten Bedingungen mit einem automatischen Blutdruckmessgerät der Blutdruck und die Herzfrequenz (Pulsfrequenz) der Kinder gemessen. Die Messung wurde von einer Kinderkrankenschwester/Arzthelferin durchgeführt. Dabei wurde darauf geachtet, dass eine geeignete Manschettengröße verwendet wurde, die Kinder unmit-

telbar vorher keine größeren Mengen Flüssigkeit zu sich genommen hatten und die Blase weitgehend entleert war. Die Ruheblutdruckmessung erfolgte in sitzender Position am rechten Arm nach einer mindestens fünf Minuten dauernden Ruhephase. Der Arm wurde so gelagert, dass sich Ellenbogen und Oberarm auf Herzhöhe befanden. Nach einer Pause von zwei Minuten in Ruhe wurde eine zweite Messung durchgeführt. Die Ergebnisse beider Messungen wurden gemittelt. Die *Abbildungen 13.2-1 bis 13.2-3* zeigen Verteilungen von systolischem und diastolischem Blutdruck sowie der Herzfrequenz für den bei den lärmbezogenen Analysen relevanten Stichprobenumfang von 1048 Kindern im Alter von 8-14 Jahren. *Tabelle 13.2-1* können die zugehörigen gewichteten Verteilungskennwerte entnommen werden.

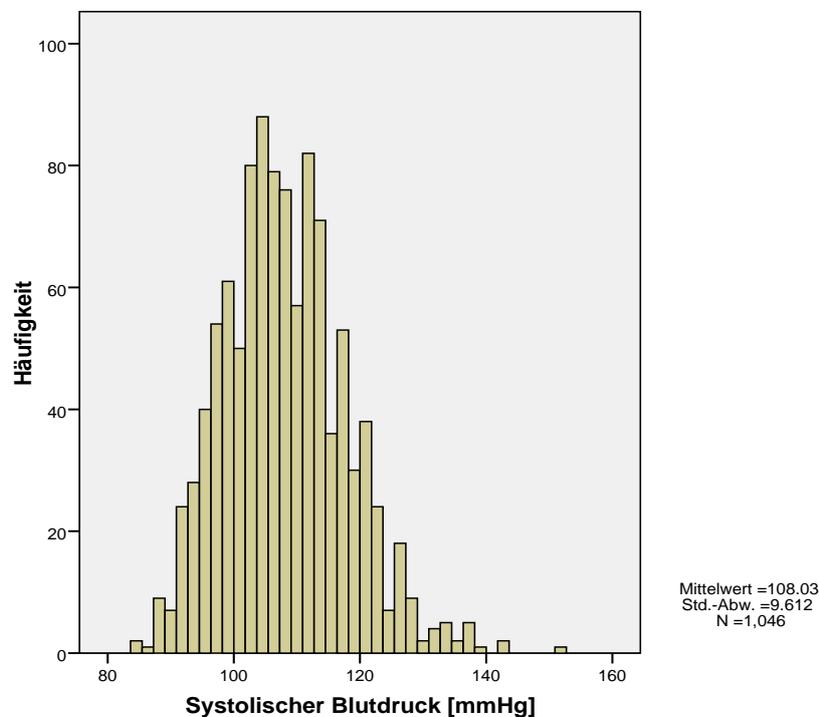


Abbildung 13.2-1: Verteilung der systolischen Blutdruckwerte (ungewichtet)

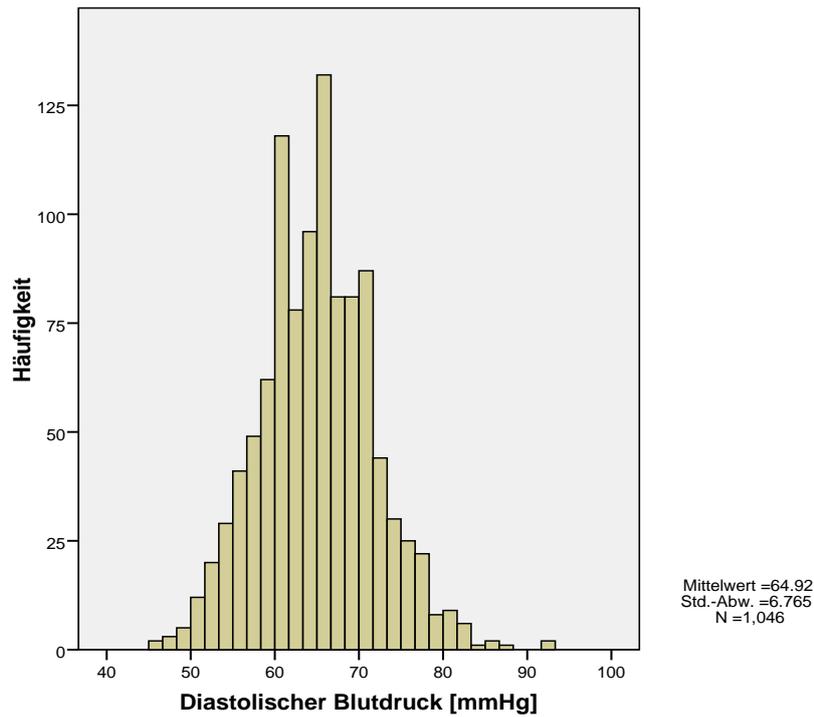


Abbildung 13.2-2: Verteilung der diastolischen Blutdruckwerte (ungewichtet)

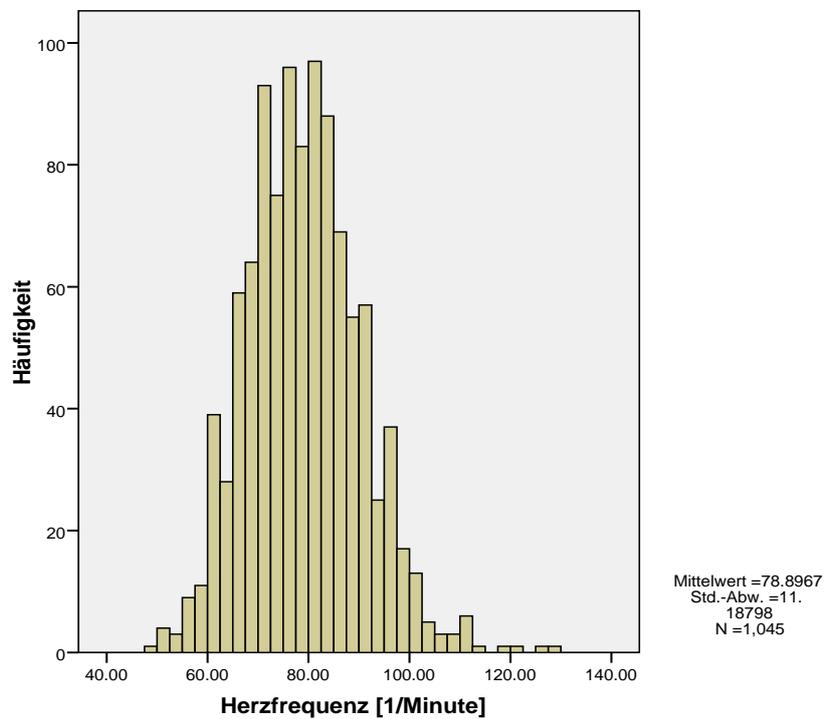


Abbildung 13.2-3: Verteilung der Herzschlagfrequenz (ungewichtet)

Tabelle 13.2-1: Verteilungskennwerte von Blutdruck und Herzfrequenz (gewichtet)

	N	P10	P50	P90	P95	P98	MIN	MAX	AM	GM	95%CI GM
Systolischer Blutdruck [mmHg]	1073	96	108	120	125	131	85	151	108	108	108 - 109
Diastolischer Blutdruck [mmHg]	1073	57	65	74	77	80	45	93	65	65	65 - 65
Herzfrequenz [1/Minute]	1028	65	78	93	97	102	49	128	79	78	79 - 79

Erklärung: N = Stichprobenumfang; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MIN = Minimalwert; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; 95%CI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM.

13.3 Stresshormone

Die Katecholamine Adrenalin (Epinephrine) und Noradrenalin (Norepinephrine) werden ebenso wie das Glukocorticoid Cortison mit seinen Isomeren als Stressindikatoren betrachtet^{251,263}. Befindet sich der Organismus in Ruhe, werden nur geringe Mengen der Katecholamine vom Nebennierenmark freigesetzt. Bei körperlichen und psychisch-emotionalen Alarmsituationen erhöht sich die Ausscheidung beträchtlich, so dass z. B. bei erhöhter körperlicher Arbeit, Hitze-, Kälte- und anderen Stresssituationen die Konzentrationen von Adrenalin und Noradrenalin im Blutplasma erheblich ansteigen. Noradrenalin ist darüber hinaus ein Neurotransmitter, der von den Synapsen des Nervensystems ausgeschieden wird. Cortisol wird von der Nebennierenrinde ausgeschieden. Bei gesunden Menschen wird die Cortisolkonzentration im Blut durch eine negative Rückkoppelungsschleife mit der Hypophyse reguliert. Die Cortisolreaktion auf Stressoren tritt zeitlich verzögert zu Katecholaminreaktion auf. Während eine erhöhte Katecholaminfreisetzung als Flucht- bzw. Abwehrreaktion gesehen wird, ist eine vermehrte und Cortisolausschüttung mit einer Niederlagesituation des Körpers assoziiert²⁵¹. Die Cortisolausscheidung folgt einem ausgeprägten Tagesrhythmus, der sich besonders auch in einem spontanen Tag-Nacht Rhythmus äußert. Nach dem morgendlichen Aufwachen ist die Ausscheidung am höchsten, der Nadir, der Zeitpunkt geringster Ausscheidung, liegt in der ersten Nachthälfte. Die Katecholamine unterliegen nicht so starken chronobiologischen Schwankungen wie das Cortisol^{260,290-292}.

Da die Glukokortikoide und Katecholamine sowie andere Anteile des humoral-hormonellen Systems bei Stress im Überschuss im Blut ausgeschüttet werden, erfolgt zur Wiederherstel-

lung der Homöostase (körperliches Gleichgewicht) die Ausscheidung dieser Stoffe in den Urin. Zusammenhänge zwischen der Lärmbelastung und der Konzentration der Hormone im Urin wurden sowohl im Belastungsexperiment, als auch in Feldstudien nachgewiesen^{213,217,222,255 242,254,293}. Es sei explizit vermerkt, dass die Messung von Stresshormonen im KUS nicht im Hinblick auf die Ableitung von Norm- oder Referenzwerten erfolgte, sondern ausschließlich für relative Vergleiche zwischen unterschiedlichen Belastungsgruppen.

Die Bestimmung von Stresshormonen kann im Blut, im Speichel oder im Urin erfolgen. Im Sammelurin werden sie mit einem bestimmten Zeitbezug erhoben. Idealerweise wird für Vergleichszwecke die Gesamtausscheidung über einen Tag (24 Stunden), die Ausscheidung während der Schlafphase (z. B. 8 Stunden) oder der zeitlich aufgelöste Tages- oder Monatsgang der Cortisolausscheidung zur Beurteilung von akuten oder chronischen Stresseffekten herangezogen^{264,290,294-296}. Die Messung liefert einen integralen Wert der Aktivierung des Organismus für den jeweiligen Zeitbezug. Die Probanden müssen z. B. vor der Schlafphase ihre Blase vollständig entleeren und sämtlichen Urin bis zum Ende des Schlafes in Behältern sammeln. Da im KiGGS nur Morgen-Urinproben vorlagen konnte im Einzelfall nicht ausgeschlossen werden, dass Kinder während der Nacht auf die Toilette gegangen waren und einen Teil ihres gesamten Nacht-Urins somit verworfen hatten. Im KiGGS wurden daher die Uhrzeiten der morgendlichen Probennahme (Morgen-Urin) und des letzten Toilettengangs davor dokumentiert, was Aufschluss über die effektive Sammelzeit gab. Die Sammelzeiten lagen zwischen 3 und 16 Stunden, wobei die Sammelzeit bei nur 26 Kindern weniger als 6 Stunden betrug. Da die Konzentrationen der Stresshormone im Urin nicht nur von der Zeit und dem Gesamtvolumen ausgeschiedener Flüssigkeit, sondern auch von der Nieren-Filtrationsrate abhängen (Einflussgrößen: Muskelmasse, Geschlecht, Alter, Ernährung, aufgenommene Flüssigkeit), wird üblicherweise ein Bezug auf den Creatiningehalt vorgenommen^{297,298}. Die Konzentration des Creatinins im Urin wird dabei als brauchbarer Indikator der renalen Filtrations- und Ausscheidungsrate angesehen und stellt eine vom Volumen und der Sammlungszeit relativ unabhängige Bezugsgröße dar. Im KUS werden Angaben zur Konzentrationen der Stresshormone ausschließlich im Bezug zur Creatininausscheidung vorgenommen.

13.3.1 Katecholamine (Adrenalin und Noradrenalin)

Die Analyse der freien Katecholamine im Morgen-Urin erfolgte im UBA-eigenen Labor mittels Hochleistungs-Säulenflüssig-Chromatografie (HPLC). Es kamen Geräte der Fa. Bio-Rad zum Einsatz (System ACCLAIM mit elektrochemischem Detektor Typ 1340 und Autosampler AS-100)^{299,300}. Zum Aufschluss der Proben wurden Flussmittel und Reagenz-Kits vom Gerätehersteller verwandt. Die Kalibrierung und Qualitätssicherung erfolgte mittels geprüfter Bio-Rad Standardmaterialien (Calibrator, Low Control, High Control). Die Kalibrierung erfolgte am Anfang eines Analysenlaufs, der maximal 80 Probandenproben umfasste. Das Einhalten der vorgegebenen Toleranzgrenzen von Kalibrator (als Kontrolle) als auch der Kontroll-Urine wurde jeweils nach 20 Probandenläufen geprüft. Bei Nicht-Einhalten wurden die zuvor gemessenen Analysen verworfen und nach Klärung der Ursache (z. B. Druckabfall im System in seltenen Fällen) erneut gemessen. Die Bestimmungsgrenze der Methode lag bei ca. 3 µg/L. In solchen Fällen wurde die halbe Bestimmungsgrenze (1.5 µg/L) als Wert in statistischen Berechnungen herangezogen. Drei Viertel (73.6 %) der Adrenalin-Messwerte lagen unterhalb der Bestimmungsgrenze; beim Noradrenalin lagen alle Werte über der Bestimmungsgrenze. Dies entspricht den messtechnischen Erfahrungen, denn für 6-15jährige Kinder werden in der Literatur Tages-Ausscheidungsmengen (über 24 Stunden hinweg) für Adrenalin von 1.3-10.5 µg/24h angegeben (Noradrenalin: 19.0-71.1 µg/24h), was die aktive Tagesphase einschließt, in der die Ausscheidungen am höchsten sind³⁰¹. Auf der Grundlage von zusammen mit den KUS-Proben blind durchgeführten Doppelbestimmungen von Urinproben von Erwachsenen wurden mittlere Variationskoeffizienten für Intra-Assay-Vergleiche von 7 % (Adrenalin) und 4 % (Noradrenalin) und für Inter-Assay-Vergleiche von 5 % (Adrenalin) und 7 % (Noradrenalin) als Maßzahlen der Präzision ermittelt.

$$\text{Formel: } V = s / x * 100 \quad \text{mit} \quad s = [1 / (N-M) \sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^K (x_{ij} - x_j)^2]^{1/2},$$

x_j = Mittelwert über alle i

x = Mittelwert über all i und j

Die *Abbildungen 13.3-1 und 13.3-2* zeigen Verteilungen der gemessenen Noradrenalin und Adrenalin-Konzentrationen im Morgen-Urin (bezogen auf die Creatininkonzentration). Wie bei biologischen Variablen nicht anders zu erwarten, zeigen sich schiefe Verteilungen, aufgrund von "Ausreißern" einerseits und der unteren Messgrenze andererseits. Für verteilungsabhän-

gige Zusammenhangsanalysen, in denen die Katecholamine als Kriteriumsvariablen behandelt werden, wurden die Variablen daher logarithmiert, um im Hinblick auf möglichst normalverteilte Residuen für statistische Signifikanztests eine bessere Annäherung an die Normalverteilung zu erreichen.

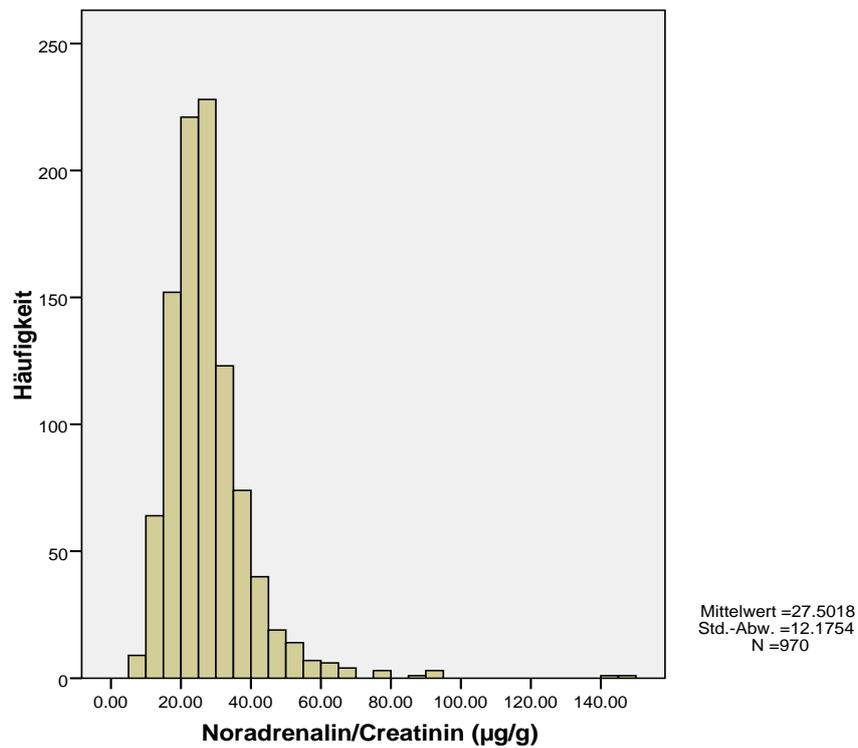


Abbildung 13.3-1: Verteilung der Noradrenalin-Konzentration im Morgenurin (ungewichtet)

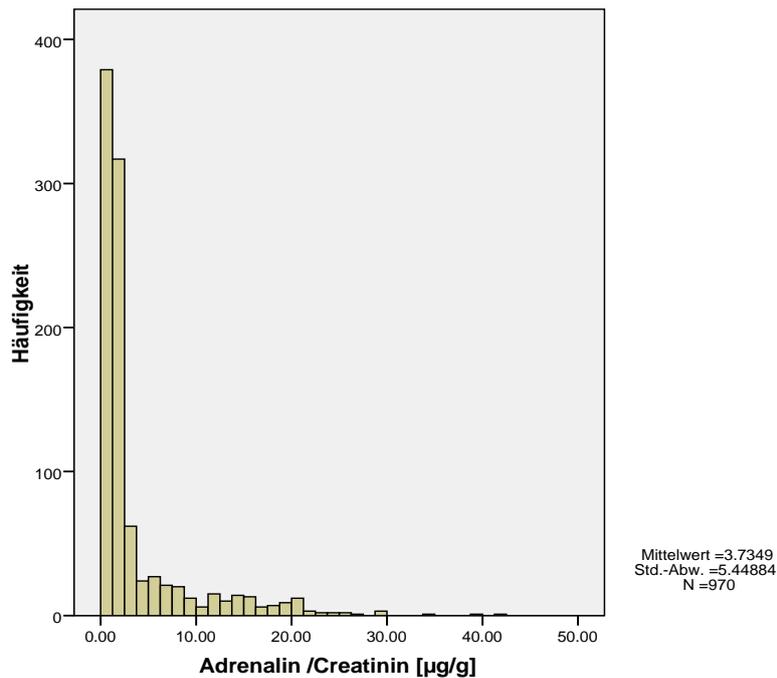


Abbildung 13.3-2: Verteilung der Adrenalin-Konzentration im Morgenurin (ungewichtet)

13.3.2 Glukocortikoide (Cortisol)

Die Analyse des freien Cortisols erfolgte durch das Bioanalytische Forschungslabor von Prof. Schöneshöfer in Berlin. Neben dem freien Cortisol wurden auch die Metabolite freies Cortison und 20- α -Dihydrocortisol im Urin mit der dreidimensionalen HPLC-Technik (ALCA-Analysesystem) bestimmt³⁰²⁻³⁰⁴. Eine chronische Erhöhung der adrenalen Sekretionsaktivität von Cortisol wird mit der Bestimmung des 20- α -Dihydrocortisols wesentlich empfindlicher und frühzeitiger angezeigt als durch die Bestimmung der peripheren Cortisolkonzentration oder des freien Cortisols im Harn. Die Bestimmung von 20- α -Dihydrocortisol (Aktivität der 20-Oxidosteroidreduktase) wird daher als ein besserer Indikator für chronisch erhöhtes Cortisol angesehen als das freie Cortisol selbst²⁶⁵. Ein chronische gestörter Cortisol-Stoffwechsels (Hypercorticoidismus) kann von akuten Cortisolerhöhungen besser differenziert werden, wenn das Verhältnis der Exkretionsraten von 20- α -Dihydrocortisol zu Cortisol betrachtet wird. Dieses Verhältnis reflektiert die chronische Erhöhung der adrenalen Cortisol-Sekretionsaktivität. Darüber hinaus wird in der Differentialdiagnostik auch das Verhältnis der Exkretionsraten von Cortisol zu Cortison für die Abschätzung u. a. eines cortisolbedingten Hypertonus genutzt. Das Verhältnis reflektiert eine Hemmung der durch Corticotropin ver-

mittelten Hemmung der Bioaktivierung des Cortisols (11-Hydroxysteroiddehydrogenase (11-HSD))^{265,305}.

Die Kalibrierung und Qualitätssicherung erfolgte mittels Standardlösungen von jeweils 100ng/ml Cortisol, Cortison und 20- α -Dihydrocortisol. Der Kalibrator wurde jeweils am Anfang eines Analysenlaufs und nach jeweils 10 Probandenproben gemessen. Ein Analysenlauf umfasste maximal 50 Probandenproben.

Das Einhalten der vorgegebenen Toleranzgrenzen von Kalibrator als auch die Kontroll-Urine wurde jeweils nach ca. 20 Analysenläufen geprüft. Bei Nicht-Einhalten wurden die zuvor gemessenen Analysen verworfen und nach Klärung der Ursache erneut gemessen. Die Bestimmungsgrenze der Methode lag für die drei Substanzen bei ca. 1.5 ng/ml (= μ g/l). Alle Probandenproben lagen über diesem Wert. Bei 4.8 % der analysierten Probandenproben bestand die Vermutung, dass mindestens ein Messwert aufgrund von Interferenzen (Querempfindlichkeiten) bei der HPLC-Messung fraglich sein könnte. Diese 49 Proben/Probanden wurden markiert und als Ausschlusskriterium für Sensitivitätsanalysen herangezogen.

Die vom Labor selbst regelmäßig durchgeführten und dokumentierten Intra-Assay Variationskoeffizienten auf der Grundlage von Kontrollproben lagen für alle drei Substanzen unter 10 %; die Variationskoeffizienten für Inter-Assay Vergleiche auf der Grundlage von Normalharn unter 20 %. Dies deckt sich mit den Ergebnissen eigener blind beigemischter Doppelbestimmungsproben von Erwachsenen, für die sich Variationskoeffizienten von 20 % (20- α -Dihydrocortisol), 17 % (Cortisol) und 17 % (Cortison) als Maßzahlen der Präzision ergaben.

Die *Abbildungen 13.3-3 und 13.3-4* zeigen Verteilungen der freien Cortisolkonzentration und der Fraktion 20- α -Dihydrocortisol im Morgen-Urin (bezogen auf die Creatininkonzentration). Die *Abbildungen 13.3-5 und 13.3-6* zeigen Verteilungen der relativen Konzentrationsverhältnisse 20- α -Dihydrocortisol zu freiem Cortisol und freies Cortisol zu Cortison. Wiederum zeigen sich schiefe Verteilungen, aufgrund von "Ausreißern" einerseits und der unteren Messgrenzen andererseits. Für verteilungsabhängige Zusammenhangsanalysen, in denen die Glukocortikoide als Kriteriumsvariablen behandelt werden, wurden die Variablen daher logarithmiert, um im Hinblick auf möglichst normal-verteilte Residuen eine bessere Annäherung an die Normalverteilung zu erreichen.

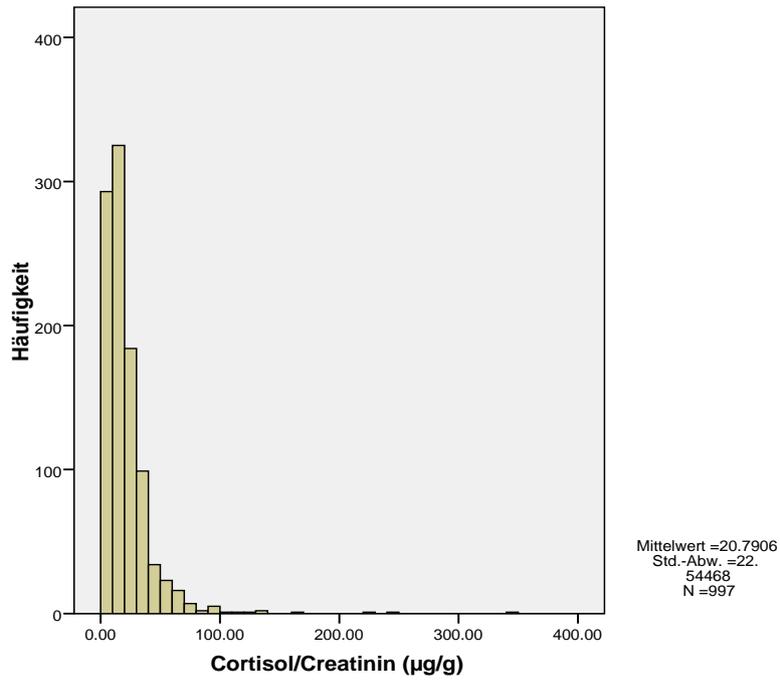


Abbildung 13.3-3: Verteilung der Konzentration von freiem Cortisol im Morgenurin (ungewichtet)

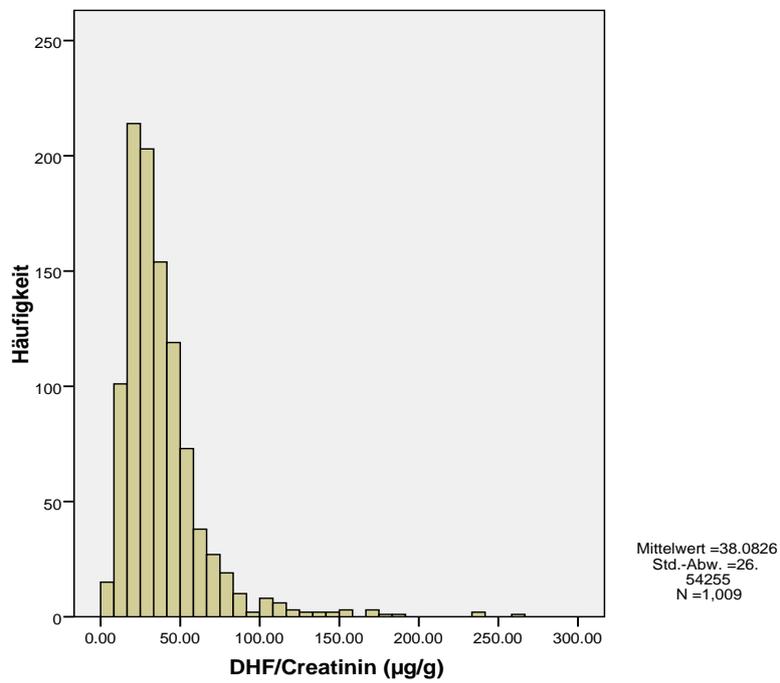


Abbildung 13.3-4: Verteilung der 20- α -Dihydrocortisol-Konzentration im Morgenurin (ungewichtet)

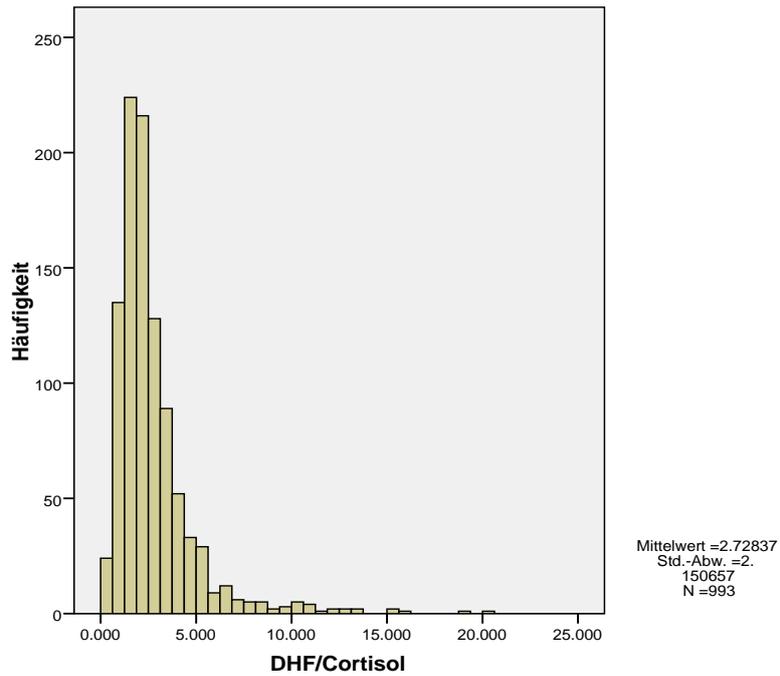


Abbildung 13.3-5: Verteilung des Verhältnisses der Konzentrationen von 20- α -Dihydrocortisol zu freiem Cortisol im Morgenurin (ungewichtet)

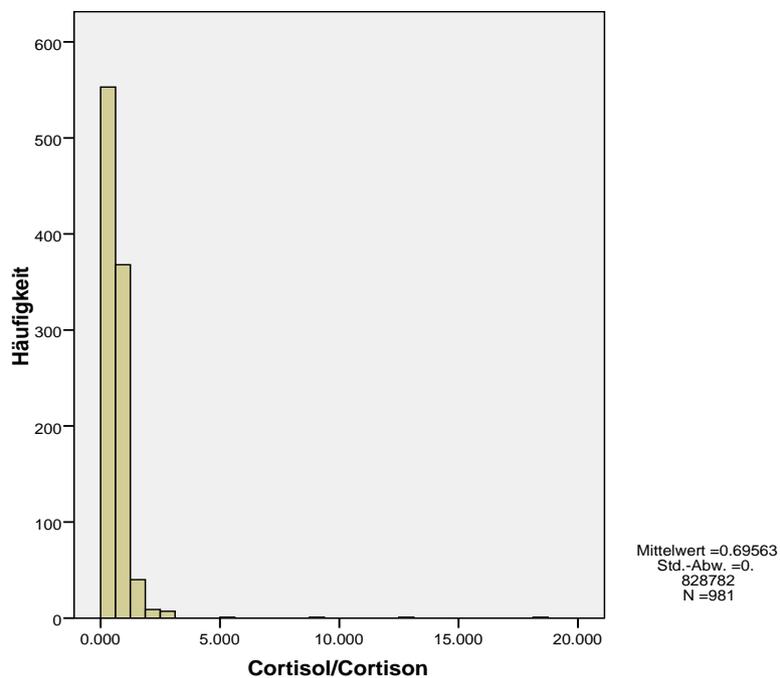


Abbildung 13.3-6: Verteilung des Verhältnisses der Konzentrationen von freiem Cortisol zu Cortison im Morgenurin (ungewichtet)

13.3.3 Verteilungskennwerte

In *Tabelle 13.3-1* sind Verteilungskennwerte der Stresshormon-Variablen aufgelistet. Angegeben sind der verfügbare Stichprobenumfang, der Anteil von Messwerten oberhalb der Bestimmungsgrenze, der arithmetische und geometrische Mittelwert, das 95% Konfidenzintervall für den geometrischen Mittelwert, der maximale Messwert sowie die Verteilungsperzentile 10, 50, 90, 95 und 98.

Tabelle 13.3-1: Verteilungskennwerte der Stresshormone im Morgenurin (gewichtet)

	N	% _≥ BG	P10	P50	P90	P95	P98	MAX	AM	GM	95%CI GM
Noradrenalin/ Creatinin [µg/g]	994	100	15.6	25.7	39.5	48.0	59.6	146.5	27.6	25.5	24.9 - 26.1
Adrenalin/ Creatinin [µg/g]	994	34	<3.0	<3.0	11.7	17.1	21.8	41.7	3.8	2.1	2.0 - 2.2
Cortisol (freies)/ Creatinin [µg/g]	1028	100	4.4	15.7	39.6	52.1	73.7	343.3	20.6	14.4	13.7 - 15.2
20-α-Dihydrocortisol/ Creatinin [µg/g]	1039	100	15.5	32.1	62.7	79.8	117.0	261.8	37.9	31.8	30.7 - 32.9
20-α-Dihydrocortisol/ Cortisol (freies)	1024	100	1.0	2.2	4.9	6.4	10.3	20.5	2.7	2.2	2.1 - 2.3
Cortisol (freies)/ Cortison	1011	100	0.3	06	1.0	1.3	1.9	18.1	0.7	0.6	0.5 - 0.6

Anmerkungen: N = Stichprobenumfang; %_≥BG = Anteil der Werte ab der Bestimmungsgrenze; P10, P50, P90, P95, P98 = Perzentile; MAX = Maximalwert; AM = arithmetisches Mittel; GM = geometrisches Mittel; 95%CI GM = approximatives 95%-Konfidenzintervall für GM; Werte unter BG sind als BG/2 berücksichtigt.

Teil F: Zusammenhänge zwischen Freizeitlärm und Hörfähigkeit

14 Statistisches Modell

Zusammenhänge zwischen potenziell Gehörschäden hervorrufenden Expositionsvariablen und Variablen des Hörtests wurden überwiegend mittels multipler logistischer Regressionsanalysen (SPSS-Prozedur Logistic Regression) untersucht. Im logistischen Regressionsmodell wurden der Hörverlust (dichotome Variable: vorhanden vs. nicht vorhanden nach Definition des Hörverlustkriteriums) als abhängige und die vermuteten Einflussgrößen als unabhängige Variablen behandelt. Als Effektmessgrößen wurden Odds Ratios mit zugehörigen 95%-Konfidenzintervallen als Schätzer für das jeweilige relative Risiko berechnet. Das Odds Ratio beschreibt das relative Risiko pro Änderung der Expositionsvariablen um eine Einheit. Ein Odds Ratio über 1.0 entspricht einer Zunahme des Risikos mit steigender Exposition, ein Odds Ratio unter 1.0 eine Abnahme. Da der KiGGS/KUS eine Querschnittsstudie ist, werden Prävalenz Odds Ratios berechnet.

Für jede Fragestellung wurden zunächst univariate Berechnungen (nur die interessierende Einflussvariable im Modell) berechnet. Dann wurden im multiplen Regressionsmodell, zunächst das Alter (kontinuierlich in Jahren) und das Geschlecht (2 Kategorien: Jungen vs. Mädchen) berücksichtigt. Im erweiterten Modell wurden dann als zusätzliche Kovariaten die Gebietszugehörigkeit (2 Kategorien: neue Bundesländer vs. alte Bundesländer), die Gemeindegrößenklasse (2 Kategorien: >100,000 Einwohner vs. ≤100,000 Einwohner), der sozioökonomischer Status (3 Kategorien: niedrig, mittel vs. hoch) und der Migrantenstatus (2 Kategorien: Migrant vs. kein Migrant) zur statistischen Confounder-Kontrolle hinzugefügt. Die statistische Signifikanz einzelner Kovariaten war dabei kein Ein- oder Ausschlusskriterium. Bei kategorialen Expositionsfaktoren wurde aus Anzahlgründen auf die Berücksichtigung weiterer Kovariaten außer Alter und Geschlecht verzichtet. In den Ergebnistabellen sind nur die Effektschätzer der jeweils interessierenden Einflussgröße für die drei Modellvarianten aufgeführt. Es wurden für verschiedene Hörverlustkriterien (vgl. *Kapitel 5.3*) jeweils alternative Berechnungen vorgenommen und nur solche Expositionsfaktoren betrachtet, für die eine nennenswerte Prävalenz der Exposition vorlag (vgl. *Kapitel 8*).

15 Hörschwellenmessung

15.1 Tragbare Musikabspielgeräte

Tabelle 15.1-1 gibt die Ergebnisse verschiedener Modellrechnungen für den Zusammenhang zwischen der tägliche Hördauer [Stunden pro Tag] mit tragbaren Musikabspielgeräten (Walkman, Ipod, MP3-Player etc.) und der Hörfähigkeit der 11-14jährige Kinder wieder. Besonders auch bei dem für lärmbedingte Gehörschäden relevanten Hochtonbereich (3-6 kHz) zeigen sich keine statistisch gesicherten Zusammenhänge. Tendenziell sinkt mit zunehmender täglicher Hördauer die Prävalenz einer auffälligen Hörminderung. Dieser Befund ist unerwartet und kann an Selbstselektionseinflüssen (gehörempfindliche Personen vermeiden eine übermäßige Exposition), Expositionsfehlklassifikation (die Hördauer muss nicht mit hoher Hörlautstärke einhergehen) oder an einer zu kurzen Lebenszeit-Exposition der untersuchten Altersgruppe liegen, um nachhaltige und mit Screening-Methoden messbare Gehörschäden hervorzurufen. Allerdings lassen sich auch bezüglich des Konstrukts der Dosisvariablen (Lebenszeitexposition [Stunden]) selbst andeutungsweise keine Zusammenhänge zwischen dem Musikhören mit tragbaren Musikabspielgeräten und der Hörfähigkeit erkennen. Dies kann *Tabelle 15.1-2* entnommen werden. Die Odds Ratios bewegen sich bei allen Modellvarianten dicht um die 1. Im Interview wurde zwischen den Jahren des Hörens mit tragbaren Musikabspielgeräten insgesamt und den Jahren des Hörens mit der aktuell üblicherweise eingestellten Musikhörlautstärke unterschieden. Auch bei Berücksichtigung nur der aktuellen Musikhörlautstärke ergaben sich keine Hinweise auf einen statistischen Zusammenhang zwischen den beiden Variablen (*Tabelle 15.1-3*).

Des Weiteren wurde geprüft, ob die Lautstärke beim Musikhören mit tragbaren Musikabspielgeräten (nach Selbstangabe) einen Einfluss auf die Hörfähigkeit hat. Die Kinder konnten anhand einer Skala ('sehr leise', 'ziemlich leise', 'mittelmäßig', 'ziemlich laut', 'sehr laut') ihre übliche Hörlautstärke beschreiben. Bei diesen Auswertungen zeigten sich ebenfalls keine Zusammenhänge mit der Hörfähigkeit. Die Ergebnisse können *Tabelle 15.1-4* entnommen werden.

Schließlich wurden auch Wechselwirkungen zwischen der täglichen Hördauer und der Lebenszeit-Hördauer einerseits und der Musikhörlautstärke andererseits in den Modellrechnungen berücksichtigt. Die Angaben zur Musikhörlautstärke wurden dazu dichotomisiert ('ziemlich

laut' + 'sehr laut' vs. der Rest). Die Ergebnisse der zugehörigen Modellberechnungen sind in den *Tabellen 15.1-5 und 15.1-6* wiedergegeben. Auch dies führte auf keinen weitergehenden Erkenntnisgewinn.

In der Literatur wird mitunter berichtet, dass die Hörschallpegel bei portablen Audiogeräten i. A. doch nicht so hoch eingestellt werden, dass langfristig ein nachhaltig erhöhtes Gehörschadensrisiko für große Bevölkerungsgruppen besteht und dem Besuch von Diskotheken und Rock/Pop-Konzerten wegen der höheren Schallpegel an diesen Orten eine etwas größere Bedeutung für die Entstehung von Gehörschäden beigemessen wird³⁰⁶. Allerdings sind die entsprechenden wöchentlichen Expositionszeiten dort geringer^{106,122,123,168}. Einige Autoren erachten Impulsschallquellen als bedeutsamer als Musikschaallquellen für die Verbreitung von Gehörschäden bei Jugendlichen^{99,159}. Möglicherweise trägt das Energie-Äquivalenzprinzip⁸⁸ nicht ausreichend der Tatsache Rechnung, dass Freizeitlärmwirkungen üblicherweise von Lärmpausen durchsetzt sind, in denen sich eine gewisse Gehörerholung einstellt, was zu einer Überschätzung des Gehörschadensrisikos im Vergleich zu Dauerlärm am Arbeitsplatz führt^{106,182}. Auf der Grundlage der von arbeitsmedizinischen Erkenntnissen wird andererseits geschätzt, dass 5-10 % der jugendlichen Benutzer von portablen Audiogeräten ein erhöhtes Risiko haben, nach 5 Jahren oder mehr einen dauerhaften Gehörschaden davontragen^{123,307,308}. Dies betrifft jedoch nur diejenigen mit extremen Musikhörgewohnheiten, die täglich mehr als 1 Stunde und zugleich bei sehr hohen Lautstärken hören. Kinder mit solchen Gewohnheiten waren in der KUS-Stichprobe nur wenig vertreten. Aus Tierexperimenten wurde zudem die Vermutung abgeleitet, dass die Empfindlichkeit für lärmbedingten Hörverlust mit dem Alter ansteigt^{309,310}.

Tabelle 15.1-1: Logistische Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen Hörfähigkeit und Benutzungshäufigkeit von tragbaren Musikabspielgeräten, tägliche Hördauer (ungewichtet)

Tragbare Musikabspielgeräte - tägliche Hördauer [Stunden am Tag] n = 567 Kinder, 11-14 Jahre	Signifikanz p	Odds Ratio OR	95% Konfidenzintervall CI	
			Unterer Wert	Oberer Wert
Hörverlustkriterium:				
≥20 dB, 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.278	0.765	0.471	1.242
+ Alter / Geschlecht	0.236	.739	0.448	1.219
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.278	0.754	0.454	1.255
>20 dB, 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.638	1.132	0.676	1.895
+ Alter / Geschlecht	0.736	1.097	0.640	1.878
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.816	1.069	0.608	1.881
≥20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.184	0.797	0.571	1.114
+ Alter / Geschlecht	0.190	0.795	0.564	1.121
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.276	0.826	0.585	1.166
>20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.041	0.521	0.279	0.974
+ Alter / Geschlecht	0.038	0.508	0.269	.962
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.048	0.519	0.271	0.995
>20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr, wobei Δ Höerverlust 3-6 kHz minus 1-2 kHz ≥10 dB (BGA)				
Univariat	0.164	0.639	0.340	1.201
+ Alter / Geschlecht	0.140	0.614	0.321	1.173
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.184	0.643	0.335	1.234
≥20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr, wobei Δ Höerverlust 3-6 kHz minus 1-2 kHz ≥15 dB und Höerverlust 1-2 kHz ≤ 20 dB (STRUWE)				
Univariat	0.626	0.899	0.586	1.379
+ Alter / Geschlecht	0.564	0.877	0.563	1.368
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.699	0.915	0.584	1.435
Δ Höerverlust 3-6 kHz minus 1 kHz ≥15 dB wobei Höerverlust 1 kHz ≤ 15 dB (NHANES)				
Univariat	0.782	0.962	0.729	1.268
+ Alter / Geschlecht	0.690	0.943	0.707	1.257
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.815	0.966	0.720	1.295

Alter: pro Jahr (11-14), Geschlecht: Referenz Mädchen, Gebiet: Referenz alte Länder, Migrantenstatus: Referenz kein Migrant, Gemeindegrößeklasse: Referenz unter 100,000 Einwohner, Sozio-ökonomischer Status: Referenz hoch
BGA = Hörverlustkriterium nach "BGA"-Studien, STRUWE = Hörverlustkriterium nach "Struwe"-Studien, NHANES = Hörverlustkriterium in Anlehnung an die "NHANES"-Studien

Tabelle 15.1-2: Logistische Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen Hörfähigkeit und Benutzungshäufigkeit von tragbaren Musikabspielgeräten, Lebenszeitexposition (ungewichtet)

Tragbare Musikabspielgeräte - Lebenszeitexposition [100 Stunden] n = 567 Kinder, 11-14 Jahre	Signifikanz p	Odds Ratio OR	95% Konfidenzintervall CI	
			Unterer Wert	Oberer Wert
Hörverlustkriterium:				
≥20 dB, 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.809	0.996	0.965	1.028
+ Alter / Geschlecht	0.715	0.994	0.961	1.027
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.784	0.995	0.963	1.029
>20 dB, 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.207	1.018	0.990	1.047
+ Alter / Geschlecht	0.242	1.018	0.988	1.048
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.365	1.014	0.984	1.045
≥20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.774	0.997	0.974	1.020
+ Alter / Geschlecht	0.849	0.998	0.975	1.021
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.981	1.000	0.977	1.023
>20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.391	0.982	0.941	1.024
+ Alter / Geschlecht	0.415	0.982	0.940	1.026
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.429	0.983	0.941	1.026
>20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr, wobei Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1-2 kHz ≥10 dB (BGA)				
Univariat	0.686	0.992	0.953	1.032
+ Alter / Geschlecht	0.676	0.991	0.951	1.033
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.740	0.993	0.953	1.035
≥20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr, wobei Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1-2 kHz ≥15 dB und Höverlust 1-2 kHz ≤ 20 dB (STRUWE)				
Univariat	0.507	0.987	0.951	1.025
+ Alter / Geschlecht	0.481	0.986	0.947	1.026
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.566	0.988	0.950	1.029
Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1 kHz ≥15 dB wobei Höverlust 1 kHz ≤ 15 dB (NHANES)				
Univariat	0.335	0.988	0.964	1.012
+ Alter / Geschlecht	0.302	0.987	0.962	1.012
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.337	0.988	0.963	1.013

Alter: pro Jahr (11-14), Geschlecht: Referenz Mädchen, Gebiet: Referenz alte Länder, Migrantenstatus: Referenz kein Migrant, Gemeindegrößeklasse: Referenz unter 100,000 Einwohner, Sozio-ökonomischer Status: Referenz hoch
BGA = Hörverlustkriterium nach "BGA"-Studien, STRUWE = Hörverlustkriterium nach "Struwe"-Studien, NHANES = Hörverlustkriterium in Anlehnung an die "NHANES"-Studien

Tabelle 15.1-3: Logistische Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen Hörfähigkeit und Benutzungshäufigkeit von tragbaren Musikabspielgeräten, Lebenszeitexposition mit aktueller Hördauer (ungewichtet)

Tragbare Musikabspielgeräte - Lebenszeitexposition mit aktueller Hördauer [100 Stunden] n = 567 Kinder, 11-14 Jahre	Signifikanz p	Odds Ratio OR	95% Konfidenzintervall CI	
			Unterer Wert	Oberer Wert
Hörverlustkriterium:				
Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1 kHz ≥15 dB wobei Höverlust 1 kHz ≤ 15 dB (NHANES)				
Univariat	0.730	0.992	0.946	1.040
+ Alter / Geschlecht	0.694	0.990	0.943	1.040
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.655	0.989	0.940	1.039

Alter: pro Jahr (11-14), Geschlecht: Referenz Mädchen, Gebiet: Referenz alte Länder, Migrantenstatus: Referenz kein Migrant, Gemeindegrößenklasse: Referenz unter 100,000 Einwohner, Sozio-ökonomischer Status: Referenz hoch
 BGA = Hörverlustkriterium nach "BGA"-Studien, STRUWE = Hörverlustkriterium nach "Struwe"-Studien, NHANES = Hörverlustkriterium in Anlehnung an die "NHANES"-Studien

Tabelle 15.1-4: Logistische Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen Hörfähigkeit und Hörlautstärke bei Benutzung von tragbaren Musikabspielgeräten, (ungewichtet)

Tragbare Musikabspielgeräte - Hörlautstärke [5-stufige Skala] n = 567 Kinder, 11-14 Jahre	Signifikanz p	Odds Ratio OR	95% Konfidenzintervall CI	
			Unterer Wert	Oberer Wert
Hörverlustkriterium:				
>20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat (Referenz 'sehr leise')	0.942			
'ziemlich leise'	0.541	0.623	0.137	2.842
'mittelmäßig'	0.674	0.876	0.473	1.623
'ziemlich laut'	0.523	0.730	0.279	1.914
'sehr laut'	0.657	0.708	0.154	3.252
+ Alter / Geschlecht	0.959			
'ziemlich leise'	0.594	0.660	0.144	3.034
'mittelmäßig'	0.731	0.896	0.478	1.679
'ziemlich laut'	0.539	0.736	0.277	1.957
'sehr laut'	0.695	0.735	0.158	3.425
>20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr, wobei Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1-2 kHz ≥10 dB (BGA)				
Univariat (Referenz 'sehr leise')	0.932			
'ziemlich leise'	0.967	1.033	0.218	4.895
'mittelmäßig'	0.581	1.225	0.596	2.520
'ziemlich laut'	0.991	0.994	0.336	2.934
'sehr laut'	0.588	0.562	0.070	4.524
+ Alter / Geschlecht	0.927			
'ziemlich leise'	0.915	1.089	0.228	5.208
'mittelmäßig'	0.566	1.240	0.596	2.581
'ziemlich laut'	0.974	0.982	0.327	2.947
'sehr laut'	0.600	0.570	0.070	4.661
Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1 kHz ≥15 dB wobei Höverlust 1 kHz ≤ 15 dB (NHANES)				
Univariat (Referenz 'sehr leise')	0.679			
'ziemlich leise'	0.299	0.580	0.208	1.622
'mittelmäßig'	0.807	0.948	0.617	1.456
'ziemlich laut'	0.875	0.951	0.509	1.778
'sehr laut'	0.242	0.511	0.166	1.573
+ Alter / Geschlecht	0.927			
'ziemlich leise'	0.686			
'mittelmäßig'	0.324	0.594	0.211	1.673
'ziemlich laut'	0.768	0.936	0.604	1.451
'sehr laut'	0.766	0.908	0.479	1.719

Alter: pro Jahr (11-14), Geschlecht: Referenz Mädchen

BGA = Hörverlustkriterium nach "BGA"-Studien, NHANES = Hörverlustkriterium in Anlehnung an die "NHANES"-Studien

*Tabelle 15.1-5: Logistische Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen Hörfähigkeit und Benutzung von tragbaren Musikabspielgeräten
Wechselwirkung tägliche Hördauer * Hörlautstärke (ungewichtet)*

Tragbare Musikabspielgeräte - tägliche Hördauer * Hörlautstärke n = 567 Kinder, 11-14 Jahre	Signifikanz p	Odds Ratio OR	95% Konfidenzintervall CI	
			Unterer Wert	Oberer Wert
Hörverlustkriterium:				
>20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Ohne Kovariaten				
Hörlautstärke ['hoch' vs. 'niedrig']	0.888	1.070	0.414	2.765
Tägliche Hördauer [h]	0.062	0.433	0.180	1.041
Wechselwirkung	0.630	1.373	0.379	4.974
+ Alter / Geschlecht				
Hörlautstärke ['hoch' vs. 'niedrig']	0.879	1.077	0.413	2.808
Tägliche Hördauer [h]	0.057	0.426	0.177	1.025
Wechselwirkung	0.643	1.359	0.371	4.975
>20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr, wobei Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1-2 kHz ≥10 dB (BGA)				
Ohne Kovariaten				
Hörlautstärke ['hoch' vs. 'niedrig']	0.620	1.303	0.457	3.718
Tägliche Hördauer [h]	0.321	0.656	0.286	1.508
Wechselwirkung	0.799	0.836	0.210	3.324
+ Alter / Geschlecht				
Hörlautstärke ['hoch' vs. 'niedrig']	0.620	1.308	0.453	3.778
Tägliche Hördauer [h]	0.283	0.633	0.274	1.459
Wechselwirkung	0.791	0.827	0.203	3.363
Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1 kHz ≥15 dB wobei Höverlust 1 kHz ≤ 15 dB (NHANES)				
Ohne Kovariaten				
Hörlautstärke ['hoch' vs. 'niedrig']	0.511	1.240	0.653	2.354
Lebenszeitexposition [100 Stunden]	0.663	1.086	0.749	1.575
Wechselwirkung	0.345	0.744	0.403	1.375
+ Alter / Geschlecht				
Hörlautstärke ['hoch' vs. 'niedrig']	0.536	1.228	0.641	2.352
Lebenszeitexposition [100 Stunden]	0.774	1.057	0.723	1.545
Wechselwirkung	0.372	0.752	0.403	1.406

Alter: pro Jahr (11-14), Geschlecht: Referenz Mädchen
BGA = Hörverlustkriterium nach "BGA"-Studien

*Table 15.1-6: Logistische Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen Hörfähigkeit und Benutzung von tragbaren Musikabspielgeräten, Wechselwirkung Lebenszeitexposition * Hörlautstärke (ungewichtet)*

Tragbare Musikabspielgeräte - Lebenszeitexposition * Hörlautstärke n = 567 Kinder, 11-14 Jahre	Signifikanz p	Odds Ratio OR	95% Konfidenzintervall CI	
			Unterer Wert	Oberer Wert
Hörverlustkriterium:				
>20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Ohne Kovariaten				
Hörlautstärke ['hoch' vs. 'niedrig']	0.642	0.818	0.350	1.912
Lebenszeitexposition [100 Stunden]	0.158	0.932	0.845	1.028
Wechselwirkung	0.210	1.070	0.963	1.190
+ Alter / Geschlecht				
Hörlautstärke ['hoch' vs. 'niedrig']	0.631	0.811	0.344	1.910
Lebenszeitexposition [100 Stunden]	0.156	0.931	0.843	1.028
Wechselwirkung	0.202	1.072	0.963	1.193
>20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr, wobei Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1-2 kHz ≥10 dB (BGA)				
Ohne Kovariaten				
Hörlautstärke ['hoch' vs. 'niedrig']	0.785	0.877	0.342	2.249
Lebenszeitexposition [100 Stunden]	0.415	0.962	0.876	1.056
Wechselwirkung	0.453	1.040	0.939	1.152
+ Alter / Geschlecht				
Hörlautstärke ['hoch' vs. 'niedrig']	0.753	0.858	0.331	2.226
Lebenszeitexposition [100 Stunden]	0.389	0.959	0.872	1.055
Wechselwirkung	0.423	1.043	.940	1.158
Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1 kHz ≥15 dB wobei Höverlust 1 kHz ≤ 15 dB (NHANES)				
Ohne Kovariaten				
Hörlautstärke ['hoch' vs. 'niedrig']	0.761	1.093	0.617	1.936
Lebenszeitexposition [100 Stunden]	0.511	0.984	0.939	1.032
Wechselwirkung	0.905	1.003	0.948	1.062
+ Alter / Geschlecht				
Hörlautstärke ['hoch' vs. 'niedrig']	0.829	1.066	0.597	1.903
Lebenszeitexposition [100 Stunden]	0.432	0.981	0.934	1.029
Wechselwirkung	0.822	1.007	0.950	1.066

Alter: pro Jahr (11-14), Geschlecht: Referenz Mädchen
BGA = Hörverlustkriterium nach "BGA"-Studien

15.2 Diskotheken- und Musikclubbesuche

Tabelle 15.2-1 gibt die Ergebnisse verschiedener Modellrechnungen für den Zusammenhang zwischen der monatlichen Besuchshäufigkeit [Anzahl/Monat] von Diskotheken oder Musikclubs und der Hörfähigkeit der 11-14jährige Kinder wieder. Auch, wenn die Kinder im KUS eigentlich noch zu jung sein sollten, um über diesen Weg nachhaltige Schallexpositionen erfahren zu haben, zeigen die Ergebnisse, dass sich besonders bezüglich der kombinierten Hörverlustkriterien (Hörverlust im Hochtonbereich bei 3-6 kHz vs. 1-2 kHz) positive Zusammenhänge mit der monatlichen Besuchshäufigkeit andeuten (höheres Risiko bei häufigeren besuchen), die bei einem der gewählten Hörverlustkriterium ("NHANES") statistisch signifikant sind ($p < 0.05$). Ob dies einen zufälligen Befund darstellt oder einen wahren Zusammenhang beschreibt bleibt offen. Da sich bei anderen Hörverlustkriterien auch andeutungsweise keine entsprechenden Zusammenhänge zeigten, wird dem Befund hier nicht allzu viel Bedeutung beigemessen. Bezüglich der Lebenszeitexposition [Anzahl von Besuchen] zeigen sich entsprechende Zusammenhänge, die aber nicht signifikant sind ($p < 0.15$). Die Ergebnisse sind in *Tabelle 15.2-2* und *15.2-3* für die Jahre des Besuchs solcher Orte insgesamt sowie für die Jahre mit der gegenwärtig ausgeübten (Zeitpunkt des Interviews) Besuchintensität wiedergegeben.

Wechselwirkungen mit der subjektiv beurteilten Lautstärke an den besuchten Orten wurden aus Anzahlgründen nicht berechnet (vgl. *Kapitel 8.4*).

Tabelle 15.2-1: Logistische Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen Hörfähigkeit und Diskothek-Besuchshäufigkeit (ungewichtet)

Diskotheken - Besuchshäufigkeit [Anzahl/Monat] n = 567 Kinder, 11-14 Jahre	Signifikanz p	Odds Ratio OR	95% Konfidenzintervall CI	
			Unterer Wert	Oberer Wert
Hörverlustkriterium:				
≥20 dB, 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.953	0.984	0.571	1.696
+ Alter / Geschlecht	0.930	0.976	0.564	1.689
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.784	0.926	0.536	1.601
>20 dB, 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.932	0.964	0.412	2.254
+ Alter / Geschlecht	0.851	0.918	0.377	2.235
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.815	0.893	0.346	2.306
≥20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.990	0.998	0.675	1.473
+ Alter / Geschlecht	0.994	1.001	0.673	1.490
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.922	1.020	0.680	1.531
>20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.304	1.225	0.832	1.804
+ Alter / Geschlecht	0.289	1.239	0.834	1.839
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.140	1.375	0.900	2.099
>20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr, wobei Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1-2 kHz ≥10 dB (BGA)				
Univariat	0.156	1.322	0.899	1.944
+ Alter / Geschlecht	0.166	1.322	0.891	1.961
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.081	1.446	0.956	2.188
≥20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr, wobei Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1-2 kHz ≥15 dB und Höverlust 1-2 kHz ≤ 20 dB (STRUWE)				
Univariat	0.834	1.052	0.652	1.700
+ Alter / Geschlecht	0.896	1.034	0.629	1.698
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.659	1.126	0.665	1.907
Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1 kHz ≥15 dB wobei Höverlust 1 kHz ≤ 15 dB (NHANES)				
Univariat	0.011	1.779	1.144	2.765
+ Alter / Geschlecht	0.014	1.744	1.120	2.713
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.007	1.826	1.180	2.828

Alter: pro Jahr (11-14), Geschlecht: Referenz Mädchen, Gebiet: Referenz alte Länder, Migrantenstatus: Referenz kein Migrant, Gemeindegrößenklasse: Referenz unter 100,000 Einwohner, Sozio-ökonomischer Status: Referenz hoch
BGA = Hörverlustkriterium nach "BGA"-Studien, STRUWE = Hörverlustkriterium nach "Struwe"-Studien, NHANES = Hörverlustkriterium in Anlehnung an die "NHANES"-Studien

Tabelle 15.2-2: *Logistische Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen Hörfähigkeit und Diskothek-Besuchshäufigkeit, Lebenszeitexposition (ungewichtet)*

Diskotheken - Lebenszeitexposition [Anzahl] n = 567 Kinder, 11-14 Jahre	Signifikanz p	Odds Ratio OR	95% Konfidenzintervall CI	
			Unterer Wert	Oberer Wert
Hörverlustkriterium:				
≥20 dB, 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.980	1.000	0.970	1.030
+ Alter / Geschlecht	0.938	0.999	0.969	1.030
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.798	0.996	0.966	1.027
>20 dB, 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.680	1.006	0.978	1.035
+ Alter / Geschlecht	0.751	1.005	0.975	1.035
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.711	1.006	0.973	1.041
≥20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.800	0.997	0.972	1.022
+ Alter / Geschlecht	0.835	0.997	0.973	1.023
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.939	0.999	0.974	1.025
>20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.715	1.004	0.981	1.028
+ Alter / Geschlecht	0.674	1.005	0.982	1.029
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.355	1.012	0.987	1.038
>20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr, wobei Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1-2 kHz ≥10 dB (BGA)				
Univariat	0.525	1.007	0.985	1.030
+ Alter / Geschlecht	0.525	1.007	0.985	1.030
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.297	1.013	0.989	1.037
≥20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr, wobei Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1-2 kHz ≥15 dB und Höverlust 1-2 kHz ≤ 20 dB (STRUWE)				
Univariat	0.648	0.986	0.927	1.048
+ Alter / Geschlecht	0.632	0.984	0.922	1.051
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.744	0.989	0.925	1.057
Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1 kHz ≥15 dB wobei Höverlust 1 kHz ≤ 15 dB (NHANES)				
Univariat	0.138	1.024	0.992	1.057
+ Alter / Geschlecht	0.145	1.024	0.992	1.057
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.082	1.028	0.997	1.060

Alter: pro Jahr (11-14), Geschlecht: Referenz Mädchen, Gebiet: Referenz alte Länder, Migrantenstatus: Referenz kein Migrant, Gemeindegrößenklasse: Referenz unter 100,000 Einwohner, Sozio-ökonomischer Status: Referenz hoch
BGA = Hörverlustkriterium nach "BGA"-Studien, STRUWE = Hörverlustkriterium nach "Struwe"-Studien, NHANES = Hörverlustkriterium in Anlehnung an die "NHANES"-Studien

Tabelle 15.2-3: Logistische Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen Hörfähigkeit und Diskothek-Besuchshäufigkeit, Lebenszeitexposition mit aktueller Besuchshäufigkeit (ungewichtet)

Diskotheken - Lebenszeitexposition mit aktueller Besuchshäufigkeit [Anzahl] n = 567 Kinder, 11-14 Jahre	Signifikanz p	Odds Ratio OR	95% Konfidenzintervall CI	
			Unterer Wert	Oberer Wert
Hörverlustkriterium:				
Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1 kHz ≥15 dB wobei Höverlust 1 kHz ≤ 15 dB (NHANES)				
Univariat	0.094	1.027	0.995	1.059
+ Alter / Geschlecht	0.103	1.027	0.995	1.059
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.035	1.034	1.002	1.067

Alter: pro Jahr (11-14), Geschlecht: Referenz Mädchen, Gebiet: Referenz alte Länder, Migrantenstatus: Referenz kein Migrant, Gemeindegrößeklasse: Referenz unter 100,000 Einwohner, Sozio-ökonomischer Status: Referenz hoch
BGA = Hörverlustkriterium nach "BGA"-Studien, STRUWE = Hörverlustkriterium nach "Struwe"-Studien, NHANES = Hörverlustkriterium in Anlehnung an die "NHANES"-Studien

15.3 Konzertbesuche

Tabelle 15.3-1 gibt die Ergebnisse verschiedener Modellrechnungen für den Zusammenhang zwischen der jährlichen Besuchshäufigkeit [Anzahl/Jahr] von Konzerten und der Hörfähigkeit der 11-14jährigen Kinder wieder. Es deuten sich keine statistischen Zusammenhänge zwischen beiden Variablen an. Sicherlich kann auch hier davon ausgegangen werden, dass die Lebenszeitexposition bei den jungen Kindern noch zu gering war, um nachhaltige und messbare Schäden hervorzurufen.

Tabelle 15.3-1: Logistische Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen Hörfähigkeit und Konzert-Besuchshäufigkeit (ungewichtet)

Konzerte - Besuchshäufigkeit [Anzahl/Jahr] n = 567 Kinder, 11-14 Jahre	Signifikanz p	Odds Ratio OR	95% Konfidenzintervall CI	
			Unterer Wert	Oberer Wert
Hörverlustkriterium:				
≥20 dB, 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.257	0.809	0.562	1.167
+ Alter / Geschlecht	0.229	0.793	0.543	1.157
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.222	0.792	0.544	1.152
>20 dB, 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.102	0.217	0.035	1.353
+ Alter / Geschlecht	0.095	0.208	0.033	1.311
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.093	0.201	0.031	1.305
≥20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.515	0.944	0.793	1.123
+ Alter / Geschlecht	0.509	0.945	0.797	1.119
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.722	0.964	0.788	1.180
>20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.827	0.976	0.788	1.210
+ Alter / Geschlecht	0.804	0.974	0.792	1.198
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.927	1.013	0.776	1.321
>20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr, wobei Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1-2 kHz ≥10 dB (BGA)				
Univariat	0.957	1.006	0.819	1.235
+ Alter / Geschlecht	0.971	0.996	0.815	1.219
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.737	1.048	0.797	1.378
≥20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr, wobei Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1-2 kHz ≥15 dB und Höverlust 1-2 kHz ≤ 20 dB (STRUWE)				
Univariat	0.988	0.999	0.828	1.205
+ Alter / Geschlecht	0.896	0.988	0.822	1.187
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.925	1.012	0.786	1.304
Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1 kHz ≥15 dB wobei Höverlust 1 kHz ≤ 15 dB (NHANES)				
Univariat	0.818	1.015	0.896	1.148
+ Alter / Geschlecht	0.985	1.001	0.884	1.134
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.466	1.066	0.897	1.268

Alter: pro Jahr (11-14), Geschlecht: Referenz Mädchen, Gebiet: Referenz alte Länder, Migrantenstatus: Referenz kein Migrant, Gemeindegrößenklasse: Referenz unter 100,000 Einwohner, Sozio-ökonomischer Status: Referenz hoch
BGA = Hörverlustkriterium nach "BGA"-Studien, STRUWE = Hörverlustkriterium nach "Struwe"-Studien, NHANES = Hörverlustkriterium in Anlehnung an die "NHANES"-Studien

16 Gehörbeschwerden

16.1 Laute Musik

Die Tabellen 16.1-1 bis 16.1-3 zeigen die Ergebnisse logistischer Regressionsmodelle, in denen die subjektiven Angaben der 8-14jährigen Kinder bezüglich Ohrenschmerzen, Ohrengeräuschen und tauben Ohren nach dem Hören lauter Musik mit den Hörschwellen in Beziehung gesetzt werden (Gehörsymptome). Von der Tendenz her bestehen positive Zusammenhänge zwischen dem Bericht von Ohrenschmerzen nach lauter Musik und den Hörschwellen. Kinder mit entsprechend positiver Anamnese hörten häufiger schlechter, was der Erwartung entspricht. Aber auch gegenläufige Tendenzen wurden bei kombinierten Hörverlustkriterien gefunden. Insgesamt ließen sich keine statistisch gesicherten oder inhaltlich belastbaren Zusammenhänge ableiten. Nur in bei einer Analyse zeigte sich ein signifikanter positiver Zusammenhang im mittleren Frequenzbereich (1-2 kHz), die Konfidenzintervalle waren jedoch aufgrund geringer Anzahlen sehr groß.

In den Tabellen 16.1-4 bis 16.1-6 sind Zusammenhänge zwischen den Gehörsymptomen nach lauter Musik und den im Fragebogen angegebenen Musikhörgewohnheiten, Musikhören über tragbare Musikabspielgeräte [Stunden/Tag], Diskothekbesuche [Anzahl/Monat] und Konzertbesuche [Anzahl/Jahr] aufgeführt. Dies konnte nur bei den 11-14Jährigen untersucht werden. Zwischen Ohrgeräuschen nach lauter Musik (Tinnitus) und der Musikhördauer mit tragbaren Musikabspielgeräten über Kopfhörer und der Anzahl von Konzertbesuchen bestanden signifikante Zusammenhänge in Richtung einer höheren Prävalenz von temporärem Tinnitus mit häufiger Musikexposition (Odds Ratio: 1.36, 95% KI = 1.00-1.83, $p = 0.048$) bzw. (Odds Ratio: 1.17, 95% KI = 1.03-1.34, $p = 0.014$). Die Ergebnisse sind plausibel; entsprechende Ergebnisse wurden auch in vielen anderen Untersuchungen gefunden (*Kapitel 2.4.2*).

Tabelle 16.1-1: Logistische Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen Hörverlust und Ohrenschmerzen nach lauter Musik (ungewichtet)

Ohrenschmerzen nach lauter Musik [ja/nein] n = 959 Kinder, 8-14 Jahre	Signifikanz p	Odds Ratio OR	95% Konfidenzintervall CI	
			Unterer Wert	Oberer Wert
Hörverlustkriterium:				
≥20 dB, 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.410	1.459	0.594	3.585
+ Alter / Geschlecht	0.493	1.372	0.555	3.389
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.851	1.099	0.409	2.956
>20 dB, 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.006	3.638	1.445	9.159
+ Alter / Geschlecht	0.010	3.390	1.337	8.599
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.050	2.850	1.002	8.107
≥20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.508	1.286	0.610	2.710
+ Alter / Geschlecht	0.605	1.219	0.576	2.580
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.843	1.083	0.494	2.374
>20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.249	1.699	0.690	4.185
+ Alter / Geschlecht	0.318	1.589	0.640	3.947
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.511	1.394	0.517	3.757
>20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr, wobei Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1-2 kHz ≥10 dB (BGA)				
Univariat	0.442	1.520	0.522	4.420
+ Alter / Geschlecht	0.478	1.475	0.503	4.326
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.457	1.513	0.508	4.507
≥20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr, wobei Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1-2 kHz ≥15 dB und Höverlust 1-2 kHz ≤ 20 dB (STRUWE)				
Univariat	0.775	0.839	0.252	2.792
+ Alter / Geschlecht	0.807	0.860	0.257	2.877
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.902	0.926	0.273	3.147
Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1 kHz ≥15 dB wobei Höverlust 1 kHz ≤ 15 dB (NHANES)				
Univariat	0.413	0.705	0.305	1.630
+ Alter / Geschlecht	0.470	0.732	0.315	1.704
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.625	0.807	0.342	1.906

Alter: pro Jahr (8-14), Geschlecht: Referenz Mädchen, Gebiet: Referenz alte Länder, Migrantenstatus: Referenz kein Migrant, Gemeindegrößenklasse: Referenz unter 100.000 Einwohner, Sozio-ökonomischer Status: Referenz hoch
BGA = Hörverlustkriterium nach "BGA"-Studien, STRUWE = Hörverlustkriterium nach "Struwe"-Studien, NHANES = Hörverlustkriterium in Anlehnung an die "NHANES"-Studien

Tabelle 16.1-2: Logistische Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen Hörverlust und Ohrgeräuschen nach lauter Musik (ungewichtet)

Ohrgeräusche nach lauter Musik [ja/nein] n = 959 Kinder, 8-14 Jahre	Signifikanz p	Odds Ratio OR	95% Konfidenzintervall CI	
			Unterer Wert	Oberer Wert
Hörverlustkriterium:				
≥20 dB, 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.349	0.697	0.328	1.482
+ Alter / Geschlecht	0.406	0.725	0.340	1.547
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.421	0.731	0.342	1.566
>20 dB, 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.987	1.008	0.391	2.600
+ Alter / Geschlecht	0.894	1.067	0.412	2.764
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.775	1.151	0.438	3.023
≥20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.494	1.191	0.722	1.966
+ Alter / Geschlecht	0.407	1.238	0.747	2.051
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.389	1.250	0.752	2.078
>20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.375	0.696	0.312	1.550
+ Alter / Geschlecht	0.437	0.727	0.325	1.626
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.515	0.764	0.340	1.717
>20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr, wobei Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1-2 kHz ≥10 dB (BGA)				
Univariat	0.452	0.698	0.274	1.780
+ Alter / Geschlecht	0.474	0.710	0.277	1.816
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.502	0.723	0.281	1.859
≥20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr, wobei Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1-2 kHz ≥15 dB und Höverlust 1-2 kHz ≤ 20 dB (STRUWE)				
Univariat	0.585	1.214	0.605	2.435
+ Alter / Geschlecht	0.621	1.193	0.592	2.402
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.580	1.221	0.602	2.474
Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1 kHz ≥15 dB wobei Höverlust 1 kHz ≤ 15 dB (NHANES)				
Univariat	0.848	1.050	0.637	1.731
+ Alter / Geschlecht	0.940	1.020	0.616	1.686
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.835	1.055	0.635	1.755

Alter: pro Jahr (8-14), Geschlecht: Referenz Mädchen, Gebiet: Referenz alte Länder, Migrantenstatus: Referenz kein Migrant, Gemeindegrößenklasse: Referenz unter 100.000 Einwohner, Sozio-ökonomischer Status: Referenz hoch
BGA = Hörverlustkriterium nach "BGA"-Studien, STRUWE = Hörverlustkriterium nach "Struwe"-Studien, NHANES = Hörverlustkriterium in Anlehnung an die "NHANES"-Studien

Tabelle 16.1-3: Logistische Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen Hörverlust und tauben Ohren nach lauter Musik (ungewichtet)

Taube Ohren nach lauter Musik [ja/nein] n = 959 Kinder, 8-14 Jahre	Signifikanz p	Odds Ratio OR	95% Konfidenzintervall CI	
			Unterer Wert	Oberer Wert
Hörverlustkriterium:				
≥20 dB, 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.904	1.079	0.316	3.688
+ Alter / Geschlecht	0.896	1.086	0.316	3.727
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.843	1.134	0.327	3.933
>20 dB, 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.133	2.597	0.747	9.027
+ Alter / Geschlecht	0.115	2.739	0.783	9.579
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.091	3.015	0.838	10.846
≥20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.867	0.918	0.337	2.501
+ Alter / Geschlecht	0.947	0.966	0.353	2.644
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.961	1.026	0.372	2.828
>20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.721	1.251	0.365	4.285
+ Alter / Geschlecht	0.622	1.366	0.395	4.717
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.526	1.497	0.430	5.210
>20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr, wobei Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1-2 kHz ≥10 dB (BGA)				
Univariat	0.545	0.536	0.071	4.034
+ Alter / Geschlecht	0.590	0.574	0.076	4.338
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.647	0.623	0.082	4.730
≥20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr, wobei Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1-2 kHz ≥15 dB und Höverlust 1-2 kHz ≤ 20 dB (STRUWE)	Berechnung nicht möglich	Berechnung nicht möglich	Berechnung nicht möglich	Berechnung nicht möglich
Univariat	.	.	.	.
+ Alter / Geschlecht	.	.	.	.
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	.	.	.	.
Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1 kHz ≥15 dB wobei Höverlust 1 kHz ≤ 15 dB (NHANES)				
Univariat	0.692	0.817	0.300	2.224
+ Alter / Geschlecht	0.710	0.826	0.302	2.260
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.777	0.862	0.310	2.398

Alter: pro Jahr (8-14), Geschlecht: Referenz Mädchen, Gebiet: Referenz alte Länder, Migrantenstatus: Referenz kein Migrant, Gemeindegrößenklasse: Referenz unter 100,000 Einwohner, Sozio-ökonomischer Status: Referenz hoch
BGA = Hörverlustkriterium nach "BGA"-Studien, STRUWE = Hörverlustkriterium nach "Struwe"-Studien, NHANES = Hörverlustkriterium in Anlehnung an die "NHANES"-Studien

Tabelle 16.1-4: Logistische Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen Musikhören und Ohrenschmerzen nach lauter Musik (ungewichtet)

Ohrenschmerzen nach lauter Musik [ja/nein] n = 600 Kinder, 11-14 Jahre	Signifikanz p	Odds Ratio OR	95% Konfidenzintervall CI	
			Unterer Wert	Oberer Wert
Freizeitverhalten:				
Musikhören mit Kopfhörer (MP3 etc.) [Stunden/Tag]				
Univariat	0.742	0.864	0.361	2.067
+ Alter / Geschlecht	0.837	0.912	0.380	2.190
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.969	1.017	0.432	2.398
Diskothekbesuche [Anzahl/Monat]				
Univariat	0.682	1.164	0.562	2.414
+ Alter / Geschlecht	0.571	1.237	0.593	2.582
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.322	1.509	0.668	3.407
Konzertbesuche [Anzahl/Jahr]				
Univariat	0.394	1.082	0.903	1.297
+ Alter / Geschlecht	0.352	1.090	0.909	1.307
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.062	1.390	0.984	1.963

Alter: pro Jahr (11-14), Geschlecht: Referenz Mädchen, Gebiet: Referenz alte Länder, Migrantenstatus: Referenz kein Migrant, Gemeindegrößenklasse: Referenz unter 100,000 Einwohner, Sozio-ökonomischer Status: Referenz hoch

Tabelle 16.1-5: Logistische Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen Musikhören und Ohrgeräuschen nach lauter Musik (ungewichtet)

Ohrgeräusche nach lauter Musik [ja/nein] n = 600 Kinder, 11-14 Jahre	Signifikanz p	Odds Ratio OR	95% Konfidenzintervall CI	
			Unterer Wert	Oberer Wert
Freizeitverhalten:				
Musikhören mit Kopfhörer (MP3 etc.) [Stunden/Tag]				
Univariat	0.029	1.388	1.034	1.862
+ Alter / Geschlecht	0.048	1.355	1.003	1.832
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.113	1.310	0.938	1.830
Diskothekbesuche [Anzahl/Monat]				
Univariat	0.129	1.323	0.922	1.899
+ Alter / Geschlecht	0.189	1.280	0.886	1.851
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.221	1.272	0.865	1.872
Konzertbesuche [Anzahl/Jahr]				
Univariat	0.010	1.182	1.041	1.343
+ Alter / Geschlecht	0.014	1.174	1.033	1.335
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.002	1.374	1.012	1.687

Alter: pro Jahr (11-14), Geschlecht: Referenz Mädchen, Gebiet: Referenz alte Länder, Migrantenstatus: Referenz kein Migrant, Gemeindegrößenklasse: Referenz unter 100,000 Einwohner, Sozio-ökonomischer Status: Referenz hoch

Tabelle 16.1-6: Logistische Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen Musikhören und tauben Ohren nach lauter Musik (ungewichtet)

Taube Ohren nach lauter Musik [ja/nein] n = 600 Kinder, 11-14 Jahre	Signifikanz p	Odds Ratio OR	95% Konfidenzintervall CI	
			Unterer Wert	Oberer Wert
Freizeitverhalten:				
Musikhören mit Kopfhörer (MP3 etc.) [Stunden/Tag]				
Univariat	0.524	1.226	0.656	2.292
+ Alter / Geschlecht	0.744	1.119	0.572	2.188
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.346	1.471	0.660	3.282
Diskotheekbesuche [Anzahl/Monat]				
Univariat	0.638	1.188	0.579	2.435
+ Alter / Geschlecht	0.875	1.064	0.491	2.397
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.661	1.216	0.507	2.916
Konzertbesuche [Anzahl/Jahr]				
Univariat	0.393	0.616	0.203	1.872
+ Alter / Geschlecht	0.327	0.564	0.179	1.774
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.292	0.546	0.177	1.683

Alter: pro Jahr (11-14), Geschlecht: Referenz Mädchen, Gebiet: Referenz alte Länder, Migrantenstatus: Referenz kein Migrant, Gemeindegrößenklasse: Referenz unter 100,000 Einwohner, Sozio-ökonomischer Status: Referenz hoch

16.2 Andere Geräusche außer Musik

Die *Tabelle 16.2-1* zeigt die Ergebnisse logistischer Regressionsmodelle, in denen die subjektiven Angaben der 8-14jährigen Kinder bezüglich Ohrenbeschwerden ganz allgemein nach dem Einwirken anderer lauter Geräusche außer Musik mit den Hörschwellen in Beziehung gesetzt werden. Dabei wurden diese anderen Geräusche ebenso wie die Ohrbeschwerden zunächst nicht weiter spezifiziert. Es lassen sich keine Zusammenhänge in Richtung einer schlechteren Hörschwelle bei positiver Anamnese von Ohrenschmerzen feststellen. Tendenziell werden eher bessere Hörschwellen im Hochtonbereich bei Kindern beobachtet, die eine entsprechend positive Angabe machten. In einem Fall ('NHANES'-Hörverlustkriterium) ist der negative Zusammenhang sogar statistisch signifikant.

Bei spezifischer Auswertung bezüglich bestimmter im Fragebogen vorgegebener Schallquellen (Spielzeugpistole, Feuerwerk, Schreien ins Ohr) zeigen sich von der Tendenz her positive, aber nicht-signifikante, Zusammenhänge für Geräusche von Spielzeugpistolen. Dies ist in *Tabelle 16.2-2* wiedergegeben. Die Auswertungen bezüglich spezifischer Schallquellen

konnten nur für 11-14jährige Kinder durchgeführt werden, da diese Informationen nur in dieser Altersgruppe abgefragt wurden.

Bezüglich Feuerwerkskörper und Schreien ins Ohr bestanden eher negative Zusammenhänge in Richtung besseren Hörens bei positivem Schallerlebnis, die in einem Fall ('NHANES'-Hörverlustkriterium) signifikant waren. Die Ergebnisse können den *Tabellen 16.2-3 und 16.2-4* entnommen werden.

Tabelle 16.2-1: Logistische Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen Hörfähigkeit und Ohrenbeschwerden und anderen Geräusche außer Musik (ungewichtet)

Ohrenbeschwerden - Andere Geräusche außer Musik [ja/nein] n = 959 Kinder, 8-14 Jahre	Signifikanz p	Odds Ratio OR	95% Konfidenzintervall CI	
			Unterer Wert	Oberer Wert
Hörverlustkriterium:				
≥20 dB, 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.693	1.087	0.719	1.644
+ Alter / Geschlecht	0.560	1.132	0.746	1.718
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.757	1.069	0.700	1.632
>20 dB, 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.483	1.229	0.691	2.186
+ Alter / Geschlecht	0.473	1.237	0.692	2.210
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.764	1.095	0.604	1.986
≥20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.275	0.831	0.597	1.158
+ Alter / Geschlecht	0.209	0.807	0.577	1.128
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.192	0.798	0.569	1.120
>20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.389	0.818	0.518	1.292
+ Alter / Geschlecht	0.275	0.773	0.487	1.227
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.216	0.743	0.464	1.189
>20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr, wobei Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1-2 kHz ≥10 dB (BGA)				
Univariat	0.313	0.757	0.441	1.300
+ Alter / Geschlecht	0.206	0.703	0.407	1.214
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.224	0.711	0.410	1.232
≥20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr, wobei Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1-2 kHz ≥15 dB und Höverlust 1-2 kHz ≤ 20 dB (STRUWE)				
Univariat	0.265	0.758	0.466	1.233
+ Alter / Geschlecht	0.182	0.716	0.438	1.169
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.220	0.733	0.447	1.204
Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1 kHz ≥15 dB wobei Höverlust 1 kHz ≤ 15 dB (NHANES)				
Univariat	0.018	0.671	0.482	0.933
+ Alter / Geschlecht	0.007	0.630	0.450	0.881
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.008	0.633	0.451	0.888

Alter: pro Jahr (8-14), Geschlecht: Referenz Mädchen, Gebiet: Referenz alte Länder, Migrantenstatus: Referenz kein Migrant, Gemeindegrößenklasse: Referenz unter 100.000 Einwohner, Sozio-ökonomischer Status: Referenz hoch
BGA = Hörverlustkriterium nach "BGA"-Studien, STRUWE = Hörverlustkriterium nach "Struwe"-Studien, NHANES = Hörverlustkriterium in Anlehnung an die "NHANES"-Studien

Tabelle 16.2-2: Logistische Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen Hörfähigkeit und Ohrenbeschwerden nach Spielzeugpistole (ungewichtet)

Ohrenbeschwerden - Spielzeugpistole [ja/nein] n = 567 Kinder, 11-14 Jahre	Signifikanz p	Odds Ratio OR	95% Konfidenzintervall CI	
			Unterer Wert	Oberer Wert
Hörverlustkriterium:				
≥20 dB, 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.991	0.993	0.291	3.387
+ Alter / Geschlecht	0.873	1.106	0.321	3.817
>20 dB, 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.507	1.659	0.372	7.402
+ Alter / Geschlecht	0.521	1.641	0.361	7.447
≥20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.235	1.637	0.726	3.691
+ Alter / Geschlecht	0.315	1.523	0.670	3.460
>20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.494	1.464	0.491	4.367
+ Alter / Geschlecht	0.614	1.328	0.441	4.002
>20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr, wobei Δ Höerverlust 3-6 kHz minus 1-2 kHz ≥10 dB (BGA)				
Univariat	0.595	1.399	0.406	4.818
+ Alter / Geschlecht	0.704	1.274	0.365	4.441
≥20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr, wobei Δ Höerverlust 3-6 kHz minus 1-2 kHz ≥15 dB und Höerverlust 1-2 kHz ≤ 20 dB (STRUWE)				
Univariat	0.541	1.405	0.472	4.186
+ Alter / Geschlecht	0.669	1.272	0.422	3.834
Δ Höerverlust 3-6 kHz minus 1 kHz ≥15 dB wobei Höerverlust 1 kHz ≤ 15 dB (NHANES)				
Univariat	0.170	1.721	0.793	3.732
+ Alter / Geschlecht	0.243	1.595	0.728	3.493

Alter: pro Jahr (11-14), Geschlecht: Referenz Mädchen, Gebiet: Referenz alte Länder, Migrantenstatus: Referenz kein Migrant, Gemeindegrößenklasse: Referenz unter 100,000 Einwohner, Sozio-ökonomischer Status: Referenz hoch
BGA = Hörverlustkriterium nach "BGA"-Studien, STRUWE = Hörverlustkriterium nach "Struwe"-Studien, NHANES = Hörverlustkriterium in Anlehnung an die "NHANES"-Studien

Tabelle 16.2-3: *Logistische Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen Hörfähigkeit und Ohrenbeschwerden nach Feuerwerk (ungewichtet)*

Ohrenbeschwerden - Feuerwerk [ja/nein] n = 567 Kinder, 11-14 Jahre	Signifikanz p	Odds Ratio OR	95% Konfidenzintervall CI	
			Unterer Wert	Oberer Wert
Hörverlustkriterium:				
≥20 dB, 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.514	0.745	0.308	1.801
+ Alter / Geschlecht	0.662	0.819	0.335	2.003
>20 dB, 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.462	0.577	0.133	2.500
+ Alter / Geschlecht	0.425	0.547	0.124	2.407
≥20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.977	0.991	0.547	1.796
+ Alter / Geschlecht	0.770	0.914	0.500	1.671
>20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.173	0.482	0.169	1.375
+ Alter / Geschlecht	0.113	0.426	0.148	1.226
>20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr, wobei Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1-2 kHz ≥10 dB (BGA)				
Univariat	0.438	0.658	0.228	1.896
+ Alter / Geschlecht	0.323	0.583	0.200	1.701
≥20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr, wobei Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1-2 kHz ≥15 dB und Höverlust 1-2 kHz ≤ 20 dB (STRUWE)				
Univariat	0.807	0.902	0.393	2.068
+ Alter / Geschlecht	0.599	0.798	0.343	1.854
Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1 kHz ≥15 dB wobei Höverlust 1 kHz ≤ 15 dB (NHANES)				
Univariat	0.468	0.807	0.453	1.438
+ Alter / Geschlecht	0.279	0.723	0.401	1.302

Alter: pro Jahr (11-14), Geschlecht: Referenz Mädchen, Gebiet: Referenz alte Länder, Migrantenstatus: Referenz kein Migrant, Gemeindegroßenklasse: Referenz unter 100,000 Einwohner, Sozio-ökonomischer Status: Referenz hoch
BGA = Hörverlustkriterium nach "BGA"-Studien, STRUWE = Hörverlustkriterium nach "Struwe"-Studien, NHANES = Hörverlustkriterium in Anlehnung an die "NHANES"-Studien

Tabelle 16.2-4: Logistische Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen Hörfähigkeit und Ohrenbeschwerden nach Schreien ins Ohr (ungewichtet)

Ohrenbeschwerden – Schreien ins Ohr [ja/nein] n = 567 Kinder, 11-14 Jahre	Signifikanz p	Odds Ratio OR	95% Konfidenzintervall CI	
			Unterer Wert	Oberer Wert
Hörverlustkriterium:				
≥20 dB, 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.996	0.998	0.454	2.193
+ Alter / Geschlecht	1.000	1.000	0.454	2.203
>20 dB, 1-2 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.814	0.862	0.252	2.953
+ Alter / Geschlecht	0.847	0.885	0.258	3.039
≥20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.380	0.759	0.410	1.406
+ Alter / Geschlecht	0.382	0.759	0.409	1.409
>20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr				
Univariat	0.480	0.727	0.301	1.758
+ Alter / Geschlecht	0.487	0.731	0.301	1.770
>20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr, wobei Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1-2 kHz ≥10 dB (BGA)				
Univariat	0.184	0.444	0.134	1.471
+ Alter / Geschlecht	0.192	0.450	0.135	1.494
≥20 dB, 3-6 kHz, rechtes oder linkes Ohr, wobei Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1-2 kHz ≥15 dB und Höverlust 1-2 kHz ≤ 20 dB (STRUWE)				
Univariat	0.232	0.561	0.217	1.449
+ Alter / Geschlecht	0.248	0.570	0.220	1.478
Δ Höverlust 3-6 kHz minus 1 kHz ≥15 dB wobei Höverlust 1 kHz ≤ 15 dB (NHANES)				
Univariat	0.037	0.513	0.274	.961
+ Alter / Geschlecht	0.042	0.520	0.277	.977

Alter: pro Jahr (11-14), Geschlecht: Referenz Mädchen, Gebiet: Referenz alte Länder, Migrantenstatus: Referenz kein Migrant, Gemeindegroßenklasse: Referenz unter 100,000 Einwohner, Sozio-ökonomischer Status: Referenz hoch
BGA = Hörverlustkriterium nach "BGA"-Studien, STRUWE = Hörverlustkriterium nach "Struwe"-Studien, NHANES = Hörverlustkriterium in Anlehnung an die "NHANES"-Studien

Teil G: Zusammenhänge zwischen Umweltlärm und Stressindikatoren

17 Straßenverkehrslärm - Lärmbelästigung

Tabelle 17-1 gibt die (ungewichteten) Mittelwerte der vor den Fenstern der Kinder(Schlaf)-zimmer gemessenen Mittelungspegel über den Kategorien der Lärmbelästigung der 11-14jährigen Kinder tags durch Straßenverkehrslärm wieder. Die Kategorien 'stark' und 'äußerst stark' wurden wegen geringer Anzahlen (zusammengenommen: n = 5) zusammengefasst. Erwartungsgemäß war die Lärmbelästigung größer, je stärker die Kinder durch den Verkehrslärm belastet waren (ANOVA: p = 0.000).

Entsprechendes zeigte sich auch beim Zusammenhang zwischen der Belästigung durch Straßenverkehrslärm und der Straßentypbeschreibung (durch die Eltern). Der Grad der Belästigung der 11-14jährigen Kinder tags durch Straßenverkehrslärm nahm mit steigendem Verkehrsaufkommen vor dem Kinder(Schlaf)zimmer zu. Dies ist in *Tabelle 17-2* wiedergegeben. Dabei wurden die obersten drei Belästigungskategorien wegen geringer Anzahlen in den Zellen der Mehrfeldertafel zusammengefasst. Wiederum ist ein deutlicher Trend einer Zunahme der Belästigung mit steigendem Verkehrsaufkommen zu beobachten (Chi²-Trendtest: p = 0.000). Allerdings fühlten sich 61 % der Kinder mit Zimmern an 'stark' oder 'extrem stark' befahrenen Straßen 'überhaupt nicht' durch Straßenverkehrslärm belästigt. Ein kleiner Anteil von Kindern ohne Straße unmittelbar vor dem Kinder(Schlaf)zimmer (2.6%) war trotzdem durch Straßenverkehrslärm tagsüber belästigt. Dies kann an Geräuscheinwirkungen weiter entfernt liegender oder seitlich einwirkender Straßen liegen.

Tabelle 17-1: Arithmetischer Mittelwert (mit 95%-Konfidenzintervall) des Mittelungspegel in Abhängigkeit von der Belästigung der 11-14jährigen Kinder tagsüber durch Straßenverkehrslärm (ungewichtet)

Lärmbelästigung Straße tags	N	Mittelwert	Standardabweichung	95%-Konfidenzintervall für den Mittelwert		Minimum		Maximum	
				Untergrenze	Obergrenze	Untergrenze	Obergrenze		
'Überhaupt nicht'	483	49.699	6.9393	49.079	50.319	30.2	78.2		
'Etwas'	84	53.169	8.1379	51.403	54.935	35.9	69.8		
'Mittelmäßig'	19	52.421	9.0193	48.074	56.768	34.9	68.1		
'Stark' oder 'äußerst stark'	5	58.820	9.8014	46.650	70.990	44.2	69.9		
Gesamt	591	50.357	7.3494	49.763	50.951	30.2	78.2		

Einfaktorielle Varianzanalyse (Anova): p = 0.000

Tabelle 17-2: Kreuztabelle zwischen dem Verkehrsaufkommen (Elternangabe) vor dem Fenster des Kinder(Schlaf)zimmers und der Belästigung der 11-14jährigen Kinder tagsüber durch Straßenverkehrslärm (ungewichtet)

Verkehrsaufkommen		Lärmbelästigung Straße tags			Gesamt
		'Überhaupt nicht'	'Etwas'	'Mittelmäßig', 'stark' oder 'äußerst stark'	
'Keine Straße vorhanden'	Anzahl	236	23	7	266
	Prozent	88.7%	8.6%	2.6%	100.0%
'Eher schwach' befahrene Straße	Anzahl	115	11	1	127
	Prozent	90.6%	8.7%	0.8%	100.0%
'Mäßig' befahrene Straße	Anzahl	85	31	5	121
	Prozent	70.2%	25.6%	4.1%	100.0%
'Stark' oder 'extrem stark' bef. Straße	Anzahl	49	20	11	80
	Prozent	61.3%	25.0%	13.8%	100.0%
Gesamt	Anzahl	485	85	24	594
	Prozent	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

18 Straßenverkehrslärm - Schlafstörungen

Tabelle 18-1 zeigt Zusammenhänge zwischen 'Schlafschwierigkeiten' der 11-14jährigen Kinder und dem Verkehrsaufkommen vor dem Kinder(Schlaf)zimmer (nach Elternangabe). Die Kategorien 'eher schwach befahrene Straße' und 'keine Straße vorhanden' wurden dabei zusammengefasst. Es lassen sich keine systematischen und statistisch signifikanten Zusammenhänge mit 'Schlafschwierigkeiten' insgesamt, 'Einschlafschwierigkeiten' oder 'Durchschlafschwierigkeiten' erkennen (χ^2 -Tests: $p > 0.50$, χ^2 -Trend-Tests: $p > 0.60$). Dies spiegelt sich auch in den logistischen Regressionsanalysen der *Tabellen 18.2-18.3* wieder. In den Tabellen wurde zwischen den Kategorien 'eher schwach befahrene Straße' und 'keine Straße vorhanden' differenziert, um der Möglichkeit Rechnung zu tragen, dass Effekte aufgrund entfernter oder seitlich einwirkende Straßen, die vielleicht doch zu nennenswerten Lärmbelastungen in der Kategorie 'keine Straße vorhanden' beigetragen könnten, erkannt werden.

Es zeigen sich "J"-förmige Zusammenhänge zwischen dem Verkehrsaufkommen und Schlafschwierigkeiten insgesamt. Kinder, vor deren Zimmer sich 'keine Straße' befand, berichteten

tendenziell häufiger über Schlafschwierigkeiten als Kinder, vor deren Zimmern sich 'eher schwach befahrene Straßen' befanden. Die höchste, wenn auch nicht signifikante, Prävalenz von Schlafschwierigkeiten lag in der Kategorie 'stark oder extrem stark' befahrene Straße vor.

Die Kinder hatten zusätzlich die Möglichkeit, zwischen Einschlafschwierigkeiten und Durchschlafschwierigkeiten zu unterscheiden. Wie aus den *Tabellen 18.4-18.5* und den *Tabellen 18.6-18.7* ersichtlich ist, bestanden die Zusammenhänge eher bezüglich Durchschlafschwierigkeiten als bezüglich Einschlafschwierigkeiten. Die Kinder mit 'stark' oder 'extrem stark' befahrenen Straßen vor dem Kinder(schlaf)zimmer hatten ein 1.3fach bis 1.6fach höheres Risiko für Durchschlafschwierigkeiten, je nach dem, ob 'keine Straße vorhanden' oder 'eher schwach befahrene Straße' als Referenzgruppe herangezogen wird. Der Effekt war jedoch statistisch nicht signifikant.

Der vor den Fenstern der Kinder(Schlaf)zimmer kurzzeitig gemessene Schallpegel (Mittelungspegel) zeigte keinen statistisch signifikanten Zusammenhang mit den Schlafbeeinträchtigungen, war aber von der Tendenz her negativ mit den von den Kindern berichteten Schlafschwierigkeiten assoziiert (Schlafschwierigkeiten insgesamt: OR pro Anstieg um 10 dB(A) = 0.9, 95% Konfidenzintervall = 0.7-1.2, $p > 0.40$; Einschlafschwierigkeiten: OR = 0.9, 95% Konfidenzintervall = 0.7-1.3, $p > 0.60$; Durchschlafschwierigkeiten: OR = 0.7, 95% Konfidenzintervall = 0.4-1.1, $p > 0.10$). Es gibt Hinweise darauf, dass Kinder wesentlich schwerer durch Geräusche aufzuwecken sind als Erwachsene, Kinder diesbezüglich also eine gewisse Lärmresistenz aufweisen^{111,311}.

Tabelle 18-1: Kreuztabelle zwischen dem Verkehrsaufkommen (Elternangabe) vor dem Fenster des Kinder(Schlaf)zimmers und Schlafbeeinträchtigungen der 11-14jährigen Kinder (ungewichtet)

Verkehrsaufkommen		Schlafschwierigkeiten insgesamt	Einschlafschwierigkeiten	Duchschlafschwierigkeiten
'Keine' oder 'eher schwach befahrene Straße'	Anzahl	78	62	25
	% von Verkehrsaufkommen	19.9%	15.9%	6.4%
'Mäßig' befahrene Straße	Anzahl	23	18	6
	% von Verkehrsaufkommen	19.3%	15.1%	5.0%
'Stark' oder 'extrem stark' befahrene Straße	Anzahl	19	16	7
	% von Verkehrsaufkommen	23.8%	16.3%	8.8%
Gesamt	Anzahl	120	93	38
	% von Verkehrsaufkommen	20.3%	15.8	6.5%

Tabelle 18-2: Logistische Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen Schlafschwierigkeiten und Verkehrsaufkommen (ungewichtet), Referenzgruppe 'Keine Straße vorhanden'

Schlafschwierigkeiten - Verkehrsaufkommen [ja/nein] n = 1048 Kinder, 8-14 Jahre	Signifikanz p	Odds Ratio OR	95% Konfidenzintervall CI	
			Unterer Wert	Oberer Wert
Univariat (Referenz: 'keine Straße vorhanden')	0.687			
'Eher schwach befahrene Straße'	0.368	0.778	0.451	1.344
'Mäßig' befahrene Straße	0.673	0.890	0.517	1.531
'Stark' oder 'extrem stark' befahrene Straße	0.630	1.157	0.639	2.094
+ Alter / Geschlecht	0.647			
'Keine Straße vorhanden'	0.359	0.774	0.448	1.338
'Mäßig' befahrene Straße	0.623	0.872	0.506	1.504
'Stark' oder 'extrem stark' befahrene Straße	0.598	1.174	0.647	2.129
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.665			
'Keine Straße vorhanden'	0.324	0.747	0.418	1.333
'Mäßig' befahrene Straße	0.883	0.958	0.544	1.689
'Stark' oder 'extrem stark' befahrene Straße	0.619	1.174	0.624	2.209

Alter: pro Jahr (8-14), Geschlecht: Referenz Mädchen, Gebiet: Referenz alte Länder, Migrantenstatus: Referenz kein Migrant, Gemeindegrößenklasse: Referenz unter 100,000 Einwohner, Sozio-ökonomischer Status: Referenz hoch

*Tabelle 18-3: Logistische Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen Schlafschwierigkeiten und Verkehrsaufkommen (ungewichtet)
Referenzgruppe 'Eher schwach befahrene Straße'*

Schlafschwierigkeiten - Verkehrsaufkommen [ja/nein] n = 1048 Kinder, 8-14 Jahre	Signifikanz p	Odds Ratio OR	95% Konfidenzintervall CI	
			Unterer Wert	Oberer Wert
Univariat (Referenz:: 'Eher schwach' befahrene Straße)	0.687			
'Keine Straße vorhanden'	0.368	1.285	0.744	2.219
'Mäßig' befahrene Straße	0.685	1.143	0.599	2.183
'Stark' oder 'extrem stark' befahrene Straße	0.260	1.487	0.745	2.964
+ Alter / Geschlecht	0.647			
'Keine Straße vorhanden'	0.359	1.292	0.747	2.234
'Mäßig' befahrene Straße	0.718	1.127	0.589	2.158
'Stark' oder 'extrem stark' befahrene Straße	0.238	1.517	0.759	3.032
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.665			
'Keine Straße vorhanden'	0.324	1.339	0.750	2.390
'Mäßig' befahrene Straße	0.475	1.283	0.647	2.543
'Stark' oder 'extrem stark' befahrene Straße	0.231	1.572	0.750	3.294

Alter: pro Jahr (8-14), Geschlecht: Referenz Mädchen, Gebiet: Referenz alte Länder, Migrantenstatus: Referenz kein Migrant, Gemeindegrößenklasse: Referenz unter 100,000 Einwohner, Sozio-ökonomischer Status: Referenz hoch

*Tabelle 18-4: Logistische Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen Einschlafschwierigkeiten und Verkehrsaufkommen (ungewichtet),
Referenzgruppe 'Keine Straße vorhanden'*

Einschlafschwierigkeiten - Verkehrsaufkommen [ja/nein] n = 1048 Kinder, 8-14 Jahre	Signifikanz p	Odds Ratio OR	95% Konfidenzintervall CI	
			Unterer Wert	Oberer Wert
Univariat (Referenz:: 'keine Straße vorhanden')	0.984			
'Eher schwach befahrene Straße'	0.749	0.908	0.505	1.634
'Mäßig' befahrene Straße	0.762	0.912	0.501	1.659
'Stark' oder 'extrem stark' befahrene Straße	0.983	0.993	0.504	1.955
+ Alter / Geschlecht	0.976			
'Keine Straße vorhanden'	0.748	0.908	0.504	1.635
'Mäßig' befahrene Straße	0.716	0.894	0.491	1.631
'Stark' oder 'extrem stark' befahrene Straße	0.987	1.006	0.510	1.983
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.955			
'Keine Straße vorhanden'	0.585	0.840	0.450	1.569
'Mäßig' befahrene Straße	0.837	0.936	0.502	1.748
'Stark' oder 'extrem stark' befahrene Straße	1.000	1.000	0.490	2.041

Tabelle 18-5: Logistische Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen Einschlafschwierigkeiten und Verkehrsaufkommen (ungewichtet), Referenzgruppe 'Eher schwach befahrene Straße'

Einschlafschwierigkeiten - Verkehrsaufkommen [ja/nein] n = 1048 Kinder, 8-14 Jahre	Signifikanz p	Odds Ratio OR	95% Konfidenzintervall CI	
			Unterer Wert	Oberer Wert
Univariat (Referenz:: 'Eher schwach' befahrene Straße)	0.984			
'Keine Straße vorhanden'	0.749	1.101	0.612	1.980
'Mäßig' befahrene Straße	0.992	1.004	0.499	2.020
'Stark' oder 'extrem stark' befahrene Straße	0.821	1.093	0.507	2.357
+ Alter / Geschlecht	0.976			
'Keine Straße vorhanden'	0.748	1.101	0.612	1.983
'Mäßig' befahrene Straße	0.966	0.985	0.488	1.987
'Stark' oder 'extrem stark' befahrene Straße	0.795	1.107	0.513	2.392
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.955			
'Keine Straße vorhanden'	0.585	1.190	0.637	2.222
'Mäßig' befahrene Straße	0.775	1.114	0.530	2.342
'Stark' oder 'extrem stark' befahrene Straße	0.677	1.190	0.524	2.700

Alter: pro Jahr (8-14), Geschlecht: Referenz Mädchen, Gebiet: Referenz alte Länder, Migrantenstatus: Referenz kein Migrant, Gemeindegrößenklasse: Referenz unter 100,000 Einwohner, Sozio-ökonomischer Status: Referenz hoch

Tabelle 18-6: Logistische Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen Durchschlafschwierigkeiten und Verkehrsaufkommen (ungewichtet), Referenzgruppe 'Keine Straße vorhanden'

Durchschlafschwierigkeiten - Verkehrsaufkommen [ja/nein] n = 1048 Kinder, 8-14 Jahre	Signifikanz p	Odds Ratio OR	95% Konfidenzintervall CI	
			Unterer Wert	Oberer Wert
Univariat (Referenz:: 'keine Straße vorhanden')	0.728			
'Eher schwach befahrene Straße'	0.628	0.801	0.325	1.969
'Mäßig' befahrene Straße	0.503	0.723	0.279	1.870
'Stark' oder 'extrem stark' befahrene Straße	0.567	1.305	0.525	3.247
+ Alter / Geschlecht	0.697			
'Keine Straße vorhanden'	0.610	0.791	0.321	1.948
'Mäßig' befahrene Straße	0.482	0.710	0.274	1.843
'Stark' oder 'extrem stark' befahrene Straße	0.549	1.322	0.530	3.298
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.863			
'Keine Straße vorhanden'	0.787	0.872	0.325	2.345
'Mäßig' befahrene Straße	0.742	0.847	0.315	2.274
'Stark' oder 'extrem stark' befahrene Straße	0.553	1.353	0.499	3.671

Tabelle 18-7: Logistische Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen Durchschlafschwierigkeiten und Verkehrsaufkommen (ungewichtet), Referenzgruppe 'Eher schwach befahrene Straße'

Durchschlafschwierigkeiten - Verkehrsaufkommen [ja/nein] n = 1048 Kinder, 8-14 Jahre	Signifikanz p	Odds Ratio OR	95% Konfidenzintervall CI	
			Unterer Wert	Oberer Wert
Univariat (Referenz:: 'Eher schwach' befahrene Straße)	0.728			
'Keine Straße vorhanden'	0.628	1.249	0.508	3.072
'Mäßig' befahrene Straße	0.858	0.903	0.294	2.768
'Stark' oder 'extrem stark' befahrene Straße	0.378	1.630	0.549	4.836
+ Alter / Geschlecht	0.697			
'Keine Straße vorhanden'	0.610	1.265	0.513	3.117
'Mäßig' befahrene Straße	0.851	0.898	0.292	2.765
'Stark' oder 'extrem stark' befahrene Straße	0.355	1.672	0.562	4.976
+ Gebiet, Gemeindegröße, Sozialstatus, Migrantenstatus	0.863			
'Keine Straße vorhanden'	0.787	1.146	0.426	3.081
'Mäßig' befahrene Straße	0.961	0.971	0.295	3.190
'Stark' oder 'extrem stark' befahrene Straße	0.472	1.551	0.468	5.134

Alter: pro Jahr (8-14), Geschlecht: Referenz Mädchen, Gebiet: Referenz alte Länder, Migrantenstatus: Referenz kein Migrant, Gemeindegrößenklasse: Referenz unter 100,000 Einwohner, Sozio-ökonomischer Status: Referenz hoch

19 Straßenverkehrslärm - Blutdruck und Herzfrequenz

19.1 Statistisches Modell

Zur Prüfung von Zusammenhängen zwischen hämodynamischen Faktoren und Umweltlärm wurden im verallgemeinerten linearen Modell multiple Regressionsanalysen (SPSS-Prozedur 'UNIANOVA') berechnet (nur Haupteffekte, keine Wechselwirkungen im Modell). Datentransformationen waren nicht notwendig, da Blutdruck und Herzfrequenz keine wesentlichen Abweichungen von normalverteilten Messwerten zeigten (vgl. Kapitel 13.2). Als Referenzkategorie wurden alternativ 'keine Straße vorhanden' und 'eher schwach befahrene Straße' behandelt. Als Kovariaten wurden die Variablen Alter (Jahre), Größe (cm), Gewicht (kg), Geschlecht (Jungen vs. Mädchen), Gebietszugehörigkeit (neue Bundesländer vs. alte Bundesländer), Migrantenstatus (Migrant vs. kein Migrant), Gemeindegrößenklasse (>100.000 vs. ≤100.000 Einwohner) und sozio-ökonomischer Status (niedrig, mittel vs. hoch) im multiplen Regressionsmodell berücksichtigt.

19.2 Verkehrsaufkommen

Die Tabellen 19.2-1 und 19.2-2 zeigen Zusammenhänge zwischen dem systolischen Blutdruck der 8-14jährigen Kinder und dem Verkehrsaufkommen vor dem Kinder(Schlaf)zimmer (nach Elternangabe) bezüglich der beiden Referenzkategorien. Die Kinder mit Zimmern an 'stark' oder 'extrem stark' befahrenen Straßen hatten im Gruppenmittel einen 1.1 mmHg höheren systolischen Blutdruck als die Kinder, vor deren Zimmer sich 'keine Straße' befand (Regressionskoeffizient: $B = 1.1$ mmHg, 95% Konfidenzintervall: $KI = -0.3-2.6$ mmHg, Irrtumswahrscheinlichkeit: $p = 0.125$). Bei Berücksichtigung allein des Alters, des Geschlechts und der Körpermaße als Kovariaten im Regressionsmodell ergaben sich identische Ergebnisse ($B = 1.1$ mmHg, $KI = -0.4-2.6$ mmHg, $p = 0.137$). Diese Kontraste sind statistisch nicht signifikant.

Es lag ein "J-förmiger" Zusammenhang zwischen dem Verkehrsaufkommen und dem Blutdruck vor. Die Kinder an 'eher schwach' befahrenen Straßen hatten tendenziell einen niedrigeren Blutdruck als die Kinder, bei denen keine Straße vor dem Kinder(Schlaf)zimmer war. Wählt man 'schwach befahrene Straßen' als Referenzkategorie, so ergibt sich für den Kontrast der Kinder in der Kategorie 'stark oder extrem stark befahrene Straße' ein im Gruppenmittel um 1.8 mmHg höherer systolischer Blutdruck (Regressionskoeffizient: $B = 1.8$ mmHg, 95% Konfidenzintervall: $KI = 0.1-3.5$ mmHg, Irrtumswahrscheinlichkeit: $p = 0.036$). Bei Berücksichtigung allein des Alters, des Geschlechts und der Körpermaße als Kovariaten im Regressionsmodell sind Ergebnisse identisch ($B = 1.7$ mmHg, $KI = 0.1-3.4$ mmHg, $p = 0.041$). Diese Kontraste sind statistisch signifikant.

Bei Ausschluss aller Kovariaten zeigte sich ein signifikant höherer systolischer Blutdruck bei den Kindern mit einer 'stark' oder 'extrem stark' befahrenen Straße vor dem Kinderzimmer. Das Körpergewicht hatte demnach einen konfundierenden Einfluss auf die Ergebnisse. Es bestand ein positiver Zusammenhang zwischen dem Verkehrsaufkommen und dem Körpergewicht. Ob dies einen zufälligen Verteilungseffekt widerspiegelt oder indirekte ursächliche Hintergründe hat, ist weitergehenden Auswertungen vorbehalten. Einflüsse einer möglicherweise verminderten körperlichen Aktivität in Ballungsräumen aufgrund eingeschränkter Spielmöglichkeiten im Freien (auf befahrenen Straßen) wären eine denkbare Erklärung. In dem Falle wäre aber das Verkehrsaufkommen an sich und nicht der damit verbundene Lärm

die näherliegende Ursache für das höhere Körpergewicht. Natürlich kommen auch unterschiedliche Ernährungsgewohnheiten als mögliche Ursache für den Zusammenhang zwischen Körpergewicht und Verkehrsaufkommen in Frage. Andererseits sind die Ergebnisse für einige sozioökonomische Variable kontrolliert, die ihrerseits mit Ernährungsgewohnheiten korrelieren.

Tabelle 19.2-1: Multiple Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen systolischem Blutdruck und Verkehrsaufkommen (ungewichtet), Referenzgruppe 'Keine Straße vorhanden'

Systolischer Blutdruck [mmHg] Parameter (Faktor)	Regressions- koeffizient	Standard- fehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
	B [mmHg]	SE [mmHg]	p	Untergrenze [mmHg]	Obergrenze [mmHg]
Konstanter Term	89.606	4.259	.000	81.250	97.963
'Stark' / 'extrem stark' befahrene Straße	1.157	.754	.125	-.322	2.637
'Mäßig' befahrene Straße	-.087	.669	.896	-1.400	1.225
'Eher schwach befahrene Straße' (Referenz: 'Keine Straße vorhanden')	0(a)	.	.	.	.
Alter [Jahre]	.401	.238	.092	-.066	.868
Größe [cm]	-.016	.044	.712	-.102	.070
Gewicht [kg]	.362	.031	.000	.301	.422
Geschlecht Jungen (Referenz Mädchen)	.670 0(a)	.493 .	.175 .	-.298 .	1.638 .
Gebiet neue Bundesländer (Referenz alte Bundesländer)	.329 0(a)	.544 .	.546 .	-.739 .	1.397 .
Migrationsstatus Migrant (Referenz kein Migrant)	.943 0(a)	.855 .	.270 .	-.734 .	2.620 .
Gemeindegröße >100,000 Einwohner (Referenz ≤100,000 Einwohner)	-.151 0(a)	.513 .	.768 .	-1.157 .	.855 .
Sozioökonomischer Status niedrig	-.461	.723	.524	-1.880	.959
Sozioökonomischer Status mittel (Referenz hoch)	.427 0(a)	.607 .	.481 .	-.763 .	1.618 .

Tabelle 19.2-2: Multiple Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen systolischem Blutdruck und Verkehrsaufkommen (ungewichtet), Referenzgruppe 'Eher schwach befahrene Straße'

Systolischer Blutdruck [mmHg] Parameter (Faktor)	Regressions- koeffizient	Standard- fehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
	B [mmHg]	SE [mmHg]	p	Untergrenze [mmHg]	Obergrenze [mmHg]
Konstanter Term	88.958	4.269	.000	80.580	97.336
'Stark' / 'extrem stark' befahrene Straße	1.806	.861	.036	.116	3.495
'Mäßig' befahrene Straße	.561	.788	.477	-.985	2.106
'Keine Straße vorhanden' (Referenz: 'Eher schwach' befahrene Straße)	.648 0(a)	.656 .	.323 .	-.638 .	1.935 .
Alter [Jahre]	.401	.238	.092	-.066	.868
Größe [cm]	-.016	.044	.712	-.102	.070
Gewicht [kg]	.362	.031	.000	.301	.422
Geschlecht Jungen (Referenz Mädchen)	.670 0(a)	.493 .	.175 .	-.298 .	1.638 .
Gebiet neue Bundesländer (Referenz alte Bundesländer)	.329 0(a)	.544 .	.546 .	-.739 .	1.397 .
Migrationsstatus Migrant (Referenz kein Migrant)	.943 0(a)	.855 .	.270 .	-.734 .	2.620 .
Gemeindegröße >100,000 Einwohner (Referenz ≤100,000 Einwohner)	-.151 0(a)	.513 .	.768 .	-1.157 .	.855 .
Sozioökonomischer Status niedrig	-.461	.723	.524	-1.880	.959
Sozioökonomischer Status mittel (Referenz hoch)	.427 0(a)	.607 .	.481 .	-.763 .	1.618 .

Tabelle 19.2-3 und 19.2-4 zeigen die entsprechenden Zusammenhänge zwischen dem diastolischen Blutdruck der 8-14jährigen Kinder und dem Verkehrsaufkommen vor dem Kinder(Schlaf)zimmer bezüglich der beiden Referenzkategorien. Der Zusammenhang zwischen diastolischem Blutdruck und dem Verkehrsaufkommen der Straße vor dem Kinder(Schlaf)zimmer zeigt bei Kindern mit Zimmern an 'stark' oder 'extrem stark' befahrenen Straßen gegenüber denen, wo 'keine Straße vorhanden' war, zwar in derselben Richtung wie beim systolischen Blutdruck, ist aber nicht signifikant (Regressionskoeffizient: B = 0.5 mmHg, 95% Konfidenzintervall: KI = -0.7-1.7 mmHg, Irrtumswahrscheinlichkeit: p = 0.439). Bei Ausschluss aller Kovariaten aus dem Modell außer Alter, Geschlecht und Körpermaßen

ergeben sich identische Ergebnisse (Regressionskoeffizient: $B = 0.4$ mmHg, 95% Konfidenzintervall: $KI = -0.8 - 1.6$ mmHg, Irrtumswahrscheinlichkeit: $p = 0.480$).

Auch beim diastolischen Blutdruck lag ein "J-förmiger" Zusammenhang mit dem Verkehrsaufkommen vor. Wenn 'eher schwach befahrene Straße' als Referenzkategorie gewählt wird, ergab sich ein etwas größere Kontrast, der aber ebenfalls nicht signifikant ist (Regressionskoeffizient: $B = 1.0$ mmHg, 95% Konfidenzintervall: $KI = -0.4-2.4$ mmHg, Irrtumswahrscheinlichkeit: $p = 0.148$). Dieser Befund ergab sich in gleicher Weise bei Ausschluss aller Kovariaten aus dem Modell außer Alter, Geschlecht und Körpermaßen der Fall (Regressionskoeffizient: $B = 1.0$ mmHg, 95% Konfidenzintervall: $KI = -0.3-2.4$ mmHg, Irrtumswahrscheinlichkeit: $p = 0.134$). Wiederum hatte das Körpergewicht einen starken Einfluss auf den Blutdruck.

Dass Lärmeffekte beim Blutdruck bei Kindern tendenziell eher beim systolischen Blutdruck zu beobachten sind, ist plausibel, denn manifeste arteriosklerotische Veränderungen am Gefäßsystem durch chronische Lärmbelastung sind in jungen Jahren der Kinder kaum zu erwarten. Vielmehr dürften vom Sympathikus beeinflusste akute Blutdruckreaktionen durch Lärmstress bei den Kindern im Vordergrund stehen³¹².

Tabelle 19.2-3: Multiple Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen diastolischem Blutdruck und Verkehrsaufkommen (ungewichtet), Referenzgruppe 'Keine Straße vorhanden'

Diastolischer Blutdruck [mmHg] Parameter (Faktor)	Regressions- koeffizient	Standard- fehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
	B [mmHg]	SE [mmHg]	p	Untergrenze [mmHg]	Obergrenze [mmHg]
Konstanter Term	59.833	3.468	.000	53.028	66.638
'Stark' / 'extrem stark' befahrene Straße	.475	.614	.439	-.729	1.680
'Mäßig' befahrene Straße	-.153	.544	.778	-1.222	.915
'Eher schwach befahrene Straße'	-.540	.534	.312	-1.587	.508
(Referenz: 'Keine Straße vorhanden')	0(a)	.	.	.	.
Alter [Jahre]	.263	.194	.175	-.117	.643
Größe [cm]	-.034	.036	.346	-.103	.036
Gewicht [kg]	.161	.025	.000	.112	.210
Geschlecht Jungen (Referenz Mädchen)	.504 0(a)	.402 .	.210 .	-.284 .	1.292 .
Gebiet neue Bundesländer (Referenz alte Bundesländer)	-.061 0(a)	.443 .	.890 .	-.931 .	.809 .
Migrationsstatus Migrant (Referenz kein Migrant)	.381 0(a)	.696 .	.584 .	-.985 .	1.747 .
Gemeindegröße >100,000 Einwohner (Referenz ≤100,000 Einwohner)	-.248 0(a)	.418 .	.553 .	-1.067 .	.571 .
Sozioökonomischer Status niedrig	-.274	.589	.642	-1.430	.882
Sozioökonomischer Status mittel (Referenz hoch)	.277 0(a)	.494 .	.575 .	-.692 .	1.247 .

Tabelle 19.2-4: Multiple Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen diastolischem Blutdruck und Verkehrsaufkommen (ungewichtet), Referenzgruppe 'Eher schwach befahrene Straße'

Diastolischer Blutdruck [mmHg] Parameter (Faktor)	Regressions- koeffizient	Standard- fehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
	B [mmHg]	SE [mmHg]	p	Untergrenze [mmHg]	Obergrenze [mmHg]
Konstanter Term	59.294	3.477	.000	52.471	66.116
'Stark' / 'extrem stark' befahrene Straße	1.015	.701	.148	-.361	2.391
'Mäßig' befahrene Straße	.386	.641	.547	-.872	1.645
'Keine Straße vorhanden' (Referenz: 'Eher schwach' befahrene Straße)	.540 0(a)	.534 .	.312 .	-.508 .	1.587 .
Alter [Jahre]	.263	.194	.175	-.117	.643
Größe [cm]	-.034	.036	.346	-.103	.036
Gewicht [kg]	.161	.025	.000	.112	.210
Geschlecht Jungen (Referenz Mädchen)	.504 0(a)	.402 .	.210 .	-.284 .	1.292 .
Gebiet neue Bundesländer (Referenz alte Bundesländer)	-.061 0(a)	.443 .	.890 .	-.931 .	.809 .
Migrationsstatus Migrant (Referenz kein Migrant)	.381 0(a)	.696 .	.584 .	-.985 .	1.747 .
Gemeindegröße >100,000 Einwohner (Referenz ≤100,000 Einwohner)	-.248 0(a)	.418 .	.553 .	-1.067 .	.571 .
Sozioökonomischer Status niedrig	-.274	.589	.642	-1.430	.882
Sozioökonomischer Status mittel (Referenz hoch)	.277 0(a)	.494 .	.575 .	-.692 .	1.247 .

Die Tabellen 18.2-5 und 19.2-6 zeigen den Zusammenhang zwischen dem Verkehrsaufkommen der Straße vor dem Kinder(Schlaf-)zimmer und der Herzschlagfrequenz. Zwar hatten Kinder mit Zimmer an 'stark' oder 'extrem stark' befahrenen Straßen im Mittel 0.5 Herzschläge mehr pro Minute als die Kinder vor deren Zimmer 'keine Straße vorhanden' war (Regressionskoeffizient: B = 0.5 Schläge/Minute, 95% Konfidenzintervall: KI = -0.5-2.6 Schläge/Minute, Irrtumswahrscheinlichkeit: p = 0.622), der Zusammenhang ist aber statistisch nicht signifikant. Die Körpergröße und das Geschlecht waren hingegen signifikante Einflussfaktoren auf die Herzfrequenz. Es bestand ein starker "J-förmiger" Zusammenhang. Kinder aus der Kategorie 'eher schwach befahrene Straße' hatten eine um 1.3 Schläge pro Minute

geringere Herzfrequenz als diejenigen, vor deren Fenster sich gar keine Straße befand. Dieser Unterschied ist aber ebenfalls nicht signifikant ($p = 0.168$).

Wählt man diese Kategorie zur Referenzkategorie, so ergibt sich, dass die Kinder mit Zimmern an 'stark' oder 'extrem stark' befahrenen Straßen im Mittel 1.8 Herzschläge mehr pro Minute hatten als die Kinder, bei denen vor dem Kinder(Schlaf-)zimmer eine 'eher schwach befahrene Straße' vorhanden war (Regressionskoeffizient: $B = 1.8$ Schläge/Minute, 95% Konfidenzintervall: $KI = -0.6-4.1$ Schläge/Minute, Irrtumswahrscheinlichkeit: $p = 0.138$), was aber ebenfalls statistisch nicht signifikant ist.

Tabelle 19.2-5: Multiple Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen Herzschlagfrequenz und Verkehrsaufkommen (ungewichtet), Referenzgruppe 'Keine Straße vorhanden'

Herzfrequenz [Schläge/Minute] Parameter (Faktor)	Regressions- koeffizient	Standard- fehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
	B [S/Min.]	SE [S/Min.]	P	Untergrenze [S/Min.]	Obergrenze [S/Min.]
Konstanter Term	102.925	5.903	.000	91.342	114.509
'Stark' / 'extrem stark' befahrene Straße	.515	1.045	.622	-1.535	2.565
'Mäßig' befahrene Straße	-.685	.927	.460	-2.503	1.134
'Eher schwach befahrene Straße' (Referenz: 'Keine Straße vorhanden')	-1.253 0(a)	.908 .	.168 .	-3.036 .	.529 .
Alter [Jahre]	-.525	.330	.111	-1.172	.121
Größe [cm]	-.131	.061	.030	-.250	-.012
Gewicht [kg]	.018	.043	.665	-.065	.102
Geschlecht Jungen (Referenz Mädchen)	-1.802 0(a)	.684 .	.009 .	-3.143 .	-.461 .
Gebiet neue Bundesländer (Referenz alte Bundesländer)	1.303 0(a)	.755 .	.085 .	-.178 .	2.784 .
Migrationsstatus Migrant (Referenz kein Migrant)	.470 0(a)	1.184 .	.691 .	-1.853 .	2.793 .
Gemeindegröße >100,000 Einwohner (Referenz ≤100,000 Einwohner)	.892 0(a)	.711 .	.210 .	-.503 .	2.286 .
Sozioökonomischer Status niedrig	1.594	1.003	.112	-.374	3.563
Sozioökonomischer Status mittel (Referenz hoch)	1.364 0(a)	.840 .	.105 .	-.285 .	3.012 .

Tabelle 19.2-6: Multiple Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen Herzschlagfrequenz und Verkehrsaufkommen (ungewichtet), Referenzgruppe 'Eher schwach befahrene Straße'

Herzfrequenz [Schläge/Minute] Parameter (Faktor)	Regressions- koeffizient	Standard- fehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
	B [S/Min.]	SE [S/Min.]	p	Untergrenze [S/Min.]	Obergrenze [S/Min.]
Konstanter Term	101.672	5.919	.000	90.057	113.287
'Stark' / 'extrem stark' befahrene Straße	1.768	1.193	.138	-.572	4.109
'Mäßig' befahrene Straße	.569	1.091	.602	-1.572	2.709
'Keine Straße vorhanden' (Referenz: 'Eher schwach' befahrene Straße)	0(a)	.	.	.	.
Alter [Jahre]	-.525	.330	.111	-1.172	.121
Größe [cm]	-.131	.061	.030	-.250	-.012
Gewicht [kg]	.018	.043	.665	-.065	.102
Geschlecht Jungen (Referenz Mädchen)	-1.802 0(a)	.684 .	.009 .	-3.143 .	-.461 .
Gebiet neue Bundesländer (Referenz alte Bundesländer)	1.303 0(a)	.755 .	.085 .	-.178 .	2.784 .
Migrationsstatus Migrant (Referenz kein Migrant)	.470 0(a)	1.184 .	.691 .	-1.853 .	2.793 .
Gemeindegröße >100,000 Einwohner (Referenz ≤100,000 Einwohner)	.892 0(a)	.711 .	.210 .	-.503 .	2.286 .
Sozioökonomischer Status niedrig	1.594	1.003	.112	-.374	3.563
Sozioökonomischer Status mittel (Referenz hoch)	1.364 0(a)	.840 .	.105 .	-.285 .	3.012 .

19.3 Schallpegelmessung

Tabelle 19.3-1 zeigt Zusammenhänge zwischen dem systolischen Blutdruck der 8-14jährigen Kinder und dem 15-minütigen Mittelungspegel, der während des Hausbesuchs vor dem Kinder(Schlaf)zimmer als grob orientierenden Lärmbelastungsindikator gemessen wurde. Ein um 10 dB(A) höherer Schallpegel (im Messbereich zwischen ca. 30-80 dB(A)) war im Gruppenmittel mit einem signifikant um 1.0 mmHg höheren systolischen Blutdruck der Kinder verbunden (Regressionskoeffizient: $B = 1.0$ mmHg, 95% Konfidenzintervall: $KI = 0.3-1.6$ mmHg, Irrtumswahrscheinlichkeit: $p = 0.004$). Bei Berücksichtigung allein des Alters, des Geschlechts und der Körpermaße als Kovariaten im Regressionsmodell ergab sich ein ähnlicher Zusammenhang ($B = 0.9$ mmHg, $KI = 0.3-1.6$ mmHg, $p = 0.006$).

Tabelle 19.3-2 zeigt Zusammenhänge zwischen dem diastolischen Blutdruck der 8-14jährigen Kinder und dem Schallpegel vor dem Kinder(Schlaf)zimmer. Ein um 10 dB(A) höherer Schallpegel (im Messbereich zwischen ca. 30-80 dB(A)) war im Gruppenmittel mit einem signifikant um 0.6 mmHg höheren diastolischen Blutdruck der Kinder verbunden (Regressionskoeffizient: $B = 0.6$ mmHg, 95% Konfidenzintervall: $KI = 0.1-1.2$ mmHg, Irrtumswahrscheinlichkeit: $p = 0.012$). Bei Berücksichtigung allein des Alters, des Geschlechts und der Körpermaße als Kovariaten im Regressionsmodell ergab sich ein identischer Zusammenhang ($B = 0.6$ mmHg, $KI = 0.1-1.1$ mmHg, $p = 0.030$).

Tabelle 19.3-3 zeigt Zusammenhänge zwischen der Herzschlagfrequenz (Pulsfrequenz) der 8-14jährigen Kinder und dem Schallpegel vor dem Kinder(Schlaf)zimmer. Ein um 10 dB(A) höherer Schallpegel (im Messbereich zwischen ca. 30-80 dB(A)) war im Gruppenmittel mit 1.2 mehr Herzschlägen der Kinder pro Minute verbunden (Regressionskoeffizient: $B = 1.2$ Schläge/Minute, 95% Konfidenzintervall: $KI = 0.3-2.1$ Schläge/Minute, Irrtumswahrscheinlichkeit: $p = 0.012$). Bei Berücksichtigung allein des Alters, des Geschlechts und der Körpermaße als Kovariaten im Regressionsmodell ergab sich ein identischer Zusammenhang ($B = 1.2$ Schläge/Minute, $KI = 0.3-2.1$ Schläge/Minute, $p = 0.010$).

Die hämodynamischen Ergebnisse stellten in gleicher Weise dar, wenn anstelle der beiden Einzelfaktoren Größe und Gewicht der Body-Mass-Index als Kontrollgröße in den statistischen Modellen verwendet wurde. Sensitivitätsanalysen unter Ausschluss von Kindern, die sowohl im Sommer, als auch im Winter mit geschlossenen Fenstern schliefen, führten, was

die Parameterschätzer anbelangt, auf vergleichbare Ergebnisse. Signifikante Wechselwirkungen waren nicht zu erkennen.

Tabelle 19.3-1: Multiple Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen systolischem Blutdruck und Schallpegel (ungewichtet)

Systolischer Blutdruck [mmHg] Parameter (Faktor)	Regressions- koeffizient	Standard- fehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
	B [mmHg]	SE [mmHg]	p	Untergrenze [mmHg]	Obergrenze [mmHg]
Konstanter Term	85.109	4.557	.000	76.166	94.052
Schallpegel [10 dB(A)]	.976	.334	.004	.320	1.632
Alter [Jahre]	.396	.237	.094	-.068	.861
Größe [cm]	-.018	.044	.673	-.104	.067
Gewicht [kg]	.362	.031	.000	.302	.422
Geschlecht Jungen (Referenz Mädchen)	.683 0(a)	.491 .	.165 .	-.281 .	1.647 .
Gebiet neue Bundesländer (Referenz alte Bundesländer)	.423 0(a)	.541 .	.435 .	-.638 .	1.484 .
Migrationsstatus Migrant (Referenz kein Migrant)	.980 0(a)	.846 .	.247 .	-.680 .	2.640 .
Gemeindegroße >100,000 Einwohner (Referenz ≤100,000 Einwohner)	-.298 0(a)	.512 .	.561 .	-1.303 .	.707 .
Sozioökonomischer Status niedrig	-.447	.715	.532	-1.851	.956
Sozioökonomischer Status mittel (Referenz hoch)	.518 0(a)	.602 .	.390 .	-.664 .	1.699 .

Tabelle 19.3-2: Multiple Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen diastolischem Blutdruck und Schallpegel (ungewichtet)

Diastolischer Blutdruck [mmHg] Parameter (Faktor)	Regressions- koeffizient	Standard- fehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
	B [mmHg]	SE [mmHg]	P	Untergrenze [mmHg]	Obergrenze [mmHg]
Konstanter Term	56.939	3.715	.000	49.649	64.230
Schallpegel [10 dB(A)]	.627	.272	.022	.092	1.161
Alter [Jahre]	.260	.193	.178	-.118	.639
Größe [cm]	-.035	.036	.323	-.105	.035
Gewicht [kg]	.161	.025	.000	.112	.209
Geschlecht Jungen (Referenz Mädchen)	.508 0(a)	.401 .	.205 .	-.278 .	1.294 .
Gebiet neue Bundesländer (Referenz alte Bundesländer)	.008 0(a)	.441 .	.985 .	-.857 .	.873 .
Migrationsstatus Migrant (Referenz kein Migrant)	.410 0(a)	.690 .	.552 .	-.943 .	1.764 .
Gemeindegroße >100,000 Einwohner (Referenz ≤100,000 Einwohner)	-.375 0(a)	.417 .	.369 .	-1.194 .	.444 .
Sozioökonomischer Status niedrig	-.258	.583	.658	-1.402	.886
Sozioökonomischer Status mittel (Referenz hoch)	.331 0(a)	.491 .	.500 .	-.632 .	1.294 .

Tabelle 19.3-3: Multiple Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen Herzschlagfrequenz und Schallpegel (ungewichtet)

Herzfrequenz [Schläge/Minute] Parameter (Faktor)	Regressions- koeffizient	Standard- fehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
	B [S/Min.]	SE [S/Min.]	P	Untergrenze [S/Min.]	Obergrenze [S/Min.]
Konstanter Term	96.737	6.326	.000	84.324	109.149
Schallpegel [10 dB(A)]	1.169	.464	.012	.257	2.080
Alter [Jahre]	-.522	.328	.112	-1.166	.123
Größe [cm]	-.131	.061	.031	-.250	-.012
Gewicht [kg]	.016	.042	.707	-.067	.099
Geschlecht Jungen (Referenz Mädchen)	-1.868 0(a)	.682 .	.006 .	-3.207 .	-.529 .
Gebiet neue Bundesländer (Referenz alte Bundesländer)	1.378 0(a)	.751 .	.067 .	-.096 .	2.852 .
Migrationsstatus Migrant (Referenz kein Migrant)	.309 0(a)	1.174 .	.793 .	-1.995 .	2.612 .
Gemeindegroße >100,000 Einwohner (Referenz ≤100,000 Einwohner)	.742 0(a)	.711 .	.296 .	-.652 .	2.137 .
Sozioökonomischer Status niedrig	1.734	.994	.081	-.216	3.685
Sozioökonomischer Status mittel (Referenz hoch)	1.427 0(a)	.835 .	.088 .	-.212 .	3.066 .

19.4 Weitere Analysen

Die Auswertungen zu den hämodynamischen Variablen lieferten sehr ähnliche Ergebnisse, wenn anstelle der beiden Einzelfaktoren Größe und Gewicht der Body-Mass-Index als Adjustierungsvariable in den Modellen verwendet wurde. Sensitivitätsanalysen unter Ausschluss von Kindern, die sowohl im Sommer, als auch im Winter mit geschlossenen Fenstern schliefen, führten, was die Parameterschätzer anbelangt, auf vergleichbare Ergebnisse. Signifikante Wechselwirkungen waren nicht zu erkennen.

In Lärmbelastungsexperimenten wurden sowohl Blutdruckanstiege, als auch Blutdruckabfälle als akute Lärmeffekte beobachtet^{298,313}. Es wurden deshalb auch logistische Regressionsanalysen berechnet, für die die hämodynamischen Variablen dichotomisiert wurden. Dies zum

einen, indem dass das oberste Quartil der Werteverteilung gegenüber den unteren drei Quartilen betrachtet wurde (Prävalenz von hohen Werten), und um anderen, indem das oberste und unterste Quartil der Werteverteilung gegenüber den mittleren beiden Quartilen betrachtet wurde (Prävalenz von hohen oder niedrigen Werten). In keinem Fall brachte dies einem über die Mittelwertsbetrachtungen (lineare Regressionsanalyse) hinausgehenden Erkenntnisgewinn.

20 Stresshormone

20.1 Katecholamine

Im Folgenden werden Zusammenhänge zwischen den im Morgenurin gemessenen Konzentrationen von Stresshormonen und dem Verkehrsaufkommen vor dem Kinder(Schlaf)zimmer berechnet. Als Kovariaten wurden wiederum die Variablen Alter (Jahre), Größe (cm), Gewicht (kg), Geschlecht (Jungen vs. Mädchen), Gebietszugehörigkeit (neue Bundesländer vs. alte Bundesländer), Migrantstatus (Migrant vs. kein Migrant), Gemeindegrößenklasse (>100.000 vs. ≤100.000 Einwohner) und sozio-ökonomischer Status (niedrig, mittel vs. hoch) im multiplen Regressionsmodell ('UNIANOVA') berücksichtigt. Wegen schiefer Werteverteilungen wurden die Modelle sowohl mit Rohdaten, als auch logarithmierten Rohdaten (Basis 10) berechnet.

Die Tabelle 20.1-1 und 20.1-2 zeigen Zusammenhänge zwischen dem Verkehrsaufkommen vor dem Kinder(Schlaf)zimmer und der Noradrenalin-Konzentration im Morgenurin (bezogen auf die Creatininkonzentration). Als Referenzkategorie wurde zum einen 'keine Straße vorhanden' und zum anderen 'eher schwach befahrene Straße' verwandt. In beiden Fällen ließen sich keine systematischen Unterschiede beim Noradrenalin mit steigendem Verkehrsaufkommen feststellen. Tendenziell wiesen die Kinder der stärksten Lärmbelastungskategorie niedrigere Noradrenalin-Konzentrationen im Harn auf als diejenigen der Referenzkategorien. Wegen der schiefen Verteilung der Noradrenalinwerte wurden die Analysen auch mit den logarithmierten Werten durchgeführt (Tabelle 20.1-3). Über die Belastungskategorien hinweg zeigte sich qualitativ ein zur Berechnung mit den nicht-transformierten Werten identisches Bild variierender höherer oder niedrigerer Konzentrationen in den einzelnen Expositionskategorien in Bezug zur Referenzkategorie. Statistisch signifikante Befunde ergaben sich nicht.

Plots der standardisierten Residuen ließen keine auffälligen Verteilungsinhomogenitäten erkennen. Sensitivitätsanalysen unter Ausschluss von Probanden, die die Fenster ganzjährig gewöhnlich geschlossen hielten oder die Nacht vor der Urinsammlung weniger als 6 Stunden geschlafen hatten, führten auf keine wesentlich anderen Ergebnisinterpretationen.

Tabelle 20.1-1: Multiple Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen Noradrenalin/Creatinin-Konzentration und Verkehrsaufkommen (ungewichtet), Referenzgruppe 'Keine Straße vorhanden'

Noradrenalin/Creatinin [$\mu\text{g/g}$] Parameter (Faktor)	Regressions- koeffizient	Standard- fehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
	B [$\mu\text{g/g}$]	SE [$\mu\text{g/g}$]	p	Untergrenze [$\mu\text{g/g}$]	Obergrenze [$\mu\text{g/g}$]
Konstanter Term	32.503	6.519	.000	19.710	45.296
'Stark' / 'extrem stark' befahrene Straße	-1.886	1.152	.102	-4.146	.375
'Mäßig' befahrene Straße	.741	1.029	.472	-1.279	2.761
'Eher schwach befahrene Straße' (Referenz: 'Keine Straße vorhanden')	-1.160 0(a)	1.006 .	.249 .	-3.135 .	.815 .
Alter [Jahre]	-.680	.361	.060	-1.389	.029
Größe [cm]	.063	.067	.343	-.068	.194
Gewicht [kg]	-.208	.047	.000	-.300	-.116
Geschlecht Jungen (Referenz Mädchen)	2.655 0(a)	.757 .	.000 .	1.168 .	4.141 .
Gebiet neue Bundesländer (Referenz alte Bundesländer)	-.682 0(a)	.831 .	.412 .	-2.313 .	.949 .
Migrationsstatus Migrant (Referenz kein Migrant)	.565 0(a)	1.334 .	.672 .	-2.054 .	3.184 .
Gemeindegröße >100,000 Einwohner (Referenz \leq 100,000 Einwohner)	.174 0(a)	.785 .	.825 .	-1.367 .	1.714 .
Sozioökonomischer Status niedrig	3.496	1.111	.002	1.316	5.677
Sozioökonomischer Status mittel (Referenz hoch)	.850 0(a)	.927 .	.360 .	-.970 .	2.670 .

Tabelle 20.1-2: Multiple Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen Noradrenalin/Creatinin-Konzentration und Verkehrsaufkommen (ungewichtet), Referenzgruppe 'Eher schwach befahrene Straße'

Noradrenalin/Creatinin [$\mu\text{g/g}$] Parameter (Faktor)	Regressions- koeffizient	Standard- fehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
	B [$\mu\text{g/g}$]	SE [$\mu\text{g/g}$]	p	Untergrenze [$\mu\text{g/g}$]	Obergrenze [$\mu\text{g/g}$]
Konstanter Term	31.343	6.543	.000	18.503	44.184
'Stark' / 'extrem stark' befahrene Straße	-.726	1.316	.582	-3.309	1.857
'Mäßig' befahrene Straße	1.901	1.211	.117	-.475	4.277
'Keine Straße vorhanden' (Referenz: 'Eher schwach' befahrene Straße)	0(a)	.	.	.	.
Alter [Jahre]	-.680	.361	.060	-1.389	.029
Größe [cm]	.063	.067	.343	-.068	.194
Gewicht [kg]	-.208	.047	.000	-.300	-.116
Geschlecht Jungen (Referenz Mädchen)	2.655 0(a)	.757 .	.000 .	1.168 .	4.141 .
Gebiet neue Bundesländer (Referenz alte Bundesländer)	-.682 0(a)	.831 .	.412 .	-2.313 .	.949 .
Migrationsstatus Migrant (Referenz kein Migrant)	.565 0(a)	1.334 .	.672 .	-2.054 .	3.184 .
Gemeindegröße >100,000 Einwohner (Referenz \leq 100,000 Einwohner)	.174 0(a)	.785 .	.825 .	-1.367 .	1.714 .
Sozioökonomischer Status niedrig	3.496	1.111	.002	1.316	5.677
Sozioökonomischer Status mittel (Referenz hoch)	.850 0(a)	.927 .	.360 .	-.970 .	2.670 .

Tabelle 20.1-3: Multiple Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen Log-Noradrenalin/Creatinin-Konzentration und Verkehrsaufkommen, (ungewichtet) – Referenzgruppe 'Keine Straße vorhanden'

Log-Noradrenalin/Creatinin [$\mu\text{g/g}$] (delogarithmierte Koeffizienten) Parameter (Faktor)	Regressions- koeffizient	Signifikanz
	B [$\mu\text{g/g}$]	p
'Stark' / 'extrem stark' befahrene Straße	-1.409	0.175
'Mäßig' befahrene Straße	0.157	0.869
'Eher schwach befahrene Straße' (Referenz: 'Keine Straße vorhanden')	-0.727 0(a)	0.429 .

Wegen der geringen Anzahl von Kindern mit Messwerten oberhalb der Bestimmungsgrenze (vgl. *Kapitel 13.3.1*) wird auf eine eingehende Darstellung der Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen der Adrenalin-Konzentration und dem Verkehrsaufkommen verzichtet. Exemplarisch wurden Regressionsberechnungen angestellt, die *Tabelle 20.1-4* entnommen werden können. Es ergaben sich jedoch keine Anzeichen auf einen systematischen Zusammenhang mit der Verkehrs(lärm)-Exposition.

Tabelle 20.1-4: Multiple Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen Adrenalin/Creatinin-Konzentration und Verkehrsaufkommen (ungewichtet), Referenzgruppe 'Eher schwach befahrene Straße'

Parameter (Faktor)	Adrenalin/Creatinin [$\mu\text{g/g}$]	Regressionskoeffizient	Standardfehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
		B [$\mu\text{g/g}$]	SE [$\mu\text{g/g}$]	p	Untergrenze [$\mu\text{g/g}$]	Obergrenze [$\mu\text{g/g}$]
Konstanter Term		7.777	3.001	.010	1.888	13.666
'Stark' / 'extrem stark' befahrene Straße		-.750	.604	.214	-1.934	.435
'Mäßig' befahrene Straße		.020	.555	.972	-1.070	1.109
'Keine Straße vorhanden'		.006	.461	.989	-.899	.912
(Referenz: 'Eher schwach' befahrene Straße)		0(a)	.	.	.	.
Alter [Jahre]		-.067	.166	.684	-.393	.258
Größe [cm]		.006	.031	.836	-.054	.066
Gewicht [kg]		-.085	.021	.000	-.127	-.043
Geschlecht Jungen		-.012	.347	.972	-.694	.669
(Referenz Mädchen)		0(a)	.	.	.	.
Gebiet neue Bundesländer		-.340	.381	.372	-1.088	.408
(Referenz alte Bundesländer)		0(a)	.	.	.	.
Migrationsstatus Migrant		1.233	.612	.044	.032	2.434
(Referenz kein Migrant)		0(a)	.	.	.	.
Gemeindegröße >100,000 Einwohner		-.339	.360	.346	-1.046	.367
(Referenz \leq 100,000 Einwohner)		0(a)	.	.	.	.
Sozioökonomischer Status niedrig		-.036	.510	.943	-1.036	.964
Sozioökonomischer Status mittel		-.504	.425	.236	-1.339	.330
(Referenz hoch)		0(a)	.	.	.	.

20.2 Glukocorticoide

Die Tabelle 20.2-1 und 20.2-2 zeigen Zusammenhänge zwischen dem Verkehrsaufkommen vor dem Kinder(Schlaf)zimmer und der Konzentration des freien Cortisols im Morgenurin (bezogen auf die Creatininkonzentration). Als Referenzkategorie wurde zum einen 'keine Straße vorhanden' und zum anderen 'eher schwach befahrene Straße' verwandt. In beiden Fällen ließen sich keine systematischen Unterschiede beim Cortisol mit steigendem Verkehrsaufkommen feststellen. Allerdings hatten die Kinder der Kategorie 'keine Straße vorhanden' tendenziell niedrigere Cortisolwerte als die Kinder mit Zimmern an Straßen mit 'eher schwachem' oder 'mäßigem' Verkehrsaufkommen. Die Kinder der stärksten Lärmbelastungskategorie wiesen tendenziell niedrigere Cortisol-Konzentrationen im Harn auf als diejenigen der Referenzgruppen. Wegen der schiefen Verteilung der Cortisolwerte wurden die Analysen auch mit den logarithmierten Werten durchgeführt (Tabelle 20.2-3). Über die Belastungskategorien hinweg zeigte sich qualitativ und quantitativ ein zur Berechnung mit den nicht-transformierten Werten identisches Bild. Statistisch signifikante Befunde ergaben sich nicht. Plots der standardisierten Residuen ließen keine auffälligen Verteilungsinhomogenitäten erkennen. Sensitivitätsanalysen unter Ausschluss von Probanden, die die Fenster ganzjährig gewöhnlich geschlossen hielten oder die Nacht vor der Urinsammlung weniger als 6 Stunden geschlafen hatten, führten auf keine wesentlich anderen Ergebnisinterpretationen. Auch der Ausschluss von Probanden, bei denen der Verdacht bestand, dass die gemessenen Cortisolwerte aufgrund von möglichen Querempfindlichkeiten mit anderen Substanzen verfälscht sein könnten, änderte daran nichts.

Tabelle 20.2-1: Multiple Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen freier Cortisol/Creatinin-Konzentration im Urin und Verkehrsaufkommen (ungewichtet), Referenzgruppe 'Keine Straße vorhanden'

Parameter (Faktor)	Cortisol/Creatinin [$\mu\text{g/g}$]		Signifikanz p	95% Konfidenzintervall	
	Regressions- koeffizient B [$\mu\text{g/g}$]	Standard- fehler SE [$\mu\text{g/g}$]		Untergrenze [$\mu\text{g/g}$]	Obergrenze [$\mu\text{g/g}$]
Konstanter Term	27.629	12.509	.027	3.081	52.177
'Stark' / 'extrem stark' befahrene Straße	-.674	2.214	.761	-5.019	3.672
'Mäßig' befahrene Straße	3.380	1.974	.087	-.493	7.253
'Eher schwach befahrene Straße'	2.338	1.942	.229	-1.473	6.149
(Referenz: 'Keine Straße vorhanden')	0(a)	.	.	.	.
Alter [Jahre]	-.377	.702	.592	-1.755	1.001
Größe [cm]	-.006	.128	.963	-.257	.246
Gewicht [kg]	-.043	.090	.634	-.219	.133
Geschlecht Jungen (Referenz Mädchen)	-.540 0(a)	1.455 .	.710 .	-3.397 .	2.316 .
Gebiet neue Bundesländer (Referenz alte Bundesländer)	-.090 0(a)	1.609 .	.955 .	-3.247 .	3.067 .
Migrationsstatus Migrant (Referenz kein Migrant)	3.907 0(a)	2.512 .	.120 .	-1.022 .	8.836 .
Gemeindegröße >100,000 Einwohner (Referenz \leq 100,000 Einwohner)	-.543 0(a)	1.510 .	.719 .	-3.506 .	2.420 .
Sozioökonomischer Status niedrig	-.867	2.128	.684	-5.044	3.310
Sozioökonomischer Status mittel (Referenz hoch)	-.995 0(a)	1.789 .	.578 .	-4.506 .	2.516 .

Tabelle 20.2-2: Multiple Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen freier Cortisol/Creatinin-Konzentration im Urin und Verkehrsaufkommen (ungewichtet), Referenzgruppe 'Eher schwach befahrene Straße'

Parameter (Faktor)	Cortisol/Creatinin [$\mu\text{g/g}$]		Signifikanz p	95% Konfidenzintervall	
	Regressions- koeffizient B [$\mu\text{g/g}$]	Standard- fehler SE [$\mu\text{g/g}$]		Untergrenze [$\mu\text{g/g}$]	Obergrenze [$\mu\text{g/g}$]
Konstanter Term	29.967	12.539	.017	5.360	54.574
'Stark' / 'extrem stark' befahrene Straße	-3.012	2.536	.235	-7.989	1.965
'Mäßig' befahrene Straße	1.042	2.328	.655	-3.526	5.611
'Keine Straße vorhanden' (Referenz: 'Eher schwach' befahrene Straße)	-2.338 0(a)	1.942 .	.229 .	-6.149 .	1.473 .
Alter [Jahre]	-.377	.702	.592	-1.755	1.001
Größe [cm]	-.006	.128	.963	-.257	.246
Gewicht [kg]	-.043	.090	.634	-.219	.133
Geschlecht Jungen (Referenz Mädchen)	-.540 0(a)	1.455 .	.710 .	-3.397 .	2.316 .
Gebiet neue Bundesländer (Referenz alte Bundesländer)	-.090 0(a)	1.609 .	.955 .	-3.247 .	3.067 .
Migrationsstatus Migrant (Referenz kein Migrant)	3.907 0(a)	2.512 .	.120 .	-1.022 .	8.836 .
Gemeindegröße >100,000 Einwohner (Referenz \leq 100,000 Einwohner)	-.543 0(a)	1.510 .	.719 .	-3.506 .	2.420 .
Sozioökonomischer Status niedrig	-.867	2.128	.684	-5.044	3.310
Sozioökonomischer Status mittel (Referenz hoch)	-.995 0(a)	1.789 .	.578 .	-4.506 .	2.516 .

Tabelle 20.2-3: Multiple Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen Log-freier Cortisol/Creatinin-Konzentration im Urin und Verkehrsaufkommen (ungewichtet), Referenzgruppe 'Keine Straße vorhanden'

Parameter (Faktor)	Log-Cortisol/Creatinin [$\mu\text{g/g}$] (de logarithmierte Koeffizienten)	
	Regressions- koeffizient B [$\mu\text{g/g}$]	Signifikanz p
'Stark' / 'extrem stark' befahrene Straße	-0.644	0.789
'Mäßig' befahrene Straße	3.635	0.114
'Eher schwach befahrene Straße' (Referenz: 'Keine Straße vorhanden')	2.994 0(a)	0.181 .

Die Tabellen 20.2-4 und 20.2-5 zeigen Zusammenhänge zwischen dem Verkehrsaufkommen vor dem Kinder(Schlaf)zimmer und der 20- α -Dihydrocortisol-Konzentration im Morgenurin (bezogen auf die Creatininkonzentration). Als Referenzkategorie wurde zum einen 'keine Straße vorhanden' und zum anderen 'eher schwach befahrene Straße' verwandt. In beiden Fällen ließen sich keine systematischen Unterschiede beim 20- α -Dihydrocortisol mit steigendem Verkehrsaufkommen feststellen. Kinder aus der Kategorie 'mäßig befahrene Straße' hatten die höchsten Konzentrationen im Harn. Wegen der schiefen Verteilung der 20- α -Dihydrocortisolwerte wurden die Analysen auch mit den logarithmierten Werten durchgeführt (Tabelle 20.2-6). Über die Belastungskategorien hinweg zeigte sich qualitativ und quantitativ ein zur Berechnung mit den nicht-transformierten Werten identisches Bild. Statistisch signifikante Befunde bestanden nicht. Plots der standardisierten Residuen ließen keine auffälligen Verteilungsinhomogenitäten erkennen. Sensitivitätsanalysen unter Ausschluss von Probanden, die die Nacht vor der Urinsammlung weniger als 6 Stunden geschlafen hatten, führten auf keine wesentlich anderen Ergebnisinterpretationen. Auch der Ausschluss von Probanden, bei denen der Verdacht bestand, dass die gemessenen Cortisolwerte aufgrund von möglichen Querempfindlichkeiten mit anderen Substanzen verfälscht sein könnten, änderte daran nichts. Allerdings war der Kontrast zwischen der Kategorie 'keine Straße vorhanden' und 'mäßig befahrene Straße' signifikant, wenn Kinder von den Analysen ausgeschlossen wurden, die ihre Fenster ganzjährig gewöhnlich geschlossen hielten ($p = 0.033$). Kinder der Kategorie 'mäßig befahrene Straße' wiesen die höchsten Konzentrationen auf. Dies ist in Tabelle 20.2-7 wiedergegeben.

Tabelle 20.2-4: Multiple Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen 20- α -Dihydrocortisol/Creatinin-Konzentration im Urin und Verkehrsaufkommen (ungewichtet) – Referenzgruppe 'Keine Straße vorhanden'

20- α -Dihydrocortisol /Creatinin [$\mu\text{g/g}$] Parameter (Faktor)	Regressions- koeffizient	Standard- fehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
	B [$\mu\text{g/g}$]	SE [$\mu\text{g/g}$]	P	Untergrenze [$\mu\text{g/g}$]	Obergrenze [$\mu\text{g/g}$]
Konstanter Term	67.407	14.603	.000	38.752	96.063
'Stark' / 'extrem stark' befahrene Straße	.461	2.581	.858	-4.605	5.527
'Mäßig' befahrene Straße	4.027	2.295	.080	-.476	8.530
'Eher schwach befahrene Straße' (Referenz: 'Keine Straße vorhanden')	.723 0(a)	2.245 .	.748 .	-3.683 .	5.128 .
Alter [Jahre]	.527	.818	.519	-1.078	2.132
Größe [cm]	-.220	.150	.142	-.514	.074
Gewicht [kg]	-.040	.104	.702	-.244	.165
Geschlecht Jungen (Referenz Mädchen)	-1.375 0(a)	1.690 .	.416 .	-4.692 .	1.941 .
Gebiet neue Bundesländer (Referenz alte Bundesländer)	-.879 0(a)	1.861 .	.637 .	-4.530 .	2.773 .
Migrationsstatus Migrant (Referenz kein Migrant)	2.495 0(a)	2.929 .	.394 .	-3.253 .	8.244 .
Gemeindegröße >100,000 Einwohner (Referenz \leq 100,000 Einwohner)	-1.522 0(a)	1.753 .	.385 .	-4.961 .	1.917 .
Sozioökonomischer Status niedrig	1.031	2.474	.677	-3.823	5.885
Sozioökonomischer Status mittel (Referenz hoch)	.146 0(a)	2.075 .	.944 .	-3.926 .	4.217 .

Tabelle 20.2-5: Multiple Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen 20- α -Dihydrocortisol/Creatinin-Konzentration im Urin und Verkehrsaufkommen (ungewichtet) – Referenzgruppe 'Eher schwach befahrene Straße'

20- α -Dihydrocortisol /Creatinin [$\mu\text{g/g}$] Parameter (Faktor)	Regressions- koeffizient	Standard- fehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
	B [$\mu\text{g/g}$]	SE [$\mu\text{g/g}$]	p	Untergrenze [$\mu\text{g/g}$]	Obergrenze [$\mu\text{g/g}$]
Konstanter Term	68.130	14.634	.000	39.412	96.848
'Stark' / 'extrem stark' befahrene Straße	-.261	2.953	.929	-6.056	5.533
'Mäßig' befahrene Straße	3.304	2.701	.222	-1.996	8.604
'Keine Straße vorhanden'	-.723	2.245	.748	-5.128	3.683
(Referenz: 'Eher schwach' befahrene Straße)	0(a)	.	.	.	.
Alter [Jahre]	.527	.818	.519	-1.078	2.132
Größe [cm]	-.220	.150	.142	-.514	.074
Gewicht [kg]	-.040	.104	.702	-.244	.165
Geschlecht Jungen (Referenz Mädchen)	-1.375 0(a)	1.690 .	.416 .	-4.692 .	1.941 .
Gebiet neue Bundesländer (Referenz alte Bundesländer)	-.879 0(a)	1.861 .	.637 .	-4.530 .	2.773 .
Migrationsstatus Migrant (Referenz kein Migrant)	2.495 0(a)	2.929 .	.394 .	-3.253 .	8.244 .
Gemeindegröße >100,000 Einwohner (Referenz \leq 100,000 Einwohner)	-1.522 0(a)	1.753 .	.385 .	-4.961 .	1.917 .
Sozioökonomischer Status niedrig	1.031	2.474	.677	-3.823	5.885
Sozioökonomischer Status mittel (Referenz hoch)	.146 0(a)	2.075 .	.944 .	-3.926 .	4.217 .

Tabelle 20.2-6: Multiple Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen Log-20- α -Dihydrocortisol/Creatinin-Konzentration im Urin und Verkehrsaufkommen (ungewichtet) – Referenzgruppe 'Keine Straße vorhanden'

20- α -Dihydrocortisol /Creatinin [$\mu\text{g/g}$] (delogarithmierte Koeffizienten) Parameter (Faktor)	Regressions- koeffizient	Signifikanz
	B [$\mu\text{g/g}$]	p
'Stark' / 'extrem stark' befahrene Straße	-0.379	0.933
'Mäßig' befahrene Straße	6.856	0.102
'Eher schwach befahrene Straße'	0.669	0.865
(Referenz: 'Keine Straße vorhanden')	0(a)	.

Tabelle 20.2-7: Multiple Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen Log-20- α -Dihydrocortisol/Creatinin-Konzentration im Urin und Verkehrsaufkommen (ungewichtet) – Referenzgruppe 'Keine Straße vorhanden', Ausschluss: Fenster ganzjährig geschlossen

20- α -Dihydrocortisol /Creatinin [$\mu\text{g/g}$] (delogarithmierte Koeffizienten) Parameter (Faktor)	Regressions- koeffizient	Signifikanz
	B [$\mu\text{g/g}$]	p
'Stark' / 'extrem stark' befahrene Straße	0.356	.942
'Mäßig' befahrene Straße	10.610	.033
'Eher schwach befahrene Straße'	4.945	.293
(Referenz: 'Keine Straße vorhanden')	0(a)	.

Die Tabellen 20.2-8 und 20.2-9 zeigen Zusammenhänge zwischen dem Verkehrsaufkommen vor dem Kinder(Schlaf)zimmer und dem Konzentrationsverhältnis 20- α -Dihydrocortisol/freiem Cortisol im Morgenurin. Als Referenzkategorie wurde zum einen 'keine Straße vorhanden' und zum anderen 'eher schwach befahrene Straße' verwandt. In beiden Fällen ließen sich keine systematischen Unterschiede beim Quotienten 20- α -Dihydrocortisol/freiem Cortisol mit steigendem Verkehrsaufkommen feststellen. Kinder aus der Kategorie 'mäßig befahrene Straße' hatten die höchsten Konzentrationen im Harn. Wegen der schiefen Verteilung des Quotienten wurden die Analysen auch mit den logarithmierten Werten durchgeführt (Tabelle 20.2-10). Über die Belastungskategorien hinweg zeigte sich qualitativ und quantitativ ein zur Berechnung mit den nicht-transformierten Werten identisches Bild. Statistisch signifikante Befunde bestanden nicht. Plots der standardisierten Residuen ließen keine auffälligen Verteilungsinhomogenitäten erkennen. Sensitivitätsanalysen unter Ausschluss von Probanden, die die Nacht vor der Urinsammlung weniger als 6 Stunden geschlafen hatten, führten auf keine wesentlich anderen Ergebnisinterpretationen. Auch der Ausschluss von Probanden, bei denen der Verdacht bestand, dass die gemessenen Cortisolwerte aufgrund von möglichen Querempfindlichkeiten mit anderen Substanzen verfälscht sein könnten, änderte daran nichts. Allerdings war der Kontrast zwischen der Kategorie 'keine Straße vorhanden' und 'mäßig befahrene Straße' signifikant, wenn Kinder von den Analysen ausgeschlossen wurden, die Fenster ganzjährig gewöhnlich geschlossen hielten ($p = 0.038$). Kinder der Kategorie 'keine Straße vorhanden' wiesen den höheren Quotienten auf. Dies ist in Tabelle 20.2-11 wiedergegeben.

Tabelle 20.2-8: Multiple Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen dem Verhältnis 20- α -Dihydrocortisol/freies Cortisol im Urin und Verkehrsaufkommen (ungewichtet) – Referenzgruppe 'Keine Straße vorhanden'

20- α -Dihydrocortisol /Creatinin [$\mu\text{g/g}$] Parameter (Faktor)	Regressions- koeffizient	Standard- fehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
	B [$\mu\text{g/g}$]	SE [$\mu\text{g/g}$]	P	Untergrenze [$\mu\text{g/g}$]	Obergrenze [$\mu\text{g/g}$]
Konstanter Term	3.146	1.199	.009	.792	5.499
'Stark' / 'extrem stark' befahrene Straße	.045	.212	.831	-.372	.462
'Mäßig' befahrene Straße	-.105	.188	.577	-.475	.265
'Eher schwach befahrene Straße' (Referenz: 'Keine Straße vorhanden')	-.312 0(a)	.185 .	.092 .	-.675 .	.051 .
Alter [Jahre]	.072	.068	.287	-.061	.205
Größe [cm]	-.005	.012	.681	-.029	.019
Gewicht [kg]	-.008	.009	.350	-.025	.009
Geschlecht Jungen (Referenz Mädchen)	-.223 0(a)	.139 .	.108 .	-.496 .	.049 .
Gebiet neue Bundesländer (Referenz alte Bundesländer)	-.075 0(a)	.154 .	.624 .	-.377 .	.226 .
Migrationsstatus Migrant (Referenz kein Migrant)	-.037 0(a)	.241 .	.878 .	-.509 .	.435 .
Gemeindegröße >100,000 Einwohner (Referenz \leq 100,000 Einwohner)	.069 0(a)	.144 .	.631 .	-.214 .	.352 .
Sozioökonomischer Status niedrig	.208	.204	.307	-.191	.608
Sozioökonomischer Status mittel (Referenz hoch)	.079 0(a)	.171 .	.643 .	-.257 .	.415 .

Tabelle 20.2-9: Multiple Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen dem Verhältnis 20- α -Dihydrocortisol/freies Cortisol im Urin und Verkehrsaufkommen (ungewichtet) – Referenzgruppe 'Eher schwach befahrene Straße'

20- α -Dihydrocortisol /Creatinin [$\mu\text{g/g}$] Parameter (Faktor)	Regressions- koeffizient	Standard- fehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
	B [$\mu\text{g/g}$]	SE [$\mu\text{g/g}$]	P	Untergrenze [$\mu\text{g/g}$]	Obergrenze [$\mu\text{g/g}$]
Konstanter Term	2.833	1.202	.019	.474	5.193
'Stark' / 'extrem stark' befahrene Straße	.357	.243	.141	-.119	.834
'Mäßig' befahrene Straße	.207	.222	.351	-.228	.642
'Keine Straße vorhanden' (Referenz: 'Eher schwach' befahrene Straße)	.312 0(a)	.185 .	.092 .	-.051 .	.675 .
Alter [Jahre]	.072	.068	.287	-.061	.205
Größe [cm]	-.005	.012	.681	-.029	.019
Gewicht [kg]	-.008	.009	.350	-.025	.009
Geschlecht Jungen (Referenz Mädchen)	-.223 0(a)	.139 .	.108 .	-.496 .	.049 .
Gebiet neue Bundesländer (Referenz alte Bundesländer)	-.075 0(a)	.154 .	.624 .	-.377 .	.226 .
Migrationsstatus Migrant (Referenz kein Migrant)	-.037 0(a)	.241 .	.878 .	-.509 .	.435 .
Gemeindegröße >100,000 Einwohner (Referenz \leq 100,000 Einwohner)	.069 0(a)	.144 .	.631 .	-.214 .	.352 .
Sozioökonomischer Status niedrig	.208	.204	.307	-.191	.608
Sozioökonomischer Status mittel (Referenz hoch)	.079 0(a)	.171 .	.643 .	-.257 .	.415 .

Tabelle 20.2-10: Multiple Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen dem Verhältnis Log-20- α -Dihydrocortisol/freies Cortisol im Urin und Verkehrsaufkommen (ungewichtet) – Referenzgruppe 'Keine Straße vorhanden'

20- α -Dihydrocortisol /Creatinin [$\mu\text{g/g}$] (delogarithmierte Koeffizienten) Parameter (Faktor)	Regressions- koeffizient	Signifikanz
	B [$\mu\text{g/g}$]	p
'Stark' / 'extrem stark' befahrene Straße	0.012	0.933
'Mäßig' befahrene Straße	-0.112	0.102
'Eher schwach befahrene Straße'	-0.241	0.865
(Referenz: 'Keine Straße vorhanden')	0(a)	.

Tabelle 20.2-11: Multiple Regressionsmodelle: Zusammenhänge zwischen dem Verhältnis Log-20- α -Dihydrocortisol/freies Cortisol im Urin und Verkehrsaufkommen (ungewichtet) – Referenzgruppe 'Keine Straße vorhanden', Ausschluss: Fenster ganzjährig geschlossen

20- α -Dihydrocortisol /Creatinin [$\mu\text{g/g}$] (delogarithmierte Koeffizienten) Parameter (Faktor)	Regressions- koeffizient	Signifikanz
	B [$\mu\text{g/g}$]	p
'Stark' / 'extrem stark' befahrene Straße	0.005	.974
'Mäßig' befahrene Straße	0.055	.706
'Eher schwach befahrene Straße'	-0.282	.038
(Referenz: 'Keine Straße vorhanden')	0(a)	.

20.3 Weitere Analysen

Bei Ersetzen des Verkehrsaufkommen in den Regressionsmodellen durch den gemessenen Schallpegel tags vor dem Fenster der Kinder(Schlaf)zimmer, ergaben sich in keinem Fall auch nur andeutungsweise Hinweise auf statistischen Zusammenhänge mit den Katecholaminkonzentrationen oder den Glukocortikoidkonzentrationen im Morgenurin der Kinder. Die Auswertungen zu den Stresshormonen lieferten sehr ähnliche Ergebnisse, wenn anstelle der beiden Einzelfaktoren Größe und Gewicht der Body-Mass-Index als Adjustierungsvariable in den Modellen verwendet wurde. Sensitivitätsanalysen unter Ausschluss von Kindern, die sowohl im Sommer, als auch im Winter mit geschlossenen Fenstern schliefen, führten, was die Parameterschätzer anbelangt, auf vergleichbare Ergebnisse. Signifikante Wechselwirkungen waren nicht zu erkennen.

In Stressbelastungsexperimenten und empirischen Untersuchungen wurden sowohl Anstiege als auch Abfälle beim Cortisol in Abhängigkeit von der Lärmbelastung beobachtet, was mit unterschiedlichen Reaktionsmustern auf den Lärmstress erklärt wurde^{290,314}. Es wurden mit den KUS-Daten deshalb auch logistische Regressionsanalysen berechnet, in denen die kontinuierlichen Stresshormon-Variablen dichotomisiert wurden. Dies zum einen, indem das oberste Quartil der Werteverteilung gegenüber den unteren drei Quartilen betrachtet wurde (Prävalenz von hohen Werten), und zum anderen, indem das oberste und unterste Quartil der Werteverteilung gegenüber den mittleren beiden Quartilen betrachtet wurde (Prävalenz von hohen oder niedrigen Werten). In keinem Fall führte dies auf einen über die Mittelwertsbetrachtungen (lineare Regressionsanalyse) hinausgehenden Erkenntnisgewinn. Die negativen Ergebnisse bei den Stresshormonen lassen vermuten, dass Kinder möglicherweise weniger suszeptibel als Erwachsene gegenüber Lärm sind^{2,3,315}. Die vergleichsweise geringe Lärmbelastung durch Straßenverkehrslärm bei den im KUS untersuchten Kindern deutet in dieselbe Richtung. Möglicherweise sind die im Urin mit den vorliegenden Methoden gemessenen Stresshormone aber auch ein zu unempfindlicher Parameter um lärmbedingte chronische Stressreaktionen bei den noch jungen Kindern auf epidemiologischer Ebene nachweisen zu können. Wie auch bei den Gehörschäden könnten die Expositionszeiten noch zu gering sein. Hinzu kommen unbekannte Lärmbelastungen außerhalb der Wohnung und andere Lebensstressoren, die mögliche vorhandene Verkehrslärmeffekte verwischt haben könnten.

Teil H: Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

21 Zusammenfassung

21.1 Untersuchungsziel

Grundsätzlich kann Lärm bei Kindern Belästigungen, Schlafstörungen, Beeinträchtigungen der kognitiven Leistung und körperliche Stressreaktionen einschließlich Blutdruckanstiege und Gehörschäden hervorrufen. Mögliche, die Gesundheit potenziell beeinträchtigende Lärmquellen, sind tragbare Musikabspielgeräte mit Kopfhörern, lautes Spielzeug, Feuerwerkskörper, Verkehrslärm, Lärm in Klassenräumen, Lärm in Freizeiteinrichtungen und Diskotheken, sowie Lärm in frühkindlichen Intensivpflegestationen.

Im Rahmen des Kinder-Umwelt-Survey (KUS) wurden bei 1048 Kindern im Alter von 8 bis 14 Jahren für Deutschland mittels Fragebogen repräsentative Daten zum Themenkomplex Lärm erhoben, die im Kontext mit Wohnbedingungen und Freizeitgewohnheiten und körperlichen Befindlichkeiten stehen. Die Datenerhebung war für die 600 Kinder im Alter von 11-14 Jahren zum Teil etwas detaillierter als für die 448 Kinder im Alter von 8-10 Jahren. Die Hörfähigkeit wurde mit einem Screening-Hörtest ermittelt. Darüber hinaus wurden physiologische Parameter, die als Indikatoren für chronischen Lärmstress herangezogen werden (Blutdruck und Stresshormone), bei den Kindern gemessen.

Die Daten wurden in erster Linie zum Zweck der Deskription von Expositionsbedingungen und der Prävalenz von Gesundheitsparametern erhoben, um mögliche kritische Expositionspfade zu erkennen und Vergleichsdaten für andere Untersuchungen bereitzustellen. Darüber hinaus bestand die Möglichkeit Zusammenhänge zwischen Expositionsparametern und Wirkungsparametern zu untersuchen. Die Ergebnisse sind im Folgenden tabellarisch aufgelistet:

21.2 Freizeitgewohnheiten

- Computerspiele sind die beliebteste der erfragten Freizeitbeschäftigungen (89.8% der 8-10Jährigen und 83.9% der 11-14Jährigen), wobei nur wenige Kinder dabei Kopfhörer benutzen (4.7 bzw. 6.4 %).

- Von den 11-14Jährigen hören 70.3% Musik über tragbare Musikabspielgeräte. Die mittlere Hördauer beträgt 0.65 Stunden/Tag (Median 0.5 Stunden). Bei Einschluss der Nicht-Hörer ergeben sich 0.45 Stunden/Tag (Median 0.5 Stunden). 5 % der Kinder hören mindestens 2 Stunden am Tag Musik über diese Geräte.
- 13-14Jährige hören häufiger Musik über tragbare Musikabspielgeräte als 11-12Jährige ($p=0.000$). Mädchen hören signifikant häufiger als Jungen ($p=0.010$). Mit höherem sozio-ökonomischen Status nahm die tägliche Hördauer ab ($p=0.009$). Diese Faktoren waren auch im multiplen linearen Regressionsmodell signifikant.
- Von den 11-14jährigen Kindern, die Musik über tragbare Musikabspielgeräte hören, geben 23.5% an, dies ziemlich oder sehr laut zu tun. 11.4% geben an, den Lautstärkereglern immer am oberen Anschlag zu haben. Es besteht ein signifikanter Trend über die Sozialstatuskategorien hinweg derart, dass mit niedrigerem sozio-ökonomischen Status der Anteil von Kindern der ziemlich oder sehr laut hört, ansteigt ($p=0.047$).
- 5% der 11-14Jährigen besuchen Diskotheken mindestens 1 Mal im Monat (Median 0 Mal/Monat). Erwartungsgemäß nimmt die Besuchshäufigkeit mit steigendem Alter zu ($p=0.000$). Tendenziell besuchen Jungen (in der Altersklasse) Diskotheken etwas seltener als Mädchen ($p<0.10$).
- Von den Diskothekbesuchern beurteilen 68% die Musikk Lautstärke in Diskotheken und Musikclubs als gerade richtig, 27.5% als zu laut; 36% geben an, dass eine Verständigung dort nur durch Schreien möglich ist, 16%, dass dies auch durch Schreien nicht möglich sei.
- 5% der 11-14Jährigen besuchen Konzerte mindestens 3 Mal im Jahr (Median 0 Mal/Jahr). Die Lautstärke wird von 64.7% der Konzertbesucher als gerade richtig und von 33.5% als zu laut beurteilt. Mädchen gehen signifikant häufiger in Konzerte als Jungen ($p=0.004$).

21.3 Hörfähigkeit

- Als Hörverlustkriterien wurden >20 dB und >30 dB sowie für Vergleichszwecke mit anderen Untersuchungen auch ≥ 20 dB und ≥ 30 dB (entspricht wegen der 5 dB-Pegelsprünge bei der Audiometrie >15 dB, >25 dB) betrachtet. Dies sowohl für einzelnen Test-Frequenzen (1, 2, 3, 4, 6 kHz), als auch in Kombination mehrerer Frequenzen.
- Die Prävalenz bekannter vom Arzt diagnostizierter Hörstörungen (nach Selbstangabe Eltern) beträgt 4.9 %, die Lebenszeit-Prävalenz von Mittelohrentzündung 54.6 %.

- Einen Hörverlust von $>20/>30$ dB bei wenigstens einer der Test-Frequenzen auf wenigstens einem Ohr weisen 12.8/2.4 % der Kinder auf; einen Hörverlust von $\geq 20/\geq 30$ dB 28.3/5.2 %.
- Einen Hörverlust von $>20/>30$ dB bei wenigstens einer der Test-Frequenzen im Bereich der 'C5-Senke' (3-6 kHz) auf wenigstens einem Ohr weisen 10.6/2.1 % der Kinder auf; einen Hörverlust von $\geq 20/\geq 30$ dB 23.3/4.7 %.
- Kombinierte Hörverlustkriterien: Die Prävalenz in Anlehnung an die NHANES-Studie (rechtes / linkes / rechtes oder linkes / rechtes und linkes Ohr) beträgt 11.4/18.9/25.5/4.8 %, in Anlehnung an die BGA-Studien 3.6/5.3/7.6/1.3 %, in Anlehnung an die STRUWE-Studie 4.9/6.0/9.7/1.2 %. [Zum Vergleich: Der unilaterale Hörverlust (rechtes oder linkes Ohr) im Bereich der 'C5-Senke' bei 16-24Jährigen betrug in der STRUWE-Studie 24%].
- Plausibilitätstest: Kinder mit ärztlich diagnostizierten Hörstörungen sind im Hörtest deutlich häufiger auffällig (44.4% vs. 11.7% mit Hörverlust >20 dB). Auch bei positiver Lebenszeitprävalenz von Mittelohrentzündung zeigt sich eine schlechtere Hörfähigkeit (17% vs. 9% auffällig).
- Sensitivitätsanalyse: Der Ausschluss von Probanden von den Analysen, wenn beim Hörtest der durchschnittliche Hintergrundpegel über 32 dB(A) lag oder vom Interviewer dokumentiert wurde, dass Störschallereignisse vorlagen (verbliebene Stichprobe $n = 743$), hat kein wesentlichen Einfluss auf die Ergebnisse der Screening-Audiometrie.
- Geschlecht: Es besteht kein Unterschied bezüglich des Hörverlusts von >20 dB zwischen Jungen und Mädchen bei 1-2 kHz, jedoch ein hoch signifikanter Unterschied bei 3-6 kHz (Jungen vs. Mädchen 13.1% vs. 8.0%). Jungen weisen somit im Bereich der für lärmbedingte Hörschäden typischen Frequenzen ein schlechteres Hörvermögen auf. Der Zusammenhang wird in multiplen logistischen Regressionsanalysen unter Einschluss anderer erklärender Faktoren bestätigt (OR = 1.8, 95% Konfidenzintervall = 1.2-2.8).
- Keine signifikanten Einflüsse auf die Hörfähigkeit bestehen bezüglich Alter (in Jahren), Gebietszugehörigkeit (neue vs. alte Bundesländer), Gemeindegrößenklasse ($\geq 100,000$ vs. $< 100,000$ Einwohner, Migrantenstatus (Migrant vs. kein Migrant), Sozio-ökonomischer Status (hoch vs. mittel vs. niedrig).
- Kinder berichten sehr viel häufiger über Gehörsymptome nach lauten Ereignissen als die Eltern über ihre Kinder. Ohrgeräusche (Tinnitus) nach lauter Musik werden von 6.3% der 8-10Jährigen und von 11.1% der 11-14Jährigen angegeben. 23.4% der 11-14Jährigen hatten schon einmal Ohrgeräusche wegen anderer Schallereignisse (außer Musik). Feuerwerkskörper und Schreien ins Ohr waren dabei die Hauptschallquellen.

- Es können, bis auf eine Ausnahme (Zufallsbefund?), keine statistisch gesicherten Zusammenhänge zwischen der Hörfähigkeit (verschiedene Hörverlustkriterien) und Freizeitaktivitäten wie Musikhören über tragbare Musikabspielgeräte, Diskotheken- und Konzertbesuche aufgezeigt werden.
- Tendenziell, aber statistisch nicht signifikant, weisen Kinder mit positiver Prävalenz von Ohrenschmerzen nach lauter Musik eine schlechtere Hörfähigkeit auf. Dies ist jedoch nicht konsistent bezüglich aller Hörverlustkriterien. Ohrgeräusche nach lauter Musik sind nicht systematisch mit der Hörfähigkeit verbunden. Von anderen Geräuschen (außer Musik) sind nur Ohrbeschwerden (allgemein, nicht spezifiziert) nach lauten Geräuschen von Spielzeugpistolen tendenziell mit einem schlechterem Hörvermögen verbunden.
- Ohrgeräusche nach lauter Musik sind bei den 11-14Jährigen signifikant (positiver Zusammenhang) mit der täglichen Hördauer von Musik ($p < 0.05$) über tragbare Musikabspielgeräte und der Besuchshäufigkeit von Konzerten verbunden ($p < 0.05$).

21.4 Lärmbelastung

- Die Lärmbelastung wurde mittels Fragebogen (Straßentyp, Verkehrsaufkommen vor dem Kinder(Schlaf)zimmer) sowie orientierender Schallpegelmessung erhoben.
- 16.5% der Kinder wohnen (Adressen bezogen) an stark befahrenen Haupt- oder Durchgangsstraßen und weitere 11.7% an beträchtlich befahrenen Nebenstraßen (nach Elternangabe). Kinder mit niedrigem sozio-ökonomischen Status wohnen häufiger in Wohnungen an stark befahrenen Haupt- oder Durchgangsstraßen als Kinder mit mittlerem oder hohem Sozialstatus ($p=0.000$). Kinder mit Migrantensstatus wohnen seltener in Wohnungen an sehr wenig befahrenen Nebenstraßen als Kinder ohne Migrantensstatus ($p=0.025$).
- 47.7% der Kinder haben keine Straße vor dem Kinder(Schlaf)zimmer, weil ihre Zimmer zur straßenabgewandten Seite der Wohnung ausgerichtet sind. 13.9% der Kinderzimmer haben Fenster zu einer stark oder extrem stark befahrenen Straße (Elternangabe, durch Interviewereinschätzung abgesichert), weitere 17.7% zu einer mäßig befahrenen Straße.
- Der Anteil von Kindern mit Fenstern zur Straße steigt mit zunehmender Verkehrsbelastung der Wohnadresse an (61.0% bei stark oder extrem stark befahrenen Straßen).
- Orientierend durchgeführte kurzzeitige Schallpegelmessungen (15 minütiger Mittelungspegel) vor dem Kinder(Schlaf)zimmer ergaben tagsüber Messwerte zwischen 27 und 86 dB(A). Die Messungen dienten der Validierung der Fragebogenangaben zum Verkehrsauf-

kommen (Spearman Korrelationskoeffizient: alle Fenster $r=0.44$, nur Fenster mit Straße davor $r=0.56$).

- 22.6% der Kinder schlafen im Sommer, 78.6% im Winter mit geschlossenen Fenstern, 22.2% ganzjährig (Elternangabe). Kinder, die durchgängig mit geschlossenen Fenstern schlafen, berichten häufiger über Durchschlafschwierigkeiten ($p=0.003$). Dies kann sowohl an schlechter Innenraumlufte als auch unzureichender Schalldämmung der Fenster liegen. Mit zunehmendem Verkehrsaufkommen vor dem Kinder(Schlaf)zimmer steigt der Anteil von Kindern an, der auch im Sommer mit geschlossenen Fenstern schläft ($p=0.002$).

21.5 Lärmbelästigung

- Bei den 448 Kindern im Alter von 8-10 Jahren erfolgte die Abfrage zur Lärmbelästigung mit einer dichotomen Skala, bei den 600 Kinder im Alter von 11-14 Jahren mit der 5-stufigen international standardisierten ICBEN Skala.
- Von den 8-10Jährigen Kindern fühlen sich tagsüber 31.3% durch Familienmitglieder, 13.6% durch Nachbarschaftslärm, 8.8% durch Baulärm, 7.7% durch Hausinstallationsgeräusche, 7.3% durch Straßenverkehrslärm, 7.0% durch Fluglärm und 4.3% durch Schienenverkehrslärm belästigt (2-stufige Skala: "ja, nein"). Nachts sind die Belästigungszahlen deutlich geringer: Familienmitglieder 9.1%, Nachbarschaftslärm 7.6%, Straßenverkehrslärm 6.8%, Fluglärm 2.1%, Schienenverkehrslärm 1.2%.
- Von den 11-14Jährigen Kindern fühlen sich tagsüber 42.4/14.8% durch Familienmitglieder, 24.4/6.0% durch Nachbarschaftslärm, 18.7/5.5% durch Baulärm, 13.4/2.2% durch Hausinstallationsgeräusche, 16.4/3.4% durch Straßenverkehrslärm, 10.4/2.8 durch Naturgeräusche, 10.3/1.9% durch Fluglärm und 9.2/1.7% durch Schienenverkehrslärm belästigt (die obersten 4 oder (/) 3 Kategorien der 5-stufigen Skala zusammengenommen: "äußerst stark, stark, mittelmäßig, etwas, überhaupt nicht"). Nachts sind die Belästigungszahlen deutlich geringer: Familienmitglieder 9.5/3.9%, Nachbarschaftslärm 8.4/4.9%, Straßenverkehrslärm 7.9/2.6%, Fluglärm 3.5/0.7%, Schienenverkehrslärm 3.0/0.9%.
- Im Vergleich zu regelmäßig durchgeführten repräsentativen Erhebungen bei Erwachsenen zeigt sich, dass die Kinder im KUS durch Umweltlärm weniger belästigt sind als Erwachsene (Erwachsene, oberste 4 Kategorien der 5-stufigen Belästigungsskala: Straßenverkehrslärm 60%, Nachbarschaftslärm 43%, Fluglärm 32%).

- 61% der Kinder mit Zimmer an stark oder extrem stark befahrenen Straßen sind überhaupt nicht durch den Straßenverkehrslärm belästigt.
- Kinder mit niedrigem sozio-ökonomischen Status sind häufiger durch Straßenverkehr tags belästigt als andere. Dieser Zusammenhang ist bei den 8-10Jährigen signifikant ($p=0.007$; nachts $p=0.058$), bei den 11-14Jährigen besteht eine ähnliche Tendenz. 11-14Jährige Kinder aus den neuen Bundesländern sind häufiger durch Straßenverkehrslärm am Tage belästigt als Kinder aus den alten Ländern ($p=0.003$).
- 11-14jährige Kinder aus großen Gemeinden ($\geq 100,000$ Einwohner) sind häufiger durch Nachbarschaftslärm tags belästigt als Kinder aus kleineren Gemeinden ($p=0.000$) und häufiger durch Familienmitglieder nachts ($p=0.001$). Dies dürfte mit der Dichte von Wohnbedingungen in Verbindung stehen. Plausibel erscheint in diesem Zusammenhang der Befund, dass die Kinder in größeren Gemeinden tags auch häufiger durch Baulärm belästigt sind als Kinder aus kleineren Gemeinden ($p=0.042$).
- 8-10jährige Kinder aus den alten Bundesländern sind häufiger tags durch Fluglärm belästigt als die Kinder aus den neuen Bundesländern ($p=0.016$). Dies dürfte an der geringeren Anzahl von Verkehrsflughäfen in den neuen Ländern liegen.
- Zwischen dem gemessenen Schallpegel vor dem Kinder(Schlaf)zimmer und der Belästigung tags durch Straßenverkehrslärm besteht ein hoch-signifikanter Zusammenhang ($p=0.000$). Ebenso besteht ein hoch signifikanter Zusammenhang zwischen dem von den Eltern berichteten Verkehrsaufkommen vor dem Kinder(Schlaf)zimmer und der Lärmbelästigung durch Straßenverkehr ($p=0.000$).

21.6 Schlafstörungen

- 20.6% der 8-14jährigen Kinder geben an, Schlafschwierigkeiten zu haben, 76.4% von Ihnen Einschlafschwierigkeiten und 31.4% Durchschlafschwierigkeiten.
- Zwischen dem Verkehrsaufkommen vor dem Kinder(Schlaf)zimmer und Schlafstörungen lassen sich keine systematischen Zusammenhänge nachweisen. Es bestehen "J"-förmige Zusammenhänge. Kinder, vor deren Zimmer sich eine eher schwach befahrene Straße befindet, klagen seltener über Schlafstörungen als Kinder, vor deren Fenster sich keine Straße befindet. Die höchste Prävalenz von Schlafstörungen zeigt sich in der höchsten Belastungskategorie (stark oder extrem stark befahrene Straße); betroffen ist vornehmlich das Durchschlafen, der Effekt ist aber statistisch nicht signifikant.

- Der Ausschluss von Probanden von den Analysen, die ganzjährig mit geschlossenen Fenstern schlafen, ist ohne wesentlichen Einfluss auf die Ergebnisse.
- Der während des Interviews tags vor dem Kinder(Schlaf)zimmer gemessene Schallpegel ist nicht mit den Schlafschwierigkeiten korreliert.

21.7 Blutdruck und Herzfrequenz

- Blutdruck und Herzfrequenz der Kinder wurden im Rahmen der gesundheitlichen Untersuchungen des KiGGS gemessen. Die Ergebnisse sind für Alter und Geschlecht und Körpermaße, sowie zusätzlich für demografische Variable adjustiert.
- Kinder mit Fenstern in ihrem Kinder(Schlaf)zimmer zu einer stark oder extrem stark befahrenen Straße haben im Gruppenmittel eine 1.1 mmHg (95% Konfidenzintervall -0.3 bis 2.6 mmHg) höheren systolischen Blutdruck als Kinder, vor deren Fenster sich keine Straße befand. Der Unterschied ist statistisch nicht signifikant ($p=0.125$) Wieder besteht ein "J"-förmiger Zusammenhang derart, dass Kinder mit Fenster zu einer eher schwach befahrenen Straßen andeutungsweise einen niedrigeren Blutdruck haben als diejenigen, vor deren Fenster sich gar keine Straße befindet. Wählt man diese zweit-niedrigste Belastungskategorie zur Referenzkategorie, so haben die Kinder in der höchsten Belastungskategorie einen signifikant ($p=0.041$) höheren systolischen Blutdruck von 1.7 mmHg (95% KI = 0.1 bis 3.4 mmHg).
- Bezüglich des diastolischen Blutdrucks und der Herzfrequenz bestehen ähnliche Tendenzen. Die Zusammenhänge sind aber nicht signifikant.
- Der Ausschluss von Kindern, die ganzjährig mit geschlossenen Fenstern schlafen, führt auf ähnliche Ergebnisse.
- Systolischer Blutdruck ($p=0.006$), diastolischer Blutdruck ($p=0.030$) und Herzfrequenz ($p=0.010$) sind signifikant mit dem kurzzeitig gemessenen Schallpegel vor dem Kinder(Schlaf)zimmer der Kinder verbunden. Ein Anstieg des Schallpegels um 10 dB(A) ist mit Anstiegen um 0.9 mmHg (systolischer Blutdruck), 0.6 mmHg (diastolischer Blutdruck) und 1.2 Schlägen/Minute (Herzfrequenz) verbunden. Die Ergebnisse müssen quantitativ jedoch vorsichtig interpretiert werden, da die Schallpegelmessung nur zur groben Orientierung diente und keinesfalls eine belastbare Immissionsmessung im Sinne eines Langzeit-Tagesmittelungspegels darstellt. Dennoch ermöglicht sie eine grobe Einordnung der Lärmbelastung des Kinder(Schlaf)zimmers und kann für qualitative epidemiologische Betrachtungen

tungen herangezogen werden, zumal die Ergebnisse mit denen zum Verkehrsaufkommens in sich konsistent sind.

21.8 Stresshormone

- Katecholamine (Adrenalin und Noradrenalin) und Glukocortikoide (freies Cortisol, 20- α -Dihydrocortisol) wurden im Morgenurin der Kinder bestimmt. Wegen schiefer Werteverteilungen wurden die Stresshormon-Variablen für Zusammenhangsanalysen logarithmiert. Adjustiert wurde wieder bezüglich Alter, Geschlecht, Körpermaße und demografische Merkmale der Stichprobe. Sämtliche Konzentrationen der Stresshormone wurden auf die Ausscheidung von Creatinin im Urin bezogen.
- Statistisch signifikante Befunde zwischen den Katecholaminen und Verkehrslärmexpositionsvariablen zeigen sich nicht. Tendenziell weisen die Kinder in der höchsten Belastungskategorie des Verkehrsaufkommens vor dem Kinder(Schlaf)zimmer die niedrigsten Konzentrationen im Morgenurin auf. Die Adrenalinkonzentrationen liegen bei drei Vierteln der Kinder unterhalb der Bestimmungsgrenze.
- Statistisch signifikante Befunde zwischen den Glukocortikoiden und Verkehrslärmexpositionsvariablen bestehen ebenso nicht. Tendenziell haben die Kinder in der höchsten Belastungskategorie des Verkehrsaufkommens vor dem Kinder(Schlaf)zimmer die niedrigsten Cortisol-Konzentrationen im Urin.
- Auch der Quotient zwischen dem 20- α -Dihydrocortisol und dem freien Cortisol als möglicherweise besserem Stressindikator zeigt keine systematischen Zusammenhänge mit der Verkehrs(lärm)exposition.
- Der gemessene orientierende Verkehrslärmpegel ist ebenso nicht mit den Stresshormonenkonzentrationen im Urin assoziiert.
- Subgruppenanalysen der verschiedensten Art führen auf keine anderen Befunde. Auch kategoriale Analysen (logistische Regressionsmodelle auf der Grundlage von Perzentilen der Werteverteilungen) lassen keine Zusammenhänge mit den Expositionsvariablen erkennen.

22 Schlussbemerkung

Insgesamt muss darauf hingewiesen werden, dass das Hauptaugenmerk der Lärmerhebungen im Kinder-Umwelt-Survey auf die Expositionsbeschreibung und die Deskription ausgerichtet war und weniger auf Zusammenhangsanalysen. Das Lärmmodul wurde auf das allgemeine Konzept eines Referenzwert generierenden Surveys aufgesetzt. Dies betrifft vor allem das Hörfähigkeits-Screening, die Gehör relevanten Freizeitgewohnheiten, die Lärmbelästigung und -belastung. Die erhobenen deskriptiven Untersuchungsdaten stellen eine flächendeckende und repräsentative, mit standardisierten Methoden ermittelte, Datengrundlage dar, die für Referenzzwecke genutzt werden kann.

Bei den Zusammenhangsanalysen überwiegen negative Befunde. Das mag zum einen vielleicht beruhigend erscheinen, dürfte zum anderen aber auch an einer zu geringen Teststärke liegen, was Stichprobenumfang und Studiendesign anbelangt. Das Konzept einer repräsentativen Zufallsstichprobe führt auf vergleichsweise geringe Anzahlen hoch exponierter Studienteilnehmer einerseits und medizinisch auffälliger Studienteilnehmer andererseits, was den statistischen Nachweis von Effekten erschwert. Zudem ist nicht auszuschließen, dass z. B. empfindliche Personen oder solche mit negativen Erfahrungen (z. B. Schalltrauma) hohe Schallbelastungen in der Folgezeit eher vermieden haben, was in einer Querschnittsstudie zur Verdünnung von Effekten führt (Probanden mit Hörminderung haben ein geringes aktuelles Expositionsverhalten).

Wirkungsbezogene Untersuchungen mit konkreten Hypothesen sollten aus Gründen der statistischen Teststärke in geeigneteren Untersuchungsstichproben erfolgen, die bezüglich der Prävalenz von Exposition oder/und untersuchtem Endpunkt sowie der Stichprobengröße optimiert und den jeweiligen Fragestellungen angepasst sind. Dies war beim KUS nicht der Fall, da der repräsentative Aspekt einer Zustandsbeschreibung im Mittelpunkt stand. Sofern in einer Studie konfundierende Faktoren hinreichend erfasst werden, ist der Gesichtspunkt der Repräsentativität einer Stichprobe für inferenzstatistische Fragestellungen hingegen oft von untergeordneter Bedeutung, sofern davon ausgegangen werden kann, dass Wirkungsmechanismen übergreifende Gültigkeit besitzen bzw. es aus theoretischen Überlegungen heraus keine gewichtigen Gründe dafür gibt, warum dies nicht so sein sollte.

Für die betrachteten Endpunkte (Gehörschäden durch Dauerlärm, Körperstoffwechsel, Kreislaufparameter) bedarf es langer Einwirkzeiten, um chronische und manifeste Veränderungen im Körper hervorzurufen. Als nachteilig ist in diesem Zusammenhang zu vermerken, dass entgegen der ursprünglichen Studienplanung von der Erhebung älterer Kinder und Jugendlicher über 14 Jahre aus Kostengründen Abstand genommen werden musste. Gerade die Altersgruppe der Jugendlichen bis 20 Jahre stellt jedoch wegen ihrer Verhaltens- und Freizeitgewohnheiten (Musikhören über tragbare Abspielgeräte, Besuch von Diskotheken und Rockkonzerten, laute Hobbies) ein besonders interessierendes Risikoklientel für die untersuchten Fragestellungen dar.

Kinder können die Gefahren, die von hoher Schallbelastung ausgehen, nicht richtig einschätzen, weil gesundheitliche Folgen (Gehörschäden) sich über die Zeit hinweg schleichend ausbilden (akkumulieren) und erst in der Zukunft zu Problemen im Lebensalltag führen. Die Aufklärung in Betroffenenkreisen ist weiterhin und verstärkt zu fördern. Dies sollte neben Kampagnen in einschlägigen Kommunikationsbereichen auch die flächendeckende Aufnahme des Themas in Schullehrpläne einschließen, um den gesundheitsbewussten und differenzierten Umgang mit lauten Schallquellen zu fördern. Initiativen mit Verbänden und Interessengruppen zur freiwilligen Reduzierung von Schallpegeln in Freizeitbereichen sind zu fördern und zu unterstützen.

Im Rahmen von geeigneten Längsschnittuntersuchungen (wiederholte Erhebungen bei denselben Jahrgängen) sollte die Entwicklung des Hörvermögens der Kinder regelmäßig ermittelt werden, um die Wirkung von Interventionsmaßnahmen und Aufklärungsprogrammen zu überprüfen. Darüber hinaus können Längsschnittuntersuchungen bei denselben Personen durchgeführt werden, um das Risiko einer fortschreitenden Hörminderung in Abhängigkeit von Freizeitgewohnheiten quantitativ besser zu ermitteln.

Die Belastungen der Bevölkerung insgesamt – und damit auch der Kinder – durch Verkehrslärm sollten sukzessive gemindert werden, um extra-aurale Gesundheitsbeeinträchtigungen und erhebliche Belästigungen zu minimieren. Hier sind neben den für die Umweltgesetzgebung Verantwortlichen auch die Verkehrs- und Stadtplaner besonders gefordert.

Literatur

1. European Environment Agency. Environment and Health, EEA Report No 10/2005. Vol. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2005. URL: http://reports.eea.europa.eu/eea_report_2005_10/en/EEA_report_10_2005.pdf (accessed March 2008).
2. Zuurbier M, Lundqvist C, Salines G, Stansfeld S, Hanke W, Babisch W, Bistrup ML, Hazel Pvd, Moshammer H. The environmental health of children: priorities in Europe. *IJOMEH* 2007;20(3):291-308.
3. Bistrup M-L, Babisch W, Stansfeld S, Sulkowski W. PINCHE's policy recommendations on noise: How to prevent noise from adversely affecting children. *Acta Paediatrica* 2006;95 Suppl. 453:31-35.
4. Evans GW, Lepore SJ. Nonauditory effects of noise on children: a critical review. *Children's Environments* 1993;10(1)(1):31-51.
5. Kurth B-M. Symposium zur Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland. *Bundesgesundheitsbl. Gesundheitsforsch. Gesundheitsschutz* 2006;10:1050-1058.
6. Kurth B-M. Der Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS): Ein Überblick über Planung, Durchführung und Ergebnisse unter Berücksichtigung von Aspekten des Qualitätsmanagements. *Bundesgesundheitsbl. Gesundheitsforsch. Gesundheitsschutz* 2007;50:533-546.
7. Schulz C, Becker K, Seiwert M. Kinder-Umwelt-Survey. *Gesundheitswesen* 2002;64 Sonderheft 1:S69-S79.
8. Schulz C, Wolf U, Becker K, Conrad A, Hünken A, Lüdecke A, Müssig-Zufika M, Riedel S, Seiffert I, Seiwert M, Kolossa-Gehring M. Kinder-Umwelt-Survey (KUS) im Rahmen des Kinder- und Jugendgesundheitsurveys (KiGGS). Erste Ergebnisse. *Bundesgesundheitsbl. Gesundheitsforsch. Gesundheitsschutz* 2007;50:889-894.
9. Schulz C, Dürkop J, Becker K, Szewzyk R, Roskamp E, Ullrich D, Babisch W. Umweltsurvey für Kinder - ein Modul im Kinder- und Jugendgesundheitsurvey. *UMID* 2003;2/2003:7-9.
10. Kurth B-M. Der Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS): Ein Überblick über Planung, Durchführung und Ergebnisse unter Berücksichtigung von Aspekten eines Qualitätsmanagements. *Bundesgesundheitsbl. - Gesundheitsforsch. - Gesundheitsschutz* 2007;50:533-546.
11. Kamtsiuris P, Lange M, Schaffrath Rosario A. Der Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS): Stichprobendesign, Response und Nonresponse-Analyse. *Bundesgesundheitsbl. - Gesundheitsforsch. - Gesundheitsschutz* 2007;50:547-556.
12. DIN EN ISO 389-7. Akustik - Standard-Bezugspegel für die Kalibrierung von audiometrischen Geräten - Teil 7: Bezugshörschwellen unter Freifeld- und Diffusfeldbedingungen. Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2005.
13. DIN EN ISO 7029. Akustik - Statistische Verteilung von Hörschwellen als eine Funktion des Alters Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2000.
14. DIN EN ISO 389-1. Akustik - Standard-Bezugspegel für die Kalibrierung von audiometrischen Geräten - Teil 1: Äquivalente bezugs-Schwellenschalldruckpegel für reine Töne und supra-aurale Kopfhörer. Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2000.
15. DIN EN ISO 389-8. Akustik - Standard-Bezugspegel für die Kalibrierung von audiometrischen Geräten - Teil 8: Äquivalente Bezugs-Schwellenschalldruckpegel für reine Töne und circumaurale Kopfhörer Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2004.

16. Roeser RJ, Northern JL. Screening for hearing loss and middle ear disorders. In: Roeser RJ, Downs MP, eds. Auditory disorders in school children. New York: Thieme-Stratton Inc., 1981;120-150.
17. Sataloff RT, Sataloff J. Occupational hearing loss. New York: Marcel Dekker Inc., 1993.
18. European Working Group on Genetics of Hearing Impairment. European Concerted Action H.E.A.R. 1996. URL: http://web.unife.it/progetti/gendeaf/hear/infoletters/Info_02.PDF (accessed July 2007).
19. Streppel M, Walger M, Wedel Hv, Gaber E. Hörstörungen und Tinnitus, Gesundheitsbe-richterstattung des Bundes. Berlin: Robert Koch-Institut, 2006.
20. World Health Organization. Facts about deafness. 2006. URL: http://www.who.int/pbd/deafness/hearing_impairment_grades/en/index.html; <http://www.who.int/pbd/deafness/facts/en/print.html> (accessed February 2006).
21. ASHA. Guidelines for audiologic screening. ASHA panel on audiologic assessment 1996, pp. 333-382. Rockville, MD: American Speech-Language-Hearing Association, 1997. URL: <http://www.comdis.wisc.edu/staff/mrchial/ASHA%20PDFs/AuDScrngGuide97.pdf> (accessed July 2007).
22. Downs MP. Contribution of mild hearing loss to auditory language learning problems. In: Roeser RJ, Downs MP, eds. Auditory disorders in school children. New York: Thieme-Stratton Inc., 1981;177-189.
23. Bess FH, Tharpe AM. Unilateral hearing impairment in children. *Pediatrics* 1984;74(2):206-216.
24. Bess FH, Tharpe AM. Auditory performance in children with unilateral sesorineural hearing loss. *Ear Hear.* 1986;7(1):20-26.
25. Hanson DR, Fearn RW. Hearing acuity in young people exposed to pop music and other noise. *The Lancet* 1975;August 2:203-205.
26. G 20 Lärm. Berufsgenossenschaftliche Grundsätze für die arbeitsmedizinische Vorsor-geuntersuchungen. In: HVBG HdgB, ed. Stuttgart: Gentner, 1998;281-294.
27. HVBG. Empfehlungen des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften für die Begutachtung der beruflichen Lärmschwerhörigkeit - Königsteiner Merkblatt. Sankt Augustin: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften e. V., 1991.
28. ASHA. ASHA website. 2007. URL: <http://www.asha.org/public/hearing/testing> (ac-cessed July 2007).
29. Bauer P, Körpert K, Neuberger M, Raber A, Schwetz F. Risk factors for hearing loss at different frequencies in a population of 47,388 noise-exposed workers. *J Acoust Soc Am.* 1991;90(6):3086-3098.
30. McBride DI, Williams S. Audiometric notch as a sign of noise induced hearing loss. *Occup Environ Med* 2001;58:46-51.
31. Finckh-Krämer U, Spormann-Lagodzinski M, Gross M. German registry for hearing loss in children: results after 4 years. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* 2000;56:113-127.
32. Consensus Development Panel. Noise and hearing loss. *JAMA* 1990;263(23):3185-3190.
33. Hoffmann E. Hörfähigkeit und Hörschäden junger Erwachsener unter Berücksichtigung der Lärmbelastung. Heidelberg: Median-Verlag, 1997.
34. Niskar AS, Kieszak SM, Holmes AE, Esteban E, Rubin C, Brody DJ. Estimated preva-lence 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. *Pediatrics* 2001;108(1):40-43.
35. Kruppa B, Dieroff H-G, Ising H. Sensorineurale Gehörschäden bei Schulanfängern. *HNO* 1995;43:31-34.

36. Ising H, Babisch W, Jacobs A, Kruppa W, Rebentisch E, Versümer A, Dieroff H-G, Schulze R. Auditory effects of military low-altitude flight noise. *Journal of Audiological Medicine* 1998;7(2):87-99.
37. Struwe F, Jansen G, Schwarze S, Schwenzer C, Nitzsche M. Untersuchung von Hörge-wohnheiten und möglichen Gehörrisiken durch Schalleinwirkungen in der Freizeit unter besonderer Berücksichtigung des Walkman-Hörens. In: Babisch W, Bambach G, Ising H, Kruppa B, Plath P, Rebentisch E, Struwe F, eds. *Gehörgefährdung durch laute Musik und Freizeitlärm*. WaBoLu. WaBoLu-Hefte 5/96. WaBoLu Hefte. Berlin: Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Umweltbundesamtes, 1996;44-123.
38. Struwe F. Zu viele Phon für junge Ohren. *Münch. med. Wschr.* 1996;138(31/32):540-542.
39. hear-it. Website. 2006. URL: <http://www.hear-it.org> (Accessed 24.01.06).
40. Hear-It. Webseite. 2008. URL: <http://german.hear-it.org/page.dsp?page=762> (aufgerufen August 2008).
41. Hear-It. Webseite. 2008. URL: <http://german.hear-it.org/forside.dsp?area=34> (aufgerufen August 2008).
42. Huth I. Lärm bleibt Lärm, auch Spaß kann schaden. Gefahr für junge Ohren. *TK Aktuell* 2008;1:8-10.
43. Techniker Krankenkasse. "DJ-Führerschein": Gesunder Hörspaß in Diskotheken. *TK-News TK-Landesvertretung Niedersachsen*, 2006.
44. Techniker Krankenkasse - Landesvertretung Bayern. Schnappauf: Mit neuem DJ-Führerschein und Lärmpegel-Limits Schutz vor Hörschäden. Pressemitteilung vom 7. November 2005. München: Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, 2005. URL: <http://www.stmugv.bayern.de/aktuell/presse/detailansicht.htm?tid=9486> (accessed May 2008).
45. Techniker Krankenkasse - Landesvertretung Nordrhein-Westfalen. Umweltminister Eckhard Uhlenberg unterstützt DJ-Führerschein gegen Gehörschäden – Unter 100 Dezibel beugen vor. Pressemitteilung vom 16. Mai 2006. Düsseldorf: Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, 2006. URL: https://www.munlv.nrw.de/ministerium/service_kontakt/archiv/presse2006/presse060516.php (accessed May 2008).
46. Davis A, Parving A. Towards appropriate epidemiological data on childhood hearing disability: a comparative European study of birth cohorts 1982-88. *Journal of Audiological Medicine* 1993;3:35-47.
47. Gross M, Finckh-Krämer U, Spormann-Lagodzinski ME. Angeborene Erkrankungen des Hörvermögens bei Kindern. Teil 1: Erworbene Hörstörungen. *HNO* 2000;48:879-886.
48. Eckel HE, Richling F, Streppel M, Roth B, Walger M, Zorowski P. Ätiologie mittel- und hochgradiger Schwerhörigkeiten im Kindesalter. *HNO* 1998;46:252-263.
49. Downs MP. Universal newborn hearing screening - The Colorado story. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* 1995;32:257-259.
50. Hayes D. State programs for universal newborn hearing screening. *Pediatr. Clin. North Am.* 1999;46:89-94.
51. Stein LK. Factors influencing the efficacy of universal newborn hearing screening. *Pediatr. Clin. North Am.* 1999;46:95-105.
52. Parving A. Hearing screening - aspects of epidemiology and identification of hearing impaired children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* 1999;49(Suppl. 1):287-292.
53. Gross M, Finckh-Krämer U, Spormann-Lagodzinski M-E. Deutsches Zentralregister für kindliche Hörstörungen. Bilanz nach den ersten zwei Jahren. *Deutsches Ärzteblatt* 1999;96(1-2):A45-A50.

54. Gross M, Finckh-Krämer U, Spormann-Lagodzinski ME. Angeborene Erkrankungen des Hörvermögens bei Kindern. Teil 2: Genetische Hörstörungen. *HNO* 2001;49:602-617.
55. Spormann-Lagodzinski ME, Gross M, Lange K. Deutsches Zentralregister für kindliche Hörstörungen - permanente Hörstörungen bei Kindern. *Hören Heute* 2002;3(1):4-10.
56. Wilson WR, Walton WK. Identification audiometry accuracy: Evaluation of a recommended program for school-age children. *Lang. Speech Hear. Serv. Schls.* 1974;5:132-142.
57. Melnick W, Eagles EL, Levine HS. Evaluation of a recommended program of identification audiometry with school-age children. *J. Speech. Hear. Disord.* 1964;29:3-13.
58. Axelsson A, Jerson T, Lindgren F. Noisy leisure time activities in teenage boys. *American Industrial Hygiene Association Journal* 1981;42(3):229-233.
59. Axelsson A, Jerson T, Lindberg U, Lindgren F. Early noise-induced hearing loss in teenage boys. *Scand. Audiol* 1981;10:91-96.
60. Axelsson A, Aniansson G, Costa O. Hearing loss in school children: a longitudinal study of sensorineural hearing impairment. *Scand. Audiol.* 1987;16:137-143.
61. Martin WH, Sobel J, Griest SE, Howarth L, Shi Y-B. Noise induced hearing loss in children: Preventing the silent epidemic. *Journal of Otology* 2006;1(1):11-21.
62. Sorri M, Rantakallio P. Prevalence of hearing loss at the age of 15 in a birth cohort of 12000 children from northern finland. *Scand. Audiol.* 1985;14:203-207.
63. Ising H, Rebentisch E. Ergebnisse einer Tieffluglärm-Studie in der Bundesrepublik Deutschland. Akute und chronische Auswirkungen auf das menschliche Gehör. *Bundesgesundhbl.* 1992;35:145-149.
64. Lutman ME, Davis AC. The distribution of hearing threshold levels in the general population aged 18-30 years. *Audiology* 1994;33:327-350.
65. Haapaniemi JJ. The hearing threshold levels of children at school age. *Ear and Hearing* 1996;17(6):469-477.
66. Borchgrevink HM. One third of 18 year old male conscripts show noise induced hearing loss >20 dB before start of military service - the incidence being doubled since 1981. Reflecting increased leisure noise? In: Berglund B, Berglund U, Karlsson J, Lindvall T, eds. *Hearing, communication, sleep and nonauditory physiological effects. Proceedings of the 5th International Congress on Noise as a Public Health Problem, Stockholm 1988. Vol. 2. Stockholm: Swedish Council for Building Research, 1988;27-32.*
67. Borchgrevink HM. Music-induced hearing loss >20 dB affects 30% of Norwegian 18 year old males before military service - The incidence doubled in the 80's, declining in the 90's. In: Vallet M, ed. *Noise and Man '93. Proceedings of the 6th International Congress on Noise as a Public Health Problem, Nice 1993. Vol. 2. Arcueil Cedex: Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, 1993;25-28.*
68. Borchgrevink HM, Woxen OJ. Declining prevalence of high-frequency hearing loss >20 dB in Norwegian 18 y old males at military enrolment in the 1990's. In: Carter N, Job RFS, eds. *Noise Effects '98. Proceedings of the 7th International Congress on Noise as a Public Health Problem, Sydney 1998. Vol. 1. Sydney: Noise Effects '98 PTY LTD, 1998;59-62.*
69. Borchgrevink HM, Tambs K, Hoffmann HJ. The Nord-Trøndelag Norway Audiometric Survey 1996-1998: Unscreened adult high-frequency thresholds, normative thresholds and noise-related socio-acusis. In: Henderson D, Prasher D, Kopke R, Salvi R, Hamernik RP, eds. *Noise Induced Hearing Loss: Basic Mechanisms, Prevention and Control. London: Noise Research Network Publications, 2001;377-385.*
70. Körpert K. Hearing thresholds of young workers. *Proceedings of the 6th Fase congress, Zürich 1992. Zürich: Swiss Acoust. Soc., 1992;181-184.*

71. Rosenhall U, Axelsson A, Svedberg A. Hearing in 18-year old men - Is high frequency hearing loss more common today than 17 years ago? In: Vallet M, ed. Noise and man '93. Proceedings of the 6th international congress on Noise as a Public Health Problem, Nice 1993. Vol. 2. Arcueil Cedex: Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, 1993;119-122.
72. Rosenhall U, Pyykkö I, Rasmussen F, Muhr P. Hearing loss in young men: Possible aetiological factors. *Noise & Health* 2006;8:40-44.
73. Gissel S, Mortensen JT, Juul S. Evaluation of hearing ability in Danish children at the time of school start and at the end of school. *Int. J. Adolesc. Med. Health* 2002;14(1):43-49.
74. Merluzzi F, Arpini A, Camerino D, Barducci M, Marazzi P. Hearing threshold in 18-19 year old Italiens (in Italien). *Med. Lav.* 1997;88:183-195.
75. Smith P, Davis A, Ferguson M, Lutman M. Hearing in young adults report to ISO/TC43/WG1. *Noise & Health* 1999;1(4):1-10.
76. Davis AC. Hearing in adults. The prevalence and distribution of hearing impairment and reported hearing disability in the MRC Institute of Hearing research's National Study of Hearing. London: Whurr Publishers Ltd., 1995.
77. Schow RL. Considerations in selecting and validating an adult/elderly hearing screening protocol. *Ear & Hearing* 1991;12:337-348.
78. Bess FH, Lichtenstein MJ, Logan SA, Burger MC, Nelson E. Hearing impairment as detriment of function in the elderly. *Journal of the American Geriatric Society* 1989;37:921-928.
79. Bergstrom L. Medical problems and their management. In: Roeser RJ, Downs MP, eds. Auditory disorders in school children. New York: Thieme-Stratton Inc., 1981;102-119.
80. Löppönen H, Sorri M, Rekkala R, Penna J. Secretory otitis media and high-frequency hearing loss. *Acta Otolaryngol (Soc)* 1992;Suppl. 493:99-107.
81. Job A, Raynal M, Tricoire A, Signoret J, Rondet P. Hearing status of French youth aged from 18 to 24 years in 1997: a cross-sectional epidemiological study in the selection centres of the army in Vincennes and Lyon. *Rev. Epidém. et Santé Publ.* 2000;48:227-237.
82. Ryding M, Konradsson K, Kalm O, Prellner K. Auditory consequences of recurrent acute purulent otitis media. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* 2002;111:261-266.
83. Ryding M, Konradsson K, Kalm O, Prellner K. Sequelae of recurrent acute otitis media. Ten-year follow-up of a prospectively studied cohort of children. *Acta Paediatr.* 1997;86:1208-1213.
84. Todd NW. At-risk populations for hearing impairment in infants and young children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* 1994;29:11-21.
85. de Beer BA. Hearing deficits in young adults who had a history of otitis media in childhood: Use of personal stereos had no effect on hearing. *Pediatrics* 2003;111(4):304-308.
86. Daly KA. Epidemiology of otitis media. *Otolaryngol. Clin. North Am.* 1991;24:775-786.
87. Cross AW. Medical progress. Health screening in schools. Part 1. *The Journal of Pediatrics* 1985;107(4):487-494.
88. ISO 1999. Acoustics - Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment. Geneva: International Organization for Standardization, 1990.
89. VDI 2058 Blatt 2. Beurteilung von Lärm hinsichtlich Gehörgefährdung. Berlin: Beuth-Verlag, 1988.
90. HVBG. BG-Vorschrift Lärm, BGV B3 vom 1. Januar 1990 in der fassung vom 1. Januar 1997. Sankt Augustin: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften e. V., 1997.

91. HVBG. BGV B3 Lärm. Aktualisierte Nachdruckfassung Januar 2005. Sankt Augustin: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften e. V., 2005.
92. UVV Lärm. Unfallverhütungsvorschrift Lärm vom November 1989, in der Fassung vom Januar 1997 mit Durchführungsanweisungen vom Oktober 1995 (aktualisierte Ausgabe 2005), GUV-V B 3. Köln: Carl Heymanns Verlag, 1997.
93. Richtlinie 2003/10/EG. Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. Februar 2003 über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Lärm). Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften 2003;L 42:38-44.
94. Richtlinie 89/391/EWG. Geänderter Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Lärm). Dossier 92/0449 (COD) 1989.
95. LärmVibrationsArbSchV. Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibrationen (Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung) vom 6. März 2007. BGBl. I 2007:261.
96. GBE. Gesundheitsberichterstattung (GBE) "Arbeitsunfälle und Berufskrankheiten" wiedergegeben in "Medizinauskunft". Hamburg: ArztData GmbH, 2003. URL: http://www.medizinauskunft.de/artikel/aktuell/2007/20_03_berufskrankheiten.php (aufgerufen August 2008).
97. Zenner HP, Struwe V, Schuschke G, Spreng M, Stange G, Plath P, Babisch W, Reben-tisch E, Plinkert P, Bachmann KD, Ising H, Lehnert G. Gehörschäden durch Freizeit-lärm. HNO 1999;47:236-248.
98. Maassen M, Babisch W, Bachmann KD, Ising H, Lehnert G, Plath P, Plinkert P, Reben-tisch E, Schuschke G, Spreng M, Stange G, Struwe V, Zenner HP. Ear damage caused by leisure noise. Noise Health 2001;4(13):1-16.
99. Fleischer G, Hoffmann E, Müller R, Lang R. Kinderknallpistolen und ihre Wirkung auf das Gehör. HNO 1998;46:815-820.
100. Babisch W. Schallpegel in Diskotheken und bei Musikveranstaltungen. Teil I: Gesund-heitliche Aspekte. WaBoLu-Hefte 03/2000. Berlin: Umweltbundesamt, 2000. http://www.apug.de/archiv/pdf/DISKO_1.pdf (accessed 15.05.06).
101. EN 71-1. Sicherheit von Spielzeug - Teil 1: mechanische und physikalische Eigenschaf-ten. Berlin: Beuth-Verlag, 1998.
102. EN 50332-1. Sound system equipment: Headphones and earphones associated with portable audio equipment. Maximum sound pressure level measurement methodology and limit considerations. Part 1: General method for "one package equipment". Berlin: Beuth Verlag, 2000.
103. EN 50332-2. Sound system equipment: Headphones and earphones associated with portable audio equipment. Maximum sound pressure level measurement methodology and limit considerations. Part 2: Matching of sets with headphones if either or both are offered separately. Berlin: Beuth Verlag, 2004.
104. Axelsson A. Recreational exposure to noise and its effects. Noise Control Eng. J. 1996;44(3):127-134.
105. Bambach G, Ising H. Schallpegel von Kinderspielzeugen. HNO 1994;42:470-472.
106. Toppila E, Starck J, Pyykkö I. Young ears and noise pollution. Proceedings of the 7th IFHOH World Congress, July 4-9, 2004 in Helsinki, 2004. URL: http://www.kuulonhuoltoliitto.fi/tiedoston_katsominen.php?dok_id=165 (accessed Au-gust 2008).
107. Bistrup ML, Hygge S, Keiding L, Passchier-Vermeer W. Health effects of noise on children - and perception of risk of noise. Copenhagen: National Institute of Public

- Health, 2001. URL: <http://www.si-folkesundhed.dk/upload/health-effects-noise-children.pdf> (accessed February 2008).
108. Clark WW. Noise exposure from leisure activities: a review. *J. Acoust. Soc. Am.* 1991;90(1):175-181.
 109. Lower MC, Lawton BW, Lutman ME, Davis RA. Noise from toys and its effect on hearing. Southampton: ISVR Consulting Services, Institute of Sound and Vibration Research, 1997.
 110. Luxon LM. Toys and games: poorly recognised hearing hazards? *BMJ* 1998;1479.
 111. Maschke C, Hecht K. Lärmexposition und Gesundheit bei Kindern und Jugendlichen. Grundlagen und Forschungsergebnisse. In: Schwenk M, Jovanovic S, Schulz R, eds. *Freizeitlärm und Gesundheit*. Umed Info 11. Stuttgart: Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg, 2000;7-49.
 112. Medical Research Council Institute of Hearing Research. Damage to hearing arising from leisure noise. *British Journal of Audiology* 1986;20:157-164.
 113. Mirbod SM, Inaba R, Yoshida H, Nagata C, Komura Y, Iwata H. Noise exposure level while operating electronic arcade games as a leisure activity. *Industrial Health* 1992;30:65-76.
 114. Smoorenburg GF. Risk of noise-induced hearing loss following exposure to Chinese firecracker. *Audiology* 1993;32:333-343.
 115. Yaremchuk KL, Kaczor JC. Noise levels in the health club setting. *ENT-Ear, Noise & Throat Journal* 1999;78(1):54-57.
 116. Dalton DS, Cruickshanks KJ, Wiley TL, Klein BEK, Klein R, Tweed TS. Association of leisure-time noise exposure and hearing loss. *Audiology* 2001;40(1):1-9.
 117. Farina A. Assessment of hearing damage when listening to music through a personal digital audio player. Proceedings of the Acoustics'08 conference, June 29-July 4, 2008 in Paris Paris: Societe Francaise d'Acoustique, 2008;3496-3500.
 118. Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt). Lärm in Motorradhelm. n-tv 2008. URL: <http://www.n-tv.de/918463.html> (aufgerufen August 2008).
 119. Fördergemeinschaft Gutes Hören. "Brüllabfuhr". Sie sollen Kindern Spaß machen, aber die meisten Spielzeug-Handys sind viel zu laut. *Computerbild* 2006(22/2006):132-134.
 120. Wietlisbach O, Hohmann BW. Gehörgefährdung durch MP3-Player. *Lärmbekämpfung* 2007;2(5):178-181.
 121. Serra MR, Biassoni EC, Richter U, Minoldo G, Franco G, Abraham S, Carignani JA, Joekes S, Yacci MR. Recreational noise exposure and its effects on the hearing of adolescents. Part I: An interdisciplinary long-term study. *International Journal of Audiology* 2005;44:65-73.
 122. Smith PA, Davis A, Ferguson M, Lutman ME. The prevalence and type of social noise exposure in young adults in England. *Noise Health* 2000;2(6):41-56.
 123. SCENIHR (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks). Potential health risks of exposure to noise from personal music players and mobile phones including a music playing function. Preliminary report. Brussels: European Commission. Directorate-General Health & Consumer Protection, 2008. URL: http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihhr/docs/scenihhr_o_017.pdf (accessed August 2008).
 124. Mott G. The ipod and the fury. *Washington Post* 2006;January 17.
 125. Ising H, Babisch W. Schwerhörigkeit durch Freizeitlärm. In: Bundesärztekammer, ed. *Fortschritt und Fortbildung in der Medizin, Band 24 (2000/2001)*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag, 2000;31-39.
 126. Ising H, Babisch W, Haneer J, Kruppa B. Loud music and hearing risk. *Journal of Audiological Medicine* 1997;6:123-133.
 127. Ising H, Babisch W. Hörschadensrisiken durch Freizeitlärm. *Hörakustik* 2000;10:53-61.

128. Leitmann T. Lautstärke in Diskotheken. *Zeitschrift für Lärmbekämpfung* 2003;50:140-146.
129. Passchier-Vermeer W. Pop music through headphones and hearing loss. *Noise Control. Eng. J.* 1999;47:182-186.
130. Carter N, Murray N, Khan A, Waugh D. A longitudinal study of recreational noise and young people's hearing. *Australian Journal of Audiology* 1984;6(2):45-53.
131. Babisch W, Ising H. Zum Einfluss von Musik in Diskotheken auf die Hörfähigkeit. *Soz. Praeventivmed.* 1989;34:239-242.
132. Fearn RW. Hearing loss caused by amplified pop music. *Journal of Sound and Vibration* 1976;46(3):462-464.
133. Fearn RW. Hearing levels in school children aged 9-12 years and 13-16 years associated with exposure to amplified pop music and other noisy activities. *Journal of Sound and Vibration* 1981;74(1):151-153.
134. Fearn RW, Hanson DR. Hearing level measurements of students aged 18-25 years exposed to amplified pop music. *Journal of Sound and Vibration* 1984;94(4):591-595.
135. Irion H, Roßner R, Lazarus H. Entwicklung des Hörverlustes in Abhängigkeit von Lärm, Alter und anderen Einflüssen. Forschungsbericht Nr. 370. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft GmbH, 1983.
136. Meyer-Bisch C. Epidemiological evaluation of hearing damage related to strongly amplified music (personal cassette players, discotheques, rock concerts) - high-definition audiometric survey on 1364 subjects. *Audiology* 1996;35:121-142.
137. Mori T. Effects of record music on hearing loss among young workers in a shipyard. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 1985;56:91-97.
138. Taylor CF. Hearing loss in new apprentices due to exposure to non-industrial noise. *J. Soc. Occup. Med.* 1976;26:57-58.
139. West PDB, Evans EF. Early detection of hearing damage in young listeners resulting from exposure to amplified music. *British Journal of Audiology* 1990;24:89-103.
140. Rudloff F, Specht Hv, Penk S, Pethe J, Schuschke G. Untersuchungen zu Ausmaß und möglichen Folgen jugendlichen Musikkonsums. Teil III - Ergebnisse von Schallpegelmessungen und audiologischen Untersuchungen. *Z. Lärmbekämpfung* 1996;43:9-14.
141. Axelsson A, Lindgren F. Pop music and hearing. *Ear and Hearing* 1981;2(2):64-69.
142. Fearn RW. Serial audiometry of school children and students exposed to amplified pop music. *Journal of Sound and Vibration* 1981;74(3):459-462.
143. Lees REM, Hatcher-Roberts J, Wald Z. Noise induced hearing loss and leisure activities of young people: a pilot study. *Canadian Journal of Public Health* 1985;76:171-173.
144. Panter CH. Hearing level measurements on students aged 18 to 25 years exposed to disco and pop music. *Journal of Sound and Vibration* 1987;113(2):401-403.
145. Fearn RW. Hearing level of young subjects exposed to amplified music. *Journal of Sound and Vibration* 1989;128(3):509-512.
146. Mercier V, Würsch P, Hohmann B. Gehörgefährdung Jugendlicher durch überlauten Musikkonsum. *Zeitschrift für Lärmbekämpfung* 1998;45(1):17-21.
147. Lipscomb DM. The increase in prevalence of high frequency hearing impairment among college students. *Audiology* 1972;11:231-237.
148. Serra MR, Biassoni EC, Richter U, Minoldo G, Franco G, Abraham S, Joekes S, Yacci MR, Pollet AR, Carignani AJ. A long term study on high level music exposition and hearing effects in adolescents. In: Cassereau D, ed. *Internoise 2000. The 29th International Congress and Exhibition on Noise Control Engineering, Vol. 1, Nice. Vol. 1. Nice: Société Française d'Acoustique (S.F.A.), 2000;328-332.*
149. Standaert B, Mertens J, Nelen V, Truyen C. Disco-music and hearing loss among young adults. In: Chapelle P, Vermeir G, eds. *Inter Noise 93. Proceedings of the International*

- Congress on Noise Control Engineering, Leuven 1993. Vol. 2. Antwerpen: The Belgian Acoustical Association ABAV, The Technological Institute, 1993;1079-1082.
150. Tin LL, Lim OP. A study on the effects of discotheque noise on the hearing of young patrons. *Asia Pac J Public Health* 2000;12(1):38-40.
 151. Kawada T, Koyama H, Suzuki S. Decrease of hearing acuity from use of portable headphones. *Nippon Koshu Eisei Zasshi*. 1990;37(1):39-43.
 152. Biassoni EC, Serra MR, Richter U, Joekes S, Yacci MR, Carignani JA, Abraham S, Minoldo G, Franco G. Recreational noise exposure and its effects on the hearing of adolescents. Part II: Development of hearing disorders. *International Journal of Audiology* 2005;44:74-85.
 153. Rosanowski F, Eysholdt U, Hoppe U. Influence of leisure-time noise on outer hair cell activity in medical students. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 2006;80:25-31.
 154. Peters C, Thom J, MyIntyre E, Winters M, Teschke K, Davies H. Noise and hearing loss in musicians. Vancouver: Safety and Health in Arts Production and Entertainment (SHAPE), 2005.
 155. Borchgrevink HM. Does health promotion work in relation to noise? *Noise Health* 2003;5(18):25-30.
 156. Babisch W. Gehörschäden durch Musik in Diskotheken. *Zeitschrift für Audiologie* 2000;Suppl. III:159-165.
 157. Dibble K. Hearing loss and music. *J. Audio Eng. Soc* 1995;43(4):251-265.
 158. Héту R, Fortin M. Potential risk of hearing damage associated with exposure to highly amplified music. *J. Am. Acad. Audiol.* 1995;6:378-386.
 159. Hoffmann E, Fleischer G, Müller R, Lang R. Die Hörfähigkeit junger Erwachsener: Ist die Disco die Hauptursache aller Hörschäden? *Audiologische Akustik* 1997;2:80-91.
 160. Lindemann HE, Klaauw MMvd, Platenburg-Gits FA. Hearing acuity in male adolescents (young adults) at the age of 17 to 23 years. *Audiology* 1987;26:65-78.
 161. Hellström PA. The effects on hearing from portable cassette players: a follow-up study. *Journal of Sound and Vibration* 1991;151:461-469.
 162. Krähenbühl D, Arnold W, Fried R, Chüden H. Hörschaden durch Walkman? *Laryng. Rhinol. Otol.* 1987;66:286-289.
 163. Mercier V, Hohmann BW. Is electronically amplified music too loud? What do young people think? *Noise Health* 2002;4 (16):47-55.
 164. Roche AF, Siervogel RM, Himes JH, Johnson DL. Longitudinal study of hearing in children: Baseline data concerning auditory thresholds, noise exposure, and biological factors. *J. Acoust. Soc. Am.* 1978;64:1593-1601.
 165. Hoffmann E. Schwerhörigkeit bei Jugendlichen, Projekt "Schnecke". Köln: WDR Ratgeber, 2007. URL: http://www.wdr.de/tv/servicezeit/gesundheit/sendungsbeitraege/2007/1203/01_jugendliche.jsp (aufgerufen August 2008).
 166. Mostafapour SP, Lahargoue K, Gates GA. Noise-induced hearing loss in young adults: The role of personal listening devices and other sources of leisure noise. *Laryngoscope* 1998;108:1832-1839.
 167. Tambs K, Hoffmann HJ, Borchgrevink HM, Holmen J, Samuelsen SO. Hearing loss induced by noise, ear infections, and head injuries: results from The Nord-Trøndelag Hearing Loss Study. *International Journal of Audiology* 2003;42(2):89-105.
 168. Bradley R, Fortnum H, Coles R. Research note: patterns of exposure of schoolchildren to amplified music. *British Journal of Audiology* 1987;21:119-125.
 169. Babisch W, Ising H, Dziombowski D. Einfluß von Diskothekbesuchen und Musikhörgewohnheiten auf die Hörfähigkeit von Jugendlichen. *Zeitschrift für Lärmbekämpfung* 1988;35:1-9.
 170. Ising H, Babisch W, Gandert J, Scheuermann B. Hörschäden bei jugendlichen Berufsanfängern aufgrund von Freizeitlärm. *Zeitschrift für Lärmbekämpfung* 1988;35:35-41.

171. Axelsson A, Prasher D. Tinnitus induced by occupational and leisure noise. *Noise & Health* 2000;2(8):47-54.
172. Jokitulppo JS, Björk EA, Akaan-Penttila E. Estimated leisure noise exposure and hearing symptoms in Finnish Teenagers. *Scand. Audiol.* 1997;26:257-262.
173. Jokitulppo J, Björk E. Estimated leisure-time noise exposure and hearing symptoms in a Finnish urban adult population. *Noise Health* 2002;5 (17):53-62.
174. Bray A, Szymanski M, Mills R. Noise induced hearing loss in dance music disc jockeys and an examination of sound levels in nightclubs. *The Journal of Laryngology & Otolology* 2004;118:123-128.
175. Davis AC, Lovell EA, Smith PA, Ferguson MA. The contribution of social noise to tinnitus in young people - a preliminary report. *Noise Health* 1998;1:40-46.
176. Becher S, Struwe F, Schwenzer C, Weber K. Hörgefährdung durch überlauten Musikkonsum - Vorstellung eines Schulungskonzeptes zur Verhinderung von Hörschaden bei Jugendlichen. *Gesundheitswesen* 1996;58:91-95.
177. Meecham EA, Hume KI. Tinnitus and attendance at night-clubs. In: Carter N, Job RFS, eds. *Noise Effects '98. Proceedings of the 7th international congress on Noise as a Public Health Problem, Sydney 1998. Vol. 1. Sydney: Noise Effects '98 PTY LTD, 1998;106-109.*
178. Metternich FU, Bräus T. Akute Gehörschäden und Tinnitus durch überlaute Unterhaltungsmusik. *Laryngo-Rhino-Otol.* 1999;78:614-619.
179. Passchier-Vermeer W, Vos H, Steenbekkers JHM. Popmusic through headphones and hearing loss. TNO-report 98.036. Leiden: Netherlands Organization for Applied Scientific Research (TNO), 1998.
180. Holgers K-M, Pettersson B. Noise exposure and subjective hearing symptoms among school children in Sweden. *Noise & Health* 2005;7(27):27-37.
181. Chung JH, Des Roches CM, Meunier J, Eavey RD. Evaluation of noise-induced hearing loss in young people using a wb-based survey technique. *Pediatrics* 2005;115:861-867.
182. Schmuzinger N, Fostiropoulos K, Probst R. Long-term assessment of auditory changes resulting from single noise exposure associated with non-occupational activities. *International Journal of Audiology* 2006;45:46-54.
183. Kommission "Soziakusis (Zivilisations-Gehörschäden)" des Umweltbundesamtes. Pegelbegrenzung in Diskotheken zum Schutz vor Gehörschäden. *Bundesgesundheitsblatt* 2000;43:642-643.
184. Wissenschaftlicher Beirat der Bundesärztekammer. Gehörschäden durch Lärmbelastungen in der Freizeit. *Deutsches Ärzteblatt* 1999;96(16):A-1081-1084.
185. Arbeitsgruppe Diskothekenlärm. Optionen zum Schutz des Publikums von Veranstaltungen (einschließlich Diskotheken) vor gehörfährdenden Schalleinwirkungen. Dresden: LAI, LAUG, LASI, 2004. URL: http://lai.server.de/servlet/is/7147/Ub_Pegelbegrenzungen_Anlage1.pdf?command=downloadContent&filename=Ub_Pegelbegrenzungen_Anlage1.pdf (accessed Februar 2008).
186. Arbeitsgruppe Diskothekenlärm. Anhänge zum Bericht der ressortübergreifenden Arbeitsgruppe zu Optionen zum Schutz des Publikums von Veranstaltungen (einschließlich Diskotheken) vor gehörfährdenden Schalleinwirkungen. Dresden: LAI, LAUG, LASI, 2004. URL: http://lai.server.de/servlet/is/7147/Ub_Pegelbegrenzungen_Anlage.pdf?command=downloadContent&filename=Ub_Pegelbegrenzungen_Anlage.pdf (accessed Februar 2007).
187. GMK. Maßnahmen zur Verhinderung von Gehörschäden durch Musikveranstaltungen einschließlich Diskothekenlärm. Beschluss der 78. GMK am 1.7.2005 in Erlangen. Die Gesundheitministerkonferenz der Länder, 2005. URL: http://www.gmkonline.de/?&nav=beschluesse_78&id=78_07.01 (aufgerufen February 2007).

188. GMK. Lärm und Gesundheit - Rechtliche Maßnahmen zur Verhinderung von Gehörschäden des Publikums durch elektroakustische Beschallungsanlagen. Beschluss der 80. Gesundheitsministerkonferenz der Länder vom 5.6.2007 in Ulm. Die Gesundheitsministerkonferenz der Länder, 2007. URL: http://www.gmkonline.de/?&nav=beschluesse_80&id=80_10.01 (aufgerufen August 2008)
189. DIN 15905 Teil 5. Veranstaltungstechnik - Tontechnik - Teil 5: Maßnahmen zum Vermeiden einer Gehörgefährdung des Publikums durch hohe Schallemissionen elektroakustischer Beschallungstechnik. Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2007.
190. Kurz B, Klüglein A, Brix J, Fischhaber F, Sander K. Earaction - Lärmaufklärung für Jugendliche. Zeitschrift für Lärmbekämpfung 2006;53(3):88-93.
191. Zenner HP, Plontke S. Gehörschäden durch Silvester-Feuerwerkskörper. Dt. Ärztebl. 2001;98:3443-3444.
192. Plontke SK-R, Dietz K, Pfeffer C, Zenner H-P. The incidence of acoustic trauma due to New Year's firecracker. Eur Arch Otorhinolaryngol 2002;259:247-252.
193. Gjaevenes K, Moseng J, Nordahl T. Hearing loss in children caused by the impulsive noise of chinese crachers. Scand. Audiol. 1974;3:153-156.
194. Gupta D, Vishwakarma SK. Toy weapons and firecracker: a source of hearing loss. Laryngoscope 1989;99(March):330-334.
195. Fleischer G, Mueller R, Bache T, Heppelmann G. Auditory effects of some Millennium celebrations in Germany. Z. Audiol. 2003;42(3):106-116.
196. Plontke S, Zenner H-P. Gehörschäden durch Silvester-Feuerwerkskörper. Deutsches Ärzteblatt 2001;98(51-52):3443-3444.
197. Brookhouser PE, Worthington DW, Kelly WJ. Noise-induced hearing loss in children. Laryngoscope 1992;102:645-655.
198. Hallmo P, Möller P, Lind O, Tonning FM. Unilateral sensorineural hearing loss in children less than 15 years of age. Scand. Audiol. 1986;15:131-137.
199. Broste SK, Hansen DA, Strand RL, Stueland DT. Hearing loss among high school farm students. Am. J. Public Health 1989;79:619-622.
200. Plontke S, Zenner H-P. Aktuelle Gesichtspunkte zu Hörschäden durch Berufs- und Freizeitlärm. Laryngo-Rhino-Otol 2004;83(1):122-164.
201. Kempf H-G. Ototoxizität- innenohrschädigendes Potential von Medikamenten. Tinnitus-Forum 2005(1):35-40.
202. Lagosch AK, Schmidt C-M, Knief A, Deuster D, Heinecke A, Dinnesen AG. Cisplatin-induzierte Hörstörungen bei Kindern- linke Ohren sind stärker betroffen. Poster 2005.
203. Toppila E, Pyykko I, Starck J, Kaksonen R, Ishizaki H. Individual risk factors in the development of noise-induced hearing loss. Noise Health 2000;2(8):59-70.
204. Stansfeld S, Haines M, Brown B. Noise and health in the urban environment. Reviews on Environmental Health 2000;15 (1-2):43-82.
205. Stansfeld SA, Matheson MP. Noise pollution: non-auditory effects on health. British Medical Bulletin 2003;68:243-257.
206. Passchier-Vermeer W. Relationship between environmental noise and health. J. Aviation Environ. Res. 2003;7 (Suppl.):35-44.
207. WHO. Guidelines for community noise. Geneva: World Health Organization, 1999. URL: <http://www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines2.html> (accessed 18 October 2004).
208. WHO. Guidelines for community noise, Executive summary. Geneva: World Health Organization, 1999. URL: <http://www.who.int/docstore/peh/noise/ComnoiseExec.htm> (accessed November 2007).
209. WHO European Centre for Environment and Health - Bonn Office. Night noise guidelines (NNGL) - 3rd technical meeting. 2005. URL: http://www.euro.who.int/Noise/activities/20040721_1 (accessed January 2008).

210. WHO Regional Office for Europe. Noise and health. Local authorities, health and environment briefing pamphlet series; 36. Copenhagen: World Health Organization, 2000.
211. WHO Regional Office for Europe. Noise in schools. Local authorities, health and environment briefing pamphlet series; 38. Copenhagen: World Health Organization, 2001.
212. WHO Regional Office for Europe. Noise and health (WHO website). 2006. URL: <http://www.euro.who.int/Noise> (accessed March 2006).
213. Ising H, Kruppa B, Babisch W, Gottlob D, Guski R, Maschke C, Spreng M. Kapitel VII-1 Lärm. In: Wichmann H-E, Schlipkötter H-W, Fülgraff G, eds. Handbuch der Umweltmedizin. Landsberg/Lech: Ecomed Verlagsgesellschaft AG & Co. KG, 2001;VII-1: 1-41.
214. Ising H, Babisch W, Gottlob D, Kruppa B. Kapitel 4.14, Lärm. In: Statistisches Bundesamt, ed. Gesundheitsbericht für Deutschland. Stuttgart: Metzler-Poeschel, 1998;139-142.
215. Babisch W. Risikobewertung in der Lärmwirkungsforschung. Zum Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen durch chronischen Lärmstress. Umweltmed. Forsch. Prax. 2001;6(5):243-250.
216. Babisch W. Physikalische Einflussfaktoren, Teil 1: Lärm. In: Eis D, Beyer A, eds. Praktische Umweltmedizin - Klinik, Methoden, Arbeitshilfen. SpringerLoseblattSysteme. Vol. Folgelieferung 3/2002. Heidelberg: Springer-Verlag, 2002;09.03: 1-52.
217. Babisch W. Stress hormones in the research on cardiovascular effects of noise. Noise Health 2003;5(18):1-11.
218. Babisch W. The noise/stress concept, risk assessment and research needs. Noise Health 2002;4(16):1-11.
219. Babisch W. Transportation noise and cardiovascular risk: Updated review and synthesis of epidemiological studies indicate that the evidence has increased. Noise Health 2006;8:1-29.
220. Babisch W. Transportation noise and cardiovascular risk, Review and synthesis of epidemiological studies, Dose-effect curve and risk estimation. WaBoLu-Hefte 01/06. Dessau: Umweltbundesamt, 2006. URL: http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/mysql_medien.php?anfrage=Kennnummer&Suchwort=2997 (accessed April 2006).
221. Babisch W. Road traffic noise and cardiovascular risk. Noise Health 2008;10:27-33.
222. Ising H, Kruppa B. Stress effects of noise. In: Luxon L, Prasher D, eds. Noise and its effects. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd, 2007.
223. Bistrup ML, Keiding L. Children and noise - prevention of adverse effects. Report from a project. Copenhagen: National Institute of Public Health, 2002.
224. Meis M. Habituation to suboptimal environments: the effects of transportation noise on children's task performance. In: Schick A, Meis M, Reckhardt C, eds. Contributions to psychological acoustics: results of the 8th Oldenburg Symposium on Psychological Acoustics. Oldenburg: Bibliotheks- und Informationssystem der Universität Oldenburg, 2000;509-531.
225. van Kempen EEMM. Transportation noise exposure and children' health and cognition (Thesis: ISBN 978-90-393-47355). Utrecht: University of Utrecht, 2008.
226. van Kempen EEMM, Kruize H, Boshuizen HC, Ameling CB, Staatsen BAM, de Hollander AEM. The association between noise exposure and blood pressure and ischaemic heart disease: A meta-analysis. Environ Health Perspect 2002;110:307-317.
227. Passchier-Vermeer W, Passchier WF. Noise exposure and public health. Environmental Health Perspectives 2000;108 (suppl. 1):123-131.
228. Belojevic G, Jakovljevic B, Stojanov V, Paunovic K, Ilic J. Urban road-traffic noise and blood pressure and heart rate in preschool children. Environment International 2008;34(2):226-231.

229. Karsdorf G, Klappach H. Einflüsse des Verkehrslärms auf Gesundheit und Leistung bei Oberschülern einer Großstadt. *Z. Gesamte Hyg.* 1968;14:52-54.
230. Cohen S, Evans GW, Krantz D, Stokols D. Physiological, motivational, and cognitive effects of aircraft noise on children. *American Psychologist* 1980;35:231-243.
231. Cohen S, Evans GW, Krantz DS, Stokols D, Sheryl K. Aircraft noise and children: longitudinal and cross-sectional evidence on adaptation to noise and the effectiveness of noise abatement. *Journal of Personality and Social Psychology* 1981;40(2):331-345.
232. Cohen S, Krantz DS, Evans GW, Stokols D. Cardiovascular and behavioral effects of community noise. *American Scientist* 1981;69(9/10):528-535.
233. Evans GW, Hygge S, Bullinger M. Chronic noise and psychological stress. *Psychological Science* 1995;6:333-338.
234. Evans GW, Bullinger M, Hygge S. Chronic noise exposure and physiological response: a prospective study of children living under environmental stress. *Psychological Science* 1998;9(1):75-77.
235. Regecová V, Kellarová E. Effects of urban noise pollution on blood pressure and heart rate in preschool children. *Journal of Hypertension* 1995;13:405-412.
236. Hygge S, Evans GW, Bullinger M. The Munich airport noise study - effects of chronic aircraft noise on children's cognition and health. In: Carter N, Job RFS, eds. *Noise Effects '98. Proceedings of the 7th International Congress on Noise as a Public Health Problem, Sydney 1998. Vol. 1. Sydney: Noise Effects '98 PTY LTD, 1998;268-274.*
237. van Kempen E, van Kamp I, Fischer P, Davies H, Houthuijs D, Stellato R, Clark C, Stansfeld S. Noise exposure and children's blood pressure and heart rate: The RANCH-project. *Occupational and Environmental Medicine* 2006;63:632-639.
238. Lercher P. Auswirkungen des Straßenverkehrs auf Lebensqualität und Gesundheit. Transitverkehrs-Studie, Teil II. Bericht an den Tiroler Landtag. Innsbruck: Amt der Tiroler Landesregierung, Landesbaudirektion, Landessanitätsabteilung, 1992.
239. Morrell S, Taylor R, Carter N, Job S, Peplow P. Cross-sectional relationship between blood pressure of school children and aircraft noise. In: Carter N, Job RFS, eds. *Noise Effects '98. Proceedings of the 7th International Congress on Noise as a Public Health Problem, Sydney 1998. Vol. 1. Sydney: Noise Effects '98 PTY LTD, 1998;275-279.*
240. Morrell S, Taylor R, Carter N, Peplow P, Job S. Cross-sectional and longitudinal results of a follow-up examination of child blood pressure and aircraft noise--The inner Sydney child blood pressure study. *inter.noise 2000 The 29th. International Congress and Exhibition on Noise Control Engineering, Nice, 2000.*
241. Morrell MJ, Finn L, Kim H, Peppard PE, Badr MS, Young T. Sleep fragmentation, awake blood pressure, and sleep-disordered breathing in a population-based study. *Am. J. Respir. Crit. Care med.* 2000;162:2091-2096.
242. Evans GW, Lercher P, Meis M, Ising H, Kofler WW. Community noise exposure and stress in children. *J. Acoust. Soc. Am.* 2001;109:1023-1027.
243. van Kempen E, van Kamp I, Stellato R, Fischer P, Matheson M, Asker R, Haines M, Clark C, Stansfeld S. Road traffic and aircraft noise exposure and children's blood pressure. In: Jong Rd, T. H, Franssen EAM, Hofman WF, eds. *Proceedings of the 8th international congress on noise as a public health problem. Schiedam: Foundation ICBEN, 2003;127-128.*
244. Gillman MW, Cook NR, Rosner B, Evans DA, Keough ME, Taylor JO, Hennekens CH. Assessing the validity of childhood blood pressure screening: unbiased estimates of sensitivity, specificity, and predictive values. *Epidemiology* 1992;3:40-46.
245. Tate RB, Manfreda J, Krahn AD, Cuddy TE. Tracking of blood pressure over a 40-year period in the University of Manitoba follow-up study, 1948-1988. *American Journal of Epidemiology* 1995;142(9):946-954.

246. Yong L-C, Kuller LH, Rutan G, Bunker C. Longitudinal study of blood pressure: Changes and determinants from adolescence to middle age. The Dormont High School follow-up study, 1957-1963 to 1989-1990. *American Journal of Epidemiology* 1993;138(11):973-983.
247. Babisch W. Gesundheitliche Wirkungen von Umweltlärm. Ein Beitrag zur Standortbestimmung. *Zeitschrift für Lärmbekämpfung* 2000;47(3):95-102.
248. Spreng M. Possible health effects of noise induced cortisol increase. *Noise & Health* 2000;2(7):59-63.
249. Sapolsky RM, Krey LC, Even BSM. The neuroendocrinology of stress and aging: The glucocorticoid cascade hypothesis. *Endocrine Reviews* 1986;7(3):284-301.
250. Grunberg NE, Singer JE. Biochemical measurement. In: Cacioppo JT, Tassmarty LG, eds. *Principles of psychophysiology. Physical, social and inferential elements*. New York: Cambridge University Press, 1990;149-176.
251. Henry JP. Biological basis of the stress response. *Integrative Physiological and Behavioral Science* 1992;27:66-83.
252. Wüst S, Wolf J, Hellhammer DH, Federenko I, Schommer N, Kirschbaum C. The cortisol awakening response - normal values and confounds. *Noise and Health* 2000;7:79-88.
253. Hygge S, Evans GW, Bullinger M. The Munich airport noise study: psychological, cognitive, motivational, and quality of life effects on children. In: Vallet M, ed. *Noise and Man '93. Proceedings of the 6th International Congress, Nice 1993*. Vol. 2. Arcueil Cedex: Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, 1993;531-534.
254. Ising H, Ising M. Chronic cortisol increases in the first half of the night caused by road traffic noise. *Noise & Health* 2002;4(16):13-21.
255. Ising H, Braun C. Acute and chronic endocrine effects of noise: review of the research conducted at the Institute for Water, Soil and Air Hygiene. *Noise & Health* 2000;2(7):7-24.
256. Ising M. Nächtlicher Straßenverkehrslärm und Stresshormonstörungen bei Kindern. In: Ising H, ed. *Verstärkung der Schadwirkungen von Kraftfahrzeug-Abgasen durch lärmbedingte Erhöhung von Stresshormonen*. Schriftreihe des Vereins für Wasser-, Boden- und Lufthygiene e. V., Band 112. Berlin: Eigenverlag Verein WaBoLu, 2003;5-79.
257. Haines MM, Stansfeld SA, Job RFS, Berglund B, Head J. Chronic aircraft noise exposure, stress responses, mental health and cognitive performance in school children. *Psychological Medicine* 2001;31:265-277.
258. Haines M, Stansfeld SA, Brentnall SL, Head JA, Berry B, Jiggins M, Hygge S. The West London Schools Study: the effects of chronic aircraft noise exposure on child health. *Psychological Medicine* 2001;31:1385-1396.
259. Stansfeld SA, Brentnall SL, Haines MM. Investigating the effects of noise exposure on stress hormone responses in children. In: Boone R, ed. *Internoise 2001. Proceedings of the 2001 international congress and exhibition on noise control engineering, The Hague*. Vol. 4. Maastricht: Nederlands Akoestisch Genootschap, 2001;1723-1728.
260. Ising H, Pleines F, Meis M. Beeinflussung der Lebensqualität von Kindern durch militärischen Fluglärm (Technical report in German). *WaBoLu Hefte 5/99*. Berlin: Umweltbundesamt, 1999.
261. Maschke C. Excretion of cortisol under nocturnal noise and differences due to analytic techniques. *Noise & Health* 2002;5(17):47-52.
262. Maschke C, Rupp T, Hecht K. The influence of stressors on biochemical reactions - a review of present scientific findings with noise. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 2000;203:45-53.
263. Baum A, Grunberg G. Measurement of stress hormones. In: Cohen S, Kessler RC, Gordon L, eds. *Measuring stress*. New York: Oxford University Press, 1995;175-192.

264. Kirschbaum C, Hellhammer DH. Noise and stress - salivary cortisol as a non-invasive measure of allostatic load. *Noise & Health* 1999;4:57-65.
265. Schöneshöfer M, Weber B, Oelkers W, Nahoul K, Mantero F. Measurement of urinary free 20 α -dihydrocortisol in biochemical diagnosis of chronic hypercorticism. *Clinical Chemistry* 1986;32:808-810.
266. DIN EN 60645-1. Akustik - Audiometer - Teil 1: Reinton-Audiometer (IEC 60645-1:2001). Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2002.
267. ANSI S3.1. American National Standard Maximum Permissible Ambient Noise Levels for Audiometric Test Rooms 1999.
268. Ahlbohm A, Norell S. Einführung in die moderne Epidemiologie. BGA Schriften 2/91. München: MMV Medizin Verlag 1991.
269. Bienvenue GR, Michael PL, Chaffinch JC, Ziegler J. The Audioscope: A clinical tool for otoscopic and audiometric examination. *Ear. Hear.* 1985;6:251-254.
270. Frank T, Petersen DR. Accuracy of a 40 dB HL Audioscope and audiometer screening for adults. *Ear & Hearing* 1987;8(3):180-183.
271. Barr B, Anderson H, Wedenberg E. Epidemiology of hearing loss in childhood. *Audiology* 1973;12:426-437.
272. Hanel J. Schuljugend und laute Musik. Schriftenreihe des Vereins für Wasser-, Boden- und Lufthygiene. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 1996.
273. Hanel J. Schuljugend und laute Musik: Ergebnisse empirischer Studien in Detmold. *Zeitschrift für Audiologie* 1998;Suppl. I/1998:190-191.
274. Axelsson A. Leisure noise exposure in adolescents and young adults. *Journal of Sound and Vibration* 1991;151(3):447-453.
275. Lampert T, Kroll LE. Messung des sozioökonomischen Status in sozialepidemiologischen Studien. In: Richter M, Hurrelmann K, eds. *Gesundheitliche Ungleichheit - Theorien, Konzepte und Methoden*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2006;297-319.
276. Winkler J, Stolzenberg H. Der Sozialschichtindex im Bundes-Gesundheitssurvey. *Gesundheitswesen* 61 1999;Sonderheft 2:178-183.
277. Exner GU. Normalwerte in Wachstum und Entwicklung. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2003.
278. Kruger B. A update on the external ear resonance in infants and young children. *Ear and Hearing* 1987;8(6):333-336.
279. Babisch W, Ising H. Musikhörgewohnheiten bei Jugendlichen. *Zeitschrift für Lärmbekämpfung* 1994;41:91-97.
280. Guski R, Felscher-Suhr U, Schuemer R. The concept of noise annoyance: how international experts see it. *Journal of Sound and Vibration* 1999;223(4):513-527.
281. Fields JM, de Jong RG, Gjestland T, Flindell IH, Job RFS, Kurra S, Lercher P, Vallet M, Yano T, Guski R, Felscher-Suhr U, Schuemer R. Standardized general-purpose noise reaction questions for community noise surveys: research and recommendation. *Journal of Sound and Vibration* 2001;242:641-679.
282. Felscher-Suhr U, Guski R, R. S. Internationale Standardisierungsbestrebungen zur Erhebung von Lärmbelastigung. *Zeitschrift für Lärmbekämpfung* 2000;47:68-70.
283. Umweltbundesamt. Daten zur Umwelt. Der Zustand der Umwelt in Deutschland, Ausgabe 2005. Berlin: Erich Schmidt Verlag GmbH & Co., 2005.
284. Umweltbundesamt. Daten zur Umwelt. Der Zustand der Umwelt in Deutschland 2000. Berlin: Erich Schmidt Verlag GmbH & Co., 2001.
285. DIN EN 61672-1. Elektroakustik - Schallpegelmessung - Teil 1: Anforderungen (IEC 61672-1:2002). Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2003.
286. RLS 90. Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen. Verkehrsblatt, Amtsblatt des Bundesministers für Verkehr VkB1 1990;Nr. 7 vom 14. April 1990 unter lfd. Nr. 79.

287. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung. Richtlinie zur Ermittlung des Verkehrslärms in den Nebenstraßen der Stadt Berlin 1994.
288. Bundesministerium der Justiz. Bekanntmachung der vorläufigen Berechnungsverfahren für den Umgebungslärm nach § 5 Abs. 1 der Verordnung über die Lärmkartierung (34. BImSchV) vom 22. Mai 2006. Bundesanzeiger 2006;58(154a):ausgegeben am 17. August 2006.
289. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung. Umweltatlas Berlin. 2007. URL: http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/dinh_07.htm (accessed April 2008).
290. Harder J, Maschke C, Ising H. Längsschnittstudie zum Verlauf von Stressreaktionen unter Einfluss von nächtlichem Fluglärm. WaBoLu Hefte 4/99. Berlin: Umweltbundesamt, 1999.
291. Maschke C, Hecht K. Stresshormone und Schlafstörungen - elektrophysiologische und hormonelle Aspekte. In: Bartels K-H, Ising H, eds. Nachtfluglärmproblematik. Schriftenreihe des Vereins für Wasser-, Boden- und Lufthygiene. Vol. 111. Berlin: Eigenverlag Verein WaBoLu, 2001;91-97.
292. Maschke C, Wolf U, Leitmann T. Epidemiologische Untersuchungen zum Einfluss von Lärmstress auf das Immunsystem und die Entstehung von Arteriosklerose. Report 298 62 515, WaBoLu-Hefte 01/03. Berlin: Umweltbundesamt, 2003.
293. Babisch W, Fromme H, Beyer A, Ising H. Increased catecholamine levels in urine in subjects exposed to road traffic noise. The role of stress hormones in noise research. *Environment International* 2001;26:475-481.
294. Schulz P, Kirschbaum C, Prüssner J, Hellhammer D. Increased free cortisol secretion after awakening in chronically stressed individuals due to work overload. *Stress Med.* 1998;14:91-97.
295. Stone AA, Schwartz JE, Smyth J, Kirschbaum C, Cohen S, Hellhammer D, Grossman S. Individual differences in the diurnal cycle of salivary free cortisol: a replication of flattened cycles for some individuals. *Psychoneuroendocrinology* 2001;26:295-306.
296. Wüst S, Federenko I, Hellhammer DH, Kirschbaum C. Genetic factors, perceived chronic stress, and the free cortisol response to awakening. *Psychoneuroendocrinology* 2000;25:707-720.
297. Babisch W, Fromme H, Beyer A, Ising H. Katecholaminausscheidung im Nachturin bei Frauen aus unterschiedlich verkehrsbelasteten Wohngebieten (Technical report in German). WaBoLu Hefte. Vol. 9/96. Berlin: Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Umweltbundesamtes, 1996.
298. Ising H, Dienel D, Günther T, Markert B. Health effects of traffic noise. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 1980;47:179-190.
299. Bio-Rad. HPLC-Analytik, Freie Katecholamine im Harn mit HPLC. München: Bio-Rad Laboratories GmbH, 1992.
300. Bio-Rad. Urinary catecholamines by HPLC. Instruction manual, catalog number 195-5841. München: Bio-Rad Laboratories GmbH, 1994.
301. Henry IB. Clinical diagnosis management by laboratory methods. 18th edition. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1991.
302. Schöneshöfer M, Kage A, Eisenschmid B, Heilmann P, Dhar TK, Weber B. Automated liquid chromatographic determination of the 20-dihydro isomer of cortisol and cortisone in human urine. *J. Chromatogr.* 1986;380:267-274.
303. Schöneshöfer M, Kage A, Weber B, Lenz I, Köttgen E. Determination of urinary free cortisol by "on-line" liquid chromatography. *Clinical Chemistry* 1985;31:564-568.
304. Eisenschmid B, Heilmann P, Oelkers W, Rejaibi R, Schöneshöfer M. 20-Dihydroisomers of cortisol and cortisone in human urine: Excretion rates under different physiological conditions. *J. Clin. Chem. Clin. Biochem.* 1987;25:345-349.

305. Steward PM, Whorwood CB, Walker BR. Steroid hormones and hypertension: the cortisol-cortisone shuttle. *Steroids* 1993;58(12):614-620.
306. Williams W. Noise exposure levels from personal stereo use. *International Journal of Audiology* 2005;44:231-236.
307. Ising H, Hanel J, Pilgramm M, Babisch W, Lindthammer A. Gehörschadensrisiko durch Musikhören mit Kopfhörern. *HNO* 1994;42:764-768.
308. Ising H, Babisch W, Hanel J, Kruppa B, Pilgramm M. Empirische Untersuchungen zu Musikhörgewohnheiten von Jugendlichen. Optimierung der Schallpegelbegrenzung für Kassettenabspielgeräte und Diskotheken. *HNO* 1995;43:244-249.
309. Miller JM, Dolan DF, Raphael Y, Altschuler RA. Interactive effects of aging with noise induced hearing loss. *Scand Audiol* 1998;27(Suppl. 48):53-61.
310. Eden D. Allocation of measured hearing loss between age and noise. *Acoustics Australia* 1998;26(2):45-48.
311. Maschke C. Lärmexposition und Gesundheit bei Kindern und Jugendlichen: Extraaurale Wirkungen. *Umweltmedizinischer Informationsdienst* 2000;3/2000:13-20.
312. Babisch W. Traffic noise and cardiovascular disease: epidemiological review and synthesis. *Noise Health* 2000;2(8):9-32.
313. Ising H. Streßreaktionen und Gesundheitsrisiko bei Verkehrslärmbelastung. *WaBoLu Berichte*. Vol. 2/1983. Berlin: Dietrich Reimer Verlag, 1983.
314. Maschke C, Ising H, Arndt D. Nächtlicher Verkehrslärm und Gesundheit: Ergebnisse von Labor- und Feldstudien. *Bundesgesundhbl.* 1995;38(4):130-137.
315. Van den Hazel P, Zuurbier M, Bistrup M, (eds.). PINCHE project report WP7 - Summary PINCHE policy recommendations. Arnhem: Public Health Services Gelderland Midden, 2005. URL: http://www.pinche.hvdgm.nl/resource/pdf/documents/final/PINCHE_WP7_final_110106.pdf (accessed April 2008).

Anhänge

Anhang I: Dokumentationsbogen (Auszüge)

UMWELTBUNDESAMT



für Mensch und Umwelt

ROBERT KOCH INSTITUT



Studie zur Umweltbelastung von Kindern in Deutschland

Dokumentationsbogen – standardisiertes Interview

für:

Morgen-Urin

Schallpegelmessung

Hörtest

ID-Nr. Kind/Jugendliche(r)	<input type="text"/>
Datum der Erhebung	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> . <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> . 200 <input type="text"/>
Begeher-Nr.	<input type="text"/>

Interviewer: Die Fragen in den grau unterlegten Feldern sind nur an Sie gerichtet.

Die Fragen in den weißen Feldern richten Sie bitte an die Eltern oder bei Bedarf an die Kinder.

Angaben zur Morgen-Urin-Probe

1. **HAUSBESUCH:** Wurde eine Morgen-Urin-Probe **abgegeben**?

Ja **Bitte weiter mit Frage 2**

Nein .. **→ Weil** a) Probenahme wurde am Morgen vergessen Nachholtermin vereinbaren **Frage 7**

b) Verweigerung **Frage 7**

c) andere Gründe und zwar: _____ **Frage 7**

d) Probe wird beim Gesundheitstermin abgegeben **Frage 7**

NACHTRÄGLICHE ABGABE: Wurde eine Morgen-Urin-Probe **nachträglich abgegeben**?

Ja **Bitte weiter mit Frage 2**

Nein ... Begründung: _____ **Ende Morgenurin**

2. Ist das Probengefäß mit einer **Nummer** versehen?

Nein.... **→** Bitte nachholen Ja

3. Ist die Morgen-Urin-Probe **vollständig**?

Ja

Nein ... Begründung: _____

4. **Vom Etikett abschreiben oder ggf. beim Probanden nachfragen**

Interviewer: Bitte prüfen Sie die Angaben auf Plausibilität!

a) Morgen-Urin gewonnen

	Datum		Uhrzeit
am	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/> <input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	200	um
	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/> : <input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>
	Tag	Monat	Jahr
			Stunde Minute

b) Wann war Ihr Kind das letzte Mal vor der Probenahme auf der Toilette

	Datum		Uhrzeit
am	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/> <input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	200	um
	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/> : <input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>
	Tag	Monat	Jahr
			Stunde Minute

5. **Wie** wurde die Probe bis zur Abholung im Haushalt **aufbewahrt**?

- Kühlschrank
- Sonstiger kühler Ort
- Ungekühlt

6. Wann hat Ihr Kind folgende **Speisen** das letzte Mal vor der Urinprobe zu sich genommen?

Interviewer: Liste **A** vorlegen. Bitte in jeder Zeile ein Kreuz.

		Gestern (vor 1 Tag)	Vorgestern (vor 2 Tagen)	Vor 3 Tagen	Vor mehr als 3 Tagen / nie	weiß nicht
A	Geräucherte Speisen..... z. B. Schinken, Kassler, Rauchwurst, Rauchkäse, Lachs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B	gegrillte Speisen über offenem Feuer/Glut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Wenn gegrillte Speisen:

a) Wurde zwischen Feuer und Speise eine Alu-/ Edelstahl-Schale gestellt?

Ja.....

Nein....

Weiß nicht.....

b) Wurde zum Grillen ein besonderer Grill (z. B. mit Reflektoren) verwendet?

Ja.....

Nein....

Weiß nicht.....

		Gestern (vor 1 Tag)	Vorgestern (vor 2 Tagen)	Vor 3 Tagen	Vor mehr als 3 Tagen / nie	Weiß nicht
C	Fisch Denken Sie bitte auch an Thunfisch im Salat oder auf der Pizza und an Krabbencocktail	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Wenn Fisch vor 1, 2 oder 3 Tagen, dann:

C1 **Krusten-/ Schalentiere**

Hummer, Languste, Scampi, Krabben,
Garnelen, Austern, Muscheln

C2 **Fettreichen Fisch**

Aal, Bismarck-/Brat-/Hering,
Gabelbissen, Goldback, Haifisch,
Filets, Gourmet-Filet mit Blattspinat
Dornhai, Lachs, Rollmops, Sprotten,
Thunfisch, Thunfisch in Öl, Waller (Wels)

C3 Fettarmer Fisch

Barsch, Brasse, Brosme, Felchen,
Flunder, Forelle, Goldbarsch, Hecht,
Heilbutt weiß, Kabeljau, Karpfen,
Katfisch, Kaviar, Krill, Lengfisch, Limande,
Meeräsche,- barbe, Rochen, Rotzunge,
Sardine, Schellfisch, Schleie, Scholle,
Schwertfisch, Seehecht, -lachs, -teufel,
-zunge, Steinbutt, Stint, Stör, Zander

C4 Fischstäbchen

Dokumentation der Schallpegelmessung

Im Schlafrum des Kindes an dem Fenster zu der am meisten befahrenen/ lautesten Straße. Wenn möglich, sicherstellen, dass sich in diesem Raum keine Personen befinden, weil Gespräche die Messung stören.

7. Befinden sich in diesem Raum **Fenster** in verschiedenen Richtungen?

Nein

Ja



wenn ja, bestimmt der Interviewer das Fenster vor dem nach Einschätzung des Interviewers zum Zeitpunkt des Besuches die größte Lärmbelastung herrscht und somit die Schallpegelmessung erfolgt.

8. a) Befindet sich vor dem Fenster, vor dem die Schallpegelmessung erfolgte, eine **Straße**?

Nein

Bitte weiter mit Frage 23!

Ja



b) Wie **stark** ist diese Straße vor diesem Fenster **befahren**?

Interviewer: Liste E vorlegen

	Eher schwach	Mäßig	Stark	Extrem stark
<u>Probandeneinschätzung</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<u>Interviewereinschätzung</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

c) Wie **stark** ist diese Straße **nachts** von **LKW** oder **Bussen** befahren?

Interviewer: Liste F vorlegen

	Nie	Eher schwach	Mäßig	Stark	Extrem stark
<u>Probandeneinschätzung</u>	<input type="checkbox"/>				

9. Erfolgte die **Schallpegelmessung**?

Nein ... Begründung: _____  **Bitte weiter mit Frage 29**

Ja



Notieren Sie bitte das **Datum** und die **Uhrzeit** des **Beginns der Messung**

		Datum				Uhrzeit				
am	<input type="text"/>	<input type="text"/>		200	<input type="text"/>	um	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Tag	Monat		Jahr			Stunde	Minute		

10. a) **Wo** erfolgte die Messung?

b) War das **Fenster/die Tür** während der Messung

	Nein	Ja		Ganz offen	Spaltweit offen	Geschlossen
Außen (z. B. Balkon)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Innen auf dem Fensterbrett	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

11. **Dauer der Messung:**

Minuten Sekunden

12. **Ergebnis**

Leq , dB(A)

S MAX , dB(A)

PEAK , dB(A)

13. Welches war **die Haupt-Schallquelle** während des Messzeitraumes?

Straßenverkehr inkl. Lieferverkehr, parkende Autos etc.

Flugverkehr

Schienenverkehr

Baustellen /Baulärm

Industrie / Gewerbebetrieb

Personen in der Nachbarschaft z. B. spielende Kinder, Sportplatz ..

Gerätschaften in der Nachbarschaft z. B. Rasenmäher, Kreissäge

Naturgeräusche z. B. Vogelgezwitscher, Bach, Wind, Regen

Sonstige Schallquelle

und zwar _____

14. Befanden sich während der Schallmessung in **demselben Raum Personen**, die die Messung durch Gespräche oder anderes (z. B. Fernseher, Radio, Musik, Hundegebell) beeinträchtigt haben könnten?

Ja

Nein.....

Dokumentation des Hörtestes

15. **Interviewer:** Die **Lautstärke im Raum** der Audiometrie feststellen:

Achtung: Messbereich des Schallpegelmessers auf 20 – 100 dB einstellen, falls nicht schon geschehen

Ergebnis der Schallpegelmessung: dB(A) (Angabe ohne Kommastelle)

16. **Erfolgte der Hörtest?**

Ja

Nein... Begründung:

Abbruch nach 2. Versuch

Kind unkonzentriert

Sonstiges

Und zwar: _____

Ende des Dokumentationsbogens

17. **Ergebnis des Hörtestes:**

Nummer des Gerätes

Frequenz
(kHz)

re(chts) obere Reihe
(dB)*

li(nks) untere Reihe
(dB)*

1

2

3

4

6

* Bei Minus-Werten vor die beiden Kästchen ein - eintragen

18. Hast Du innerhalb der letzten Stunde vor dem Hörtest **über Kopfhörer laute Musik** (z. B. Walkman) oder andere laute Geräusche (z. B. PC-Spiele) gehört?

Ja

Nein ..

19. Bitte tragen Sie das **Ergebnis** ein. Übertragen Sie das Ergebnis in den **gesonderten Befundbogen „Hörtest“** und händigen den ausgefüllten Bogen an den Sorgeberechtigten aus.

Ergebnis

Bewertung

Alle Werte waren kleiner oder gleich 20 dB(A).

Gute Hörfähigkeit.

Mindestens ein Wert war größer 20 dB(A) aber kleiner als 40 dB(A).

Die Hörfähigkeit ist nicht optimal.
Bitte achten Sie in Zukunft auf Veränderungen des Hörvermögens!

Mindestens ein Wert war größer oder gleich 40 dB(A).

Der Hörtest war auffällig, d. h. möglicherweise besteht ein Hörschaden.
Wir empfehlen Ihnen, eine zusätzliche Überprüfung durch einen HNO-Arzt vornehmen zu lassen, sofern der Befund, sofern der Befund noch nicht bekannt war.

20. Wurde Befundbogen „**Hörtest**“ mit Ergebnis an den Probanden ausgehändigt?

Ja

Nein ..

21. Proband notierte sich zusätzlich die Ergebnisse?

Ja

Nein ..

22. Gab es **Besonderheiten** (z. B. Störgeräusche wie Musik, Fernseher, Gespräche weiterer Personen im Raum; Unterbrechung der Messung; häufige erneute Erklärungen oder andere Störungen wie z. B. Blickkontakt mit dem Kind oder ‚Grimmasschneiden‘) während des Hör-Tests?

Nein ...

Ja um was handelte es sich? _____

Bemerkungen des Umweltinterviewers:

Ende des Dokumentationsbogens

Anhang II: Hörtest-Befundung

Umweltbundesamt



ROBERT KOCH INSTITUT



Studie zur Umweltbelastung von Kindern in Deutschland

Ergebnis des Hörtests

Ergebnis	Bewertung
<input type="radio"/> Alle Werte waren kleiner oder gleich 20 dB(A).	Gute Hörfähigkeit.
<input type="radio"/> Mindestens ein Wert war größer 20 dB(A), aber kleiner als 40 dB(A).	Die Hörfähigkeit ist nicht optimal. Bitte achten Sie in Zukunft auf Veränderung des Hörvermögens!
<input type="radio"/> Mindestens ein Wert war größer oder gleich 40 dB(A).	Der Hörtest war auffällig, d. h. möglicherweise besteht ein Hörschaden. Wir empfehlen Ihnen, eine zusätzliche Überprüfung durch einen HNO-Arzt vornehmen zu lassen, sofern der Befund noch nicht bekannt war.

Anhang III: Operationshandbuch (Auszüge)

Morgenurin-Probe

Die gesamte Urinmenge soll folgendermaßen aufgefangen werden:

- Bei Probanden im Alter von **3 und 4 Jahren, sofern nachts keine Windeln mehr getragen werden** (bei Mädchen evtl. bis einschl. 6 Jahren bzw. nach Absprache mit den Eltern), in **750 ml „Toiletteneinsätzen“** und
- bei Probanden **ab 5 Jahre in 1 l Weithalsflaschen** aus Polyethylen für die Bestimmung von Creatinin, Arsen, Cadmium, Quecksilber, Pentachlorphenol (PCP), Nikotin, Cotinin, Metabolite von Pyrethroiden, Organophosphaten und PAKs sowie bei Probanden ab 8 Jahren die Stresshormone Cortisol, Adrenalin und Noradrenalin.

Morgenurin – Probenahme

Dem Sorgeberechtigten des Kindes ist vom Umweltinterviewer (ggf. Zentrumsinterviewer) ein Probengefäß und ein Hinweisblatt zur Probenahme in einer Jutetasche zu übergeben. Die Probenahme soll am Morgen des Hausbesuches erfolgen. Es ist die gesamte Morgenurinmenge des Kindes in diesem Gefäß zu sammeln. Die zeitliche Differenz zwischen Probenahme und dem vorangegangenen letzten Toilettengang muss mindestens 4 Stunden betragen. Trägt das Kind nachts Windeln, entfällt die Morgenurin-Probenahme.

Grundsätzlich ist darauf zu achten und dem Probanden mitzuteilen, dass eine Fremdkontamination des Gefäßes zu vermeiden ist, d. h., weder die Innenseiten des Gefäßes noch die Innenseiten des Deckels des Gefäßes dürfen angefasst und berührt werden. Der Deckel soll erst direkt vor der Probenahme abgenommen werden, und umgehend nach der Probenahme soll das Gefäß mit dem Deckel wieder verschlossen werden. Auch darf das Probengefäß während der Weiterverarbeitung im Labor nur kurze Zeit geöffnet stehen.

Bei der Ausgabe des Probengefäßes ist mit den Eltern abzusprechen, welches Probengefäß, d. h., entweder das Gefäß mit integriertem Toiletteneinsatz oder die 1 l Weithalsflasche, am geeignetsten für das Kind ist. Für die 3- bis 4-jährigen Kinder (bei Mädchen evtl. bis 6 Jahren) ist das Probengefäß mit integriertem Toiletteneinsatz und bei Bedarf auch noch ein Kinder-„Töpfchen“ vorgesehen. Für die älteren Kinder sollte die 1 l Weithalsflasche verwendet werden.

Das ausgewählte Probengefäß erhält eine Netto-Nummer und dem Probanden ist die Probenahme entsprechend dem jeweiligen Hinweisblatt (1l-Flasche oder Toiletteneinsatz) zu erläutern. Die Ausgabe des Probengefäßes ist im Adressprotokoll zu dokumentieren.

In der Regel wird die Morgenurin-Probe beim Hausbesuch in Empfang genommen. Diese Probe wird in einer Kühltasche/-box, in der sich gefrorene Tiefkühlakkus befinden, vom Haushalt möglichst innerhalb von 2 Stunden in das Untersuchungszentrum transportiert und dort unverzüglich weiter verarbeitet werden.

Grundsätzlich sind beim Empfang der Morgenurin-Probe das Adressprotokoll und die Fragen 1 bis 6 im Dokumentationsbogen auszufüllen (unabhängig davon, ob die Probe beim Hausbesuch oder im Zentrum übergeben wurde). Für die Entgegennahme der Morgenurin-Probe im Untersuchungszentrum ist der Umweltinterviewer zuständig. Sollte er zu diesem Zeitpunkt nicht anwesend sein, nimmt die MTA die Probe entgegen und macht die entsprechenden Angaben im Dokumentationsbogen. Es ist zu kontrollieren, ob das Gefäß mit der Probandennummer versehen ist und ob die Angaben auf dem Etikett vollständig und plausibel sind (das Datum und die Uhrzeit des letzten Toilettenganges vor der Probenahme muss vor dem Datum und der Uhrzeit der Probenahme liegen), ansonsten ist beim Probanden nachzu-

fragen bzw. bei Nichteinhaltung der mind. 4 Stunden ein neues Probengefäß auszugeben. Die Zeitangaben der Abendstunden sind mit 18.00, 19.00 bis 24.00 Uhr in den Dokumentationsbogen einzutragen.

Sollte der Proband die Probenahme vergessen oder versehentlich eine Spontanurinprobe gewonnen haben, wird er gebeten, innerhalb der Untersuchungszeit im Point die Morgenurin-Probenahme nachzuholen und die Probe im Untersuchungszentrum abzugeben. Im Falle der versehentlichen Abgabe einer Spontanurinprobe ist ein weiteres Probengefäß mit Nettonummer auszuhändigen und die Spontanurinprobe zu verwerfen. Sollte dem Probanden der erneute Gang ins Untersuchungszentrum nicht möglich sein, ist ein Abholtermin zu vereinbaren, an dem der Umweltinterviewer oder ein anderes Teammitglied die Probe abholt. Dieser Termin ist im Adressprotokoll zu notieren.

Morgenurin – Verarbeitung

Im Untersuchungszentrum sind die Morgenurin-Proben sofort weiterzuverarbeiten. Die Weiterverarbeitung der Urinprobe wird im Labor normalerweise von der MTA vorgenommen. Sollte infolge eines späten Termin für den Hausbesuch die MTA im Untersuchungszentrum nicht mehr anwesend sein, so muss der Umweltinterviewer die Morgenurin-Probe weiterverarbeiten. Das Vorgehen ist im Labor-Manual (s. ‚Bearbeitung von Morgenurin‘) detailliert beschrieben. Weiterverarbeitung und Portionierung sind im Medizinischen Messblatt zu dokumentieren.

Auch bei der Verarbeitung der Morgenurin-Probe ist eine mögliche Fremdkontamination strikt zu vermeiden, d. h. die Gefäße und Deckel nicht innenseitig fremdkontaktieren (anfassen oder Deckel mit der Innenseite ablegen). Der Urin ist nur mit sauberer Pipettenspitze zu entnehmen.

Die Lagerung erfolgt tiefgekühlt und ist, wie der Transport der Proben, im Labor-Manual beschrieben.

Lärm, Hörfähigkeit und Stress bei Kindern ab 8 Jahre

Zu diesem Themen- und Untersuchungskomplex sind bei Kindern im Alter ab 8 Jahren eine Schallpegelmessung vor dem Fenster des Schlafraumes des Kindes (Kurzzeit-Mittelungspegel mit einem integrierten Schallpegelmessgerät der Klasse 3 nach IEC 804/DIN EN 60604) und eine Audiometrie – ein Hörtest (Screening-Audiometrie entsprechend DIN ISO 8253, Punkt 9) – durchzuführen. Im Morgenurin werden die Stresshormone Cortisol, Adrenalin und Noradrenalin bestimmt.

Schallpegelmessung

Während des Hausbesuches soll am geöffneten Fenster des Schlafraumes des Kindes eine mindestens ca. 15-minütige Schallmessung erfolgen (länger schadet nicht). Nachdem mit Hilfe der Frage 20 des interviewgesteuerten Fragebogens an die Eltern der Raum ermittelt wurde, in dem das Kind schläft, wird vor dem Fenster dieses Raumes die Schallpegelmessung durchgeführt. Bei mehreren in Frage kommenden Fenstern wird dasjenige mit der nach Einschätzung des Umweltinterviewers größeren Lärmbelastung zum Zeitpunkt des Besuches ausgewählt. Im Adressprotokoll ist die Durchführung dieser Messung zu dokumentieren, und im Dokumentationsbogen sind die Fragen 21 bis 28 zu beantworten.

Die Messung erfolgt mit dem Schallpegelmessgerät (NORSONIC Type 116). Zum Schutz des Mikrofons ist dabei der Windschutz zu verwenden. Das Fenster wird so geöffnet, dass der Schallpegelmessgerät sicher innen auf dem Fensterbrett abgelegt werden kann und das

Mikrofon aus dem Fenster hinausragt. Bei starkem Regen wird der Schallpegelmessgerät so weit zurück gezogen, dass keine übermäßige Nässe in den Windschutz eindringt. Etwas Nasswerden schadet nicht, aber Vollaugen wie ein nasser Schwamm ist zu vermeiden; ggf. muss die Messung abgebrochen werden. Die Messung kann auch bei spaltbreit geöffnetem Fenster oder vor dem Fenster z. B. auf dem Balkon erfolgen. Der Ort der Messung ist im Dokumentationsbogen (Frage 24) anzugeben.

Bedienung des Schallpegelmessgerätes

Das Schallpegelmessgerät ist wie folgt zu bedienen: Das Gerät wird durch Drücken der Taste „ON/OFF“ eingeschaltet. Zunächst führt das Programm einen kurzen Test durch. Auf der Anzeige sollte der Messmodus „S SPL“ erscheinen. Ist dies nicht der Fall, dann ist die Taste „TC“ so lange zu drücken, bis im Display neben den anderen Angaben „S SPL“ zu sehen ist. Die große Zahl gibt den aktuellen Schallpegel wieder, der sich entsprechend der Geräuschsituation vor dem Fenster ändert. Jetzt soll der Mittelwert über den Messzeitraum bestimmt werden. Dazu:

- Nachdem der Schallpegelmessgerät in Position gebracht wurde, wird auf die Taste „START“ gedrückt. Dabei sind Störgeräusche durch die Handhabung zu vermeiden. Der Start der Messung ist an dem in einem Dreieck eingefassten „R“ ersichtlich, wobei daneben der Messzeitraum im Sekundentakt aktualisiert wird.
- Mit dem Interview wird fortgefahren.
- Nach Beendigung des Interviews wird die Schallpegelmessung wie folgt beendet:
- Drücken der Taste „STOPP“; die Anzeige steht jetzt still.
- Das Gerät wird vom Messort entfernt.
- Im Dokumentationsbogen wird die Uhrzeit des Endes der Messung und die Messdauer (Minuten: Sekunden), die im Display angezeigt wird, notiert.
- Über der im Display angezeigten Zahl steht „LEQ“. Diese Zahl wird abgelesen und in der Zeile „LEQ“ des Dokumentationsbogens notiert.
- Die Taste „FUNC“ wird dann solange gedrückt, bis „S MAX“ erscheint. Der angezeigte Wert wird in der Zeile „S MAX“ ebenfalls im Dokumentationsbogen notiert.
- Anschließend wird die Taste „FUNC“ erneut dreimal gedrückt. Unter der Anzeige „PEAK“ erscheint ein weiterer Wert, der in die Zeile „PEAK“ im Dokumentationsbogen eingetragen wird.
- Mit der Taste „ON/OFF“ wird das Gerät ausgeschaltet. Auf die dann erscheinende Frage im Display, ob die Daten gespeichert werden sollen, ist
- mit wiederholtem Drücken der Taste „ON/OFF“ zu antworten; das Gerät schaltet dann aus.

Anmerkungen:

Der Schallpegelmessgerät muss regelmäßig vom Studienzentrum gewartet (kalibriert) werden.

Audiometrie – Hörtest

Im Adressprotokoll ist die Durchführung dieser Messung zu dokumentieren und im Dokumentationsbogen sind die Fragen 29 bis 36 zu beantworten.

Die Ablauf-Parameter der Audiometriemessung sind voreingestellt. Der Zugriff bei evtl. Problemen darf nur in Abstimmung mit der Projektleitung erfolgen. Die Messergebnisse sind grundsätzlich in den Dokumentationsbogen (Frage 31 „Ergebnis des Hörtests“) zu übertragen, eine Speicherung der Ergebnisse im Audiometer erfolgt nicht. Bei Fehlbedienung führt die Taste F5 („<<<<“) auf die vorhergehende Menüebene bzw. an den Anfang des Programms zurück (auch Ein-/Ausschalten ist erlaubt).

Die Audiometrie soll in einem Raum durchgeführt werden, der möglichst wenig durch von außen eindringende Geräusche oder Geräusche im Raum gestört ist. Nach erfolgter Erklärung ist mit dem Sorgeberechtigten des Kindes gemeinsam abzustimmen, in welchem Raum der Hörtest des Kindes stattfinden kann. Die Fenster in diesem Raum und ggf. in angrenzenden Räumen sind zu schließen, und es ist wie folgt zu verfahren:

Durchführung der Audiometrie:

Zunächst wird die Lautstärke im Raum mit dem Schallpegelmessgerät festgestellt; das Ergebnis wird im Dokumentationsbogen notiert (Frage 29).

Die Polster der Kopfhörer sind bei jedem Probanden mit einem leicht mit Alkohol oder einem geeigneten Desinfektionsmittel getränkten Tuch zu reinigen. Dabei ist unbedingt darauf zu achten, dass keine Flüssigkeiten in den Schallwandler fließen.

Dem Kind wird erklärt, dass jetzt ein Hörtest bei ihm durchgeführt wird. Das Audiometer (Typ AURITEC AT 409) wird aus dem Koffer genommen und am besten gegenüber vom Probanden (damit er die Anzeige nicht sieht) platziert.

Die Kabel des Kopfhörers und des Tasters werden in die dafür vorgesehenen Anschlussbuchsen gesteckt, das Gerät an das Netz angeschlossen und das Gerät eingeschaltet. Dem Kind wird das Vorgehen folgendermaßen erläutert:

„Für den Hörtest bekommst du einen Kopfhörer auf, und es werden zunächst auf dem rechten, dann dem linken Ohr leise Töne, die ganz leise beginnen, eingespielt und die – wenn du sie nicht hörst – ganz allmählich lauter werden, solange bis du sie hörst.

Sobald ein Ton wahrnehmbar ist, drücke bitte sofort kurz den Taster (als Mitteilung an mich bzw. das Audiometer, dass du den Ton gehört hast). Wichtig ist, dass du den Taster nicht dauerhaft gedrückt hältst, sondern sofort nach dem Drücken bei gehörtem Ton wieder loslässt. Falls ein Ton anfangs gut gehört wird, wird er im folgenden immer leiser, bis der Ton gerade gehört wird. Die Prozedur wird für eine Tonhöhe mehrmals durchlaufen. Insgesamt werden 5 verschieden hohe Töne auf jedem Ohr geprüft. Falls du etwas nicht verstanden hast oder die Messung unterbrechen möchtest, gib mir ein Zeichen oder sprich mich an. Ansonsten vermeide bitte unnötige Bewegungen und Geräusche, die den Hörtest und die Hörwahrnehmung stören. Sitze bitte ganz ruhig und konzentriere dich auf die Töne. Manchmal kann es ein wenig dauern, bis ein Ton zu hören ist, bitte nicht ungeduldig werden. Die Messung wird insgesamt ca. 7 bis 10 Minuten dauern.“

Dem Probanden werden die gekennzeichneten Kopfhörer angelegt (rote Muschel = rechtes Ohr, blaue Muschel = linkes Ohr). Auf zentrierten Sitz auf dem Ohr ist zu achten. Der Proband soll sich den Kopfhörer selbst optimal zurechtrücken. Das Kind bekommt den Taster in die Hand.

Messung starten:

Im Display steht die Option „TEST“. Die zugehörige Starttaste F1 („TEST“) drücken. Es wird die nächste Programmebene angezeigt.

Jetzt die Taste F2 („AUTO“) drücken; der Hörtest wird gestartet. Falls schon eine Messung erfolgte und im Speicher ist, erscheint eine entsprechende Meldung mit Löschoption. Durch erneutes Drücken dieser Taste F3 („LÖSCHEN“) wird die Messung gestartet. Während des Messmodus' schwillt der Signalpegel in 5 dB-Schritten an. Die Testperson ist angehalten, sofort mitzumachen und beim Hören eines Tones den Taster umgehend kurz zu drücken (und wieder loszulassen). Bei Personen mit großem Hörverlust dauert es einige Zeit, bis der Ton hinreichend laut geworden ist. Die Testperson sollte nicht ungeduldig auf dem Taster herumdrücken.

Während der Messung:

Zunächst prüft das Programm, ob der Proband die Anweisungen verstanden hat, indem es einige Probemessungen durchführt, bevor die eigentliche Messung beginnt. Die Frequenz 1 kHz wird auf beiden Ohren zweimal gemessen (am Anfang und am Ende des Durchganges auf einem Ohr). Sollten sich zu große Abweichungen zwischen beiden Messungen ergeben, beginnt die Messung auf dem betreffenden Ohr automatisch von vorn. Ansonsten werden zunächst auf dem rechten, dann auf dem linken Ohr (Kanal) die voreingestellten Testfrequenzen geprüft.

Ende der Messung:

Am Ende der Messung erscheint die Meldung „Der Test ist beendet/wurde abgebrochen“, nun Taste F3 („WEITER“) drücken.

Anschließend die Taste F4 („ZEIGEN“) drücken. Im Display erscheinen die Messwerte („R“ für rechtes Ohr, „L“ für linkes Ohr). Damit ist die Messung beendet. Die Messwerte bleiben auch nach Abschalten des Gerätes im Speicher solange erhalten, bis sie zum Zweck einer neuen Messung gelöscht werden, und können über die Menüsteuerung mit „ZEIGEN“ gelesen werden.

Im Dokumentationsbogen sind die entsprechenden Fragen auszufüllen, d. h. Datum, Serien-Nummer des Gerätes (Untersuchernummer und Probandennummer sollten bereits notiert sein), die Messwerte in die dafür vorgesehenen Felder einzutragen und die Frage nach Besonderheiten während des Hörtests zu stellen und die Antwort zu notieren.

Anschließend wird noch die folgende Frage gestellt: „*Hast du vor dem Hörtest über Kopfhörer laute Musik oder andere laute Geräusche (z. B. PC-Spiele) gehört?*“

Zur Befundung wird der Befundbogen „Hörtest“ ausgefüllt und dem Sorgeberechtigten (s. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) überreicht. Falls großes Interesse an den Detail-Testergebnissen vorliegt, können die (wenigen) Messwerte von den Probanden selbst aufgeschrieben werden.

Anmerkung:

Zur Zeitersparnis und Verringerung des Aufwandes für den Interviewer wird auf das Mitführen eines Druckers verzichtet.

Das Ergebnis der Befundmitteilung, das Aushändigen des Befundbogens „Hörtest“ sowie der ggf. gewünschten weiteren Testergebnisse an den Sorgeberechtigten wird im Dokumentationsbogen notiert.

Anmerkungen:

Das Audiometerprogramm bricht bei schlechter Mitarbeit des Probanden die Messung selbsttätig ab. Sollte dies eintreten, kann durch erneutes Erklären des Vorgehens eine neue Messung

durchgeführt werden. Führt dies nicht zum Abschluss einer erfolgreichen Messung, so ist die Abbruchmeldung, die im Display angezeigt wird, in den Dokumentationsbogen zu übertragen und die Messung abzurechnen. Auch der Interviewer kann die Messung abbrechen, wenn der Proband die Messung nicht durchführen kann, z. B. weil das Kind unkonzentriert oder nicht in der Lage ist. Das häufige automatische Durchlaufen von Wiederholungsschleifen kann solch ein Grund sein. Als Abbruchkriterium gilt, wenn nach weiteren 10 Minuten noch kein verwertbares Ergebnis vorliegt. Dies ist im Dokumentationsbogen zu dokumentieren! Es besteht jederzeit während der Messung die Möglichkeit, die Messung über die Pausentaste (Taste F4: „PAUSE“) zu unterbrechen, z. B. wenn Störgeräusche auftreten oder um weitere Erklärungen vorzunehmen. Bei Fortführung der Messung ist die Taste F5 („WEITER“) zu drücken. Wenn der Proband nach dem Hören eines Tones zu lange wartet, um das Hören durch Tastendruck zu bestätigen, erfolgt keine Registrierung als gehört, und der Ton schwillt weiter an. Ggf. ist der Proband zu ermahnen, nach dem Hören schnell durch ein kurzes Drücken (und wieder Loslassen) der Taste das Hören zu bestätigen.

Schallpegelkontrolle bei der Audiometrie

Bei der Schallpegelkontrolle ist für einen Augenblick für Ruhe (kein Gespräch mit dem Probanden, ruhiges Sitzen) zu sorgen. Der Schallpegelmessgerät (NORSONIC Type 116) ist vor/neben den Umweltinterviewer zu legen. Anschließend wird, wie nachfolgend beschrieben, vorgegangen:

- Das Gerät wird durch Drücken auf die Taste „ON/OFF“ eingeschaltet.
- Auf der Anzeige sollte der Messmodus „S SPL“ erscheinen. Ist dies nicht der Fall, wird die Taste „TC“ solange gedrückt, bis im Display neben den anderen Angaben „S SPL“ zu sehen ist. Die große im Display sichtbare Zahl gibt den aktuellen Schallpegel wieder, der sich entsprechend der Geräuschsituation ändert.
- Ggf. ist der Messbereich mit den Tasten „INC“ oder „DEC“ auf 20-100 dB einzustellen.
- Der Schallpegel, der im Raum vorherrscht, wird abgelesen und im Dokumentationsbogen vermerkt. Da die Anzeige schwankt, wird der in etwa höchste Wert angegeben. Dies gilt auch dann, wenn z. B. regelmäßige Kfz-Vorbeifahrten oder andere wiederkehrende Geräusche, die während der Audiometrie nicht zu vermeiden sind, die Anzeige beeinflussen. Das Schlagen einer Tür im Nachbarzimmer wäre demgegenüber z. B. als zufälliges Einzelereignis zu werten, das messtechnisch nicht bewertet werden soll.

Wartung der Untersuchungsinstrumente

Blutdruckmessgerät

Das Gerät ist wartungsfrei.

Schallpegelmessgerät (NORSONIC, Type 116)

Das Mikrofon des Schallpegelmessers ist das empfindlichste Teil des Gerätes. Es sollte vorsichtig behandelt und vor Verschmutzung geschützt werden.

Da genügend Akkus zur Verfügung stehen, ist es am besten, wenn jeden Morgen vor der Kalibrierung frische Akkus eingesetzt werden. Die verbrauchten Akkus werden mit dem Ladegerät bis zum nächsten Tag aufgeladen.

Eine Kalibrierung ist wöchentlich vorzunehmen und zu dokumentieren (s. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**):

- Gerät am „ON/OFF“-Schalter einschalten und die Initialisierung abwarten,
- mit den Tasten „INC“ und „DEC“ den Messbereich an der Thermometerskala in der Anzeige auf 40 - 120 einstellen,
- den beiliegenden Kalibrator auf das Mikrofon setzen (dabei eine leicht kreisende Bewegung mit dem Kalibrator mit dem Uhrzeigersinn machen) und durch Knopfdruck einschalten,
- den angezeigten Wert in den Erhebungsbogen eintragen.
- Auf der Geräteanzeige sollte ein Wert zwischen 112 und 116 abzulesen sein.
- Ist der Sollwert nicht erfüllt, so ist mit dem Studienzentrum telefonisch Kontakt aufzunehmen (Herr Dr. Babisch, UBA: Tel.: 030-8903-1370).

Batteriespannung:

Der Schallpegelmessgerät wird mit zwei 9-V-Akkus versorgt, die am unteren Ende des Gerätes eingesetzt werden. Bei kontinuierlicher Messung halten diese ca. 12 Stunden. Sinkt die Spannung unter 13,5 V ab, erscheint eine Warnung in der Anzeige. Die Akkus sollten dann gewechselt werden. Schon begonnene Messungen können ohne weiteres abgeschlossen werden. Erst bei einer Akkuspannung unter 10,5 V schaltet sich das Gerät selbsttätig ab. Bis zu diesem Zeitpunkt ist das Gerät voll funktionsfähig.

Zum Akkuwechsel wird das Gerät mit „ON/OFF“ ordnungsgemäß ausgeschaltet, und es werden neue Akkus in das Batteriefach am Boden eingesetzt. Achtung, auf die richtige Polarität achten! Der Akkuwechsel sollte ohne größere Verzögerung erfolgen, damit die Voreinstellungen erhalten bleiben (interner Puffer).

Audiometer

Das Audiometer wird über Netz (230 V) betrieben. Das Auffinden einer geeigneten Steckdose in den Wohnungen der Probanden ist daher erforderlich. Das Gerät ist nach dem Einschalten voll betriebsbereit. Eine regelmäßige Wartung erfolgt durch den Hersteller. Für den Zeitraum der Studie sind folgende Maßnahmen zu ergreifen:

Der Interviewer führt einmal pro Woche bei sich selbst einen Hörtest unter identischen akustischen Randbedingungen blind (mit geschlossenen Augen ohne Blick auf das Display) durch. Sollten auffällige Abweichungen auftreten ($>/< 10$ dB bei mehreren Frequenzen nach wiederholtem Test), so ist das UBA (Herr Dr. Babisch, UBA Tel.: 030-8903-1370, s. auch „Ihre Ansprechpartner im UBA“) über das Studienzentrum zu informieren. In den Erhebungsbogen (s. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) sind die Ergebnisse einzutragen und monatlich an das UBA zu senden. Der Vergleichswert (das Basis-Audiogramm) sollte nach hinreichend langem Training (stabiles Ergebnis) ermittelt werden.

Die Bewertung der Screening-Audiometrie erfolgt in Anlehnung an der Berufsgenossenschaftlichen Vorschrift BGV B 3 „Lärm“ (früher Unfallverhütungsvorschrift „Lärm“) und an die Empfehlungen der Kommission „Soziakusis“ des Umweltbundesamtes.

Tabelle 0.1: Bewertung und Empfehlungen zum Ergebnis des Hörtests

Ergebnis	Bewertung und Empfehlung
Alle Werte waren kleiner oder gleich 20 dB(A).	Gute Hörfähigkeit.
Mindestens ein Wert war größer 20 dB(A), aber kleiner als 40 dB(A).	Die Hörfähigkeit ist nicht optimal. Bitte achten Sie in Zukunft auf Veränderungen des Hörvermögens!
Mindestens ein Wert war größer oder gleich 40 dB(A).	Der Hörtest war auffällig, d. h. möglicherweise besteht ein Hörschaden. Wir empfehlen Ihnen, eine zusätzliche Überprüfung durch einen HNO-Arzt vornehmen zu lassen, sofern der Befund noch nicht bekannt war.

Das Ergebnis der Schallpegelmessung wird den Eltern der ab 8-jährigen Kinder bereits bei dem Hausbesuch mitgeteilt, sofern die Messung erfolgreich durchgeführt werden konnte. Der Proband könnte den Umweltinterviewer nach einer Beurteilung des Ergebnisses fragen. Dazu hier einige Hintergrundinformationen zu den in Tabelle 0.1 aufgeführten Bewertungen und Empfehlungen:

- Die im Rahmen der Umweltuntersuchung durchgeführten Lärmmessungen und Belästigungserhebungen haben orientierenden Charakter und können im Ergebnis der Auswertungen dazu dienen, die vom Umweltbundesamt unterstützte Forderung nach verbesserten Lärmschutzregelungen zu bekräftigen.
- Hinsichtlich Gewerbelärm und Nachbarschaftslärm gelten lokale Regelungen der Länder und Gemeinden (z. B. Lärmverordnungen), die dort angefordert werden können. Je nach Sachlage sind bei entsprechenden Lärmproblemen die örtlichen Verwaltungsbereiche (z. B. Umwelt- oder Gesundheitsämter) oder die Ordnungsbehörden (Polizei) für Lärmbeschwerden zuständig.
- Gegenwärtig besteht kein Anspruch darauf, wegen hoher Verkehrslärmbelastung bauliche Veränderungen am Wohngebäude, verkehrslenkende Maßnahmen oder Entschädigungszahlungen gesetzlich einzufordern – sofern es sich um bestehende Verkehrswege handelt, die keine wesentliche Änderung im Sinne der 16. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung) erfahren. Nach den Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes (VlärmSchR 97) wird jedoch Lärmschutz an bestehenden Straßen (Lärmsanierung) als freiwillige Leistung des Bundes auf der Grundlage haushaltsrechtlicher Regelungen und vorhandener Mittel gewährt. Diesbezügliche Immissionsgrenzwerte finden sich in der angesprochenen Richtlinie. Einige Bundesländer haben entsprechende Regelungen getroffen. Anträge auf Lärmschutzmaßnahmen sind vom Wohnungseigentümer an die jeweiligen Straßenbaubehörden zu richten.
- Wenn Untersuchungspersonen stark über die Lärmbelastung klagen, wäre zu prüfen, ob durch Veränderungen der Raumnutzung (z. B. Schlafräum „nach hinten“) oder des Lüftungsverhaltens (Fenster zu, Lüftung über andere Räume) eine Minderung der Lärmbelastung möglich ist. Dabei muss sensibel vorgegangen werden, damit nicht der Eindruck eines „lächerlichen“ Vorschlages entsteht, denn viele Betroffene haben keine Variationsmöglichkeiten. Auch wird häufig über nicht mögliche Außennutzung geklagt (Garten, Balkon), wofür es natürlich keine Maßnahmenvorschläge gibt. Wer ernsthafte Probleme hat (massive Schlafstörungen, Dauerstress, Herzjagen durch Ärger über Lärm) ist potenziell gefährdet und sollte auch über Eigenleistungen nachdenken (Einbau von Schallschutzfenstern auf eigene Kosten, Wohnungsumzug). Die Benutzung von Gehörstöpseln beim Schlafen kann Erleichterung bringen. Anfängliche Druckgefühle lassen nach einer

Gewöhnungsphase nach. Auch können handelsübliche und billige (Apotheken, Arbeitsschutzgeschäfte) Stöpsel individuellen Gehörgangmaßen etwas angepasst werden (z. B. Zerschneiden mit Schere). Normale Watte ist unwirksam und birgt die Gefahr von Rückständen im Gehörkanal.

Tabelle 0.2: Übersicht über Mittelungspegel in 10 m Entfernung vom Straßenrand

	grobe Orientierung (Tagespegel)	
Autobahn	< 85 dB(A)	unerträglich laut
stark befahrene Bundesstraße	76-80 dB(A)	extrem laut
„normal“ befahrene Bundesstraße	71-75 dB(A)	sehr laut
stark befahrene Durchgangsstraße	71-75 dB(A)	sehr laut
stark befahrene Hauptstraße, "normal" befahrene Durchgangsstraße	66-70 dB(A)	ziemlich laut
stark befahrene Nebenstraße, "normal" befahrene Hauptstraße	61-65 dB(A)	normal laut
befahrene Nebenstraße, gering befahrene Hauptstraße	56-60 dB(A)	nicht so laut
Anliegerstraße	51-55 dB(A)	leise
Sackgasse	< 51 dB(A)	sehr leise

Eine Übersicht typischer Schallpegelmessungen zeigt Tabelle 0.2. Unabhängig von Stadt/Land etc. ist überall alles möglich, außer dass in ländlichen Gebieten der Hintergrundpegel niedriger liegt als in der Stadt (< 40 dB(A)). Ansonsten gilt: Nachts ca. 7-10 dB(A) leiser, außer Autobahn (-3 dB(A)).

Anhang IV: Elternfragebogen (Auszüge)

UMWELTBUNDESAMT



für Mensch und Umwelt

ROBERT KOCH INSTITUT



Studie zur Umweltbelastung von Kindern in Deutschland

Interviewgesteuerter Fragebogen an die Eltern

ID-Nr. Kind/Jugendliche(r)	<input type="text"/>
Datum der Erhebung	<input type="text"/> <input type="text"/> . <input type="text"/> <input type="text"/> . 200 <input type="text"/>
Begeher-Nr.	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>

Interviewer: Die folgenden Fragen werden allen Eltern gestellt. Die letzten Fragen sollen nur an die Eltern der 3- bis 10-Jährigen gestellt werden und sind als solche gekennzeichnet.

1. Was meinen Sie: Liegt diese Wohnung/dieses Haus an einer durch **Kraftfahrzeugverkehr**

Interviewer: Liste B vorlegen. Bei zwei oder mehr angrenzenden Straßen bitte nur die am stärksten befahrene Straße abfragen.

- stark befahrenen Haupt- oder Durchgangsstraße?

- beträchtlich befahrenen Nebenstraße?

- mäßig befahrenen Nebenstraße?

- sehr wenig befahrenen Nebenstraße (Anliegerstraße, verkehrsberuhigte Zone)?.

Zu einem anderen Thema: Der „**Hörfähigkeit**“ Ihres Kindes.

2. War Ihr Kind jemals wegen einer **Erkrankung des Ohres** (z.B. Mittelohrentzündung) in **ärztlicher Behandlung**?

Ja

Nein

Weiß nicht.....

3. Hat ein **Arzt** bei Ihrem Kind schon einmal festgestellt, dass es **dauerhaft schlecht hört**?

Ja

Nein

Weiß nicht.....

4. a) Hat Ihr Kind schon einmal **so laut Musik gehört**, dass es **Ohrenbeschwerden** wie Ohrenschmerzen, Ohrenpfeifen oder –rauschen (Tinnitus) oder taube Ohren hatte?
 b) Wenn ja, **wie lange** dauerten diese Beschwerden im **schlimmsten Fall** an?

Interviewer: Liste I/J vorlegen. Bitte in jeder Zeile mindestens ein Kreuz bei „Beschwerden gehabt“.

Hier sind die Antworten des befragten Erwachsenen und nicht die des Kindes gewünscht. Die Kinder ab 11 Jahren werden gesondert befragt.

Nach dem Hören von lauter Musik	Beschwerden gehabt?			Wie lange im schlimmsten Fall?		
	Nein	Weiß nicht	Ja	einige Minuten	einige Stunden	Weiß nicht
Ohrenschmerzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→ <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ohrenpfeifen/-rauschen (Tinnitus)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→ <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Taube Ohren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→ <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. a) Hatte Ihr Kind die eben genannten **Ohrenbeschwerden** schon einmal nach **anderen lauten Geräuschen** wie das Knallen von Spielzeugpistolen und Feuerwerkskörpern, Polizei-, Feuerwehr- oder Krankenwagensirenen, oder laute Schreie direkt ins Ohr?

Nein, bisher keine solche

Beschwerden gehabt Weiß nicht ☞ **Bitte weiter mit Frage 46!**

Ja, Beschwerden gehabt..



- b) Nach welchen **lauten Geräuschen** sind solche **Beschwerden bisher** aufgetreten?

Interviewer: Liste K vorlegen und in jede Zeile ein Kreuz.

	Ja	Nein	Weiß nicht
A) Spielzeugpistole.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B) Feuerwerkskörper	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C) Schreien in das Ohr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D) Polizei-/Feuerwehr-/Krankenwagensirene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E) Sonstige, und zwar: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

↓ **Interviewer:** Falls nur ein lautes Geräusch genannt wurde, bitte weiter mit Frage 45d)

c) Nach welchem **lauten Geräusch** waren die **Beschwerden** bisher **am schlimmsten**?

Interviewer: Keine Mehrfachnennungen möglich.

- Spielzeugpistole.....
- Feuerwerkskörper
- Schreien in das Ohr
- Polizei-/Feuerwehr-/Krankensirene
- Sonstige und zwar: _____
- Weiß nicht

↓

d) **Welche** Beschwerden traten nach diesem (schlimmsten) Ereignis auf und

e) **wie lange** dauerten diese Beschwerden an?

Interviewer: Bitte in jeder Zeile ein Kreuz bei „Beschwerden gehabt?“

	Beschwerden gehabt?			→	Wie lange im schlimmsten Fall?		
	Nein	Weiß nicht	Ja		einige Minuten	einige Stunden	Weiß nicht
Ohrenschmerzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ohrenpfeifen/-rauschen (Tinnitus)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
taube Ohren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Als nächstes möchten wir uns mit dem Thema **Lärm** beschäftigen.

6. **Fühlt** sich Ihr Kind im allgemeinen in dieser **Wohnung** / in diesem **Haus tagsüber** durch **Lärm** gestört oder belästigt? Bitte denken Sie dabei an die letzten 12 Monate.

dadurch gestört oder belästigt:

Interviewer: Liste **Q** vorlegen. Bitte in jede Zeile ein Kreuz.

	Ja	Nein	Weiß nicht	Quelle nicht vorhanden
A) Straßenlärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B) Fluglärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C) Schienenverkehrslärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D) Baulärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E) Nachbarschaftslärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F) Industrie-/Gewerbelärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
G) Lärm durch Gaststätten/Diskotheiken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H) Lärm von Kinderspielplätzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I/J) Lärm durch Naturgeräusche (z. B. Bach, Vögel)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
K) Lärm durch Geräusche in der Hausinstallation (z. B. Wasser-/ Heizungsrohre)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
L) Lärm durch Familienmitglieder in der Wohnung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
M) sonstiger Lärm und zwar:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Nun stelle ich die gleiche Frage noch einmal für die **nächtliche Schlafenszeit**.

7. **Fühlt** sich Ihr Kind im allgemeinen in dieser **Wohnung** / in diesem **Haus nachts** durch **Lärm** beim Einschlafen oder Durchschlafen gestört oder belästigt?

Bitte denken Sie dabei an die letzten 12 Monate.

dadurch gestört oder belästigt:

Interviewer: Liste **Q** vorlegen. Bitte in jede Zeile ein Kreuz.

	Ja	Nein	Weiß nicht	Quelle nicht vorhanden
A) Straßenlärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B) Fluglärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C) Schienenverkehrslärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D) Baulärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E) Nachbarschaftslärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F) Industrie-/Gewerbelärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
G) Lärm durch Gaststätten/Diskotheiken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H) Lärm von Kinderspielplätzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I/J) Lärm durch Naturgeräusche (z. B. Bach, Vögel)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
K) Lärm durch Geräusche in der Hausinstallation (z. B. Wasser-/ Heizungsrohre)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
L) Lärm durch Familienmitglieder in der Wohnung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
M) sonstiger Lärm und zwar:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anhang V: Fragebogen für 8-10jährige Kinder (Auszüge)

UMWELTBUNDESAMT



für Mensch und Umwelt

ROBERT KOCH INSTITUT



Studie zur Umweltbelastung von Kindern in Deutschland

**Interviewgesteuerter Fragebogen
an die 8- bis 10-jährigen Kinder**

ID-Nr. Kind/Jugendliche(r)	<input type="text"/>
Datum der Erhebung	<input type="text"/> <input type="text"/> . <input type="text"/> <input type="text"/> .200 <input type="text"/>
Begeher-Nr.	<input type="text"/>

Zunächst interessiert uns, **ob** Du **Musik** über Walkman, Discman, in Diskotheken, in Musik-clubs oder bei Live-Konzerten **hörst**.

23 Hörst Du Musik mit **Walkman, Discman** und/oder **MP3-Player**?

***Interviewer:** Gemeint sind hier tragbare Musikabspielgeräte.*

Ja

Nein ...

24 Hörst Du Musik mit **Kopfhörern** über eine **Musik-Anlage** (nicht Walk- oder Discman)?

Ja

Nein ...

25. Besuchst Du **Kinder-Diskotheken**?

Ja

Nein ...

26. Besuchst Du **Konzerte, wo die Musik über Lautsprecher gespielt wird** (z. B. Live-Konzerte im Freien oder in Konzertsälen)?

Ja

Nein ...

Nun interessiert uns Dein Verhalten bei **Computerspielen**.

27. a) Spielst Du **Computerspiele**?

Nein ... **Bitte weiter mit Frage 6!**

Ja



b) Setzt Du dabei **Kopfhörer** auf?

Nein, nie ..

Ja

Jetzt haben wir noch einige Fragen zu **Ohrenbeschwerden**.

28. Hast Du schon einmal **so laut Musik gehört**, dass Du **Ohrenbeschwerden** wie Ohrenschmerzen, Ohrenpfeifen oder -rauschen (Tinnitus) oder taube Ohren hattest?

Interviewer: Angaben vorlesen und in jede Zeile ein Kreuz.

		Beschwerden gehabt?		
		Ja	Nein	Weiß nicht
A	Ohrenschmerzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B	Ohrenpfeifen/-rauschen (Tinnitus)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C	Taube Ohren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

29. Hattest Du die eben genannten **Ohrenbeschwerden** auch schon einmal nach **anderen lauten Geräuschen** wie das Knallen von Spielzeugpistolen und Feuerwerkskörpern, Polizei-, Feuerwehr- oder Krankenwagensirenen, oder laute Schreie direkt ins Ohr?

Ja, Beschwerden gehabt.....

Nein, bisher keine solche Beschwerden gehabt....

Weiß nicht

Als nächstes möchten wir uns mit dem Thema **Lärm** beschäftigen.

30. **Fühlst** Du dich im Allgemeinen in dieser **Wohnung** / in diesem **Haus tagsüber** durch **Lärm** gestört oder belästigt? Denke dabei bitte an die **letzten 12 Monate**.

***Interviewer:** Angaben vorlesen und in jede Zeile ein Kreuz. Wenn das Kind mit dem Begriff „Lärm“ nichts anfangen kann, bitte Erklärung geben: „Mit Lärm ist Krach und sind Geräusche gemeint“.*

		dadurch gestört oder belästigt		Quelle nicht vorhanden
		Ja	Nein	
A	Straßenlärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B	Fluglärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C	Schienenverkehrslärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D	Baulärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E	Nachbarschaftslärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F	Industrie-/Gewerbelärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
G	Lärm durch Gaststätten/Diskotheiken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H	Lärm von Kinderspielplätzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I/J	Lärm durch Naturgeräusche (z. B. Bach, Vögel)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
K	Lärm durch Geräusche in der Hausinstallation (z. B. Wasser-/Heizungsrohre)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
L	Lärm durch Familienmitglieder in der Wohnung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
M	sonstiger Lärm und zwar: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Nun stelle ich Dir die gleiche Frage noch einmal für die nächtliche Schlafenszeit.

31. **Fühlst** Du dich im Allgemeinen in dieser **Wohnung nachts** durch **Lärm** beim **Einschlafen** oder **Durchschlafen** gestört oder belästigt? Bitte denke dabei wieder an **die letzten 12 Monate!**

***Interviewer:** Angaben vorlesen und in jede Zeile ein Kreuz. Wenn das Kind mit dem Begriff „Lärm“ nichts anfangen kann, bitte Erklärung geben: „Mit Lärm sind Geräusche und Krach gemeint“.*

		dadurch gestört oder belästigt		Quelle nicht vorhanden
		Ja	Nein	
A	Straßenlärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B	Fluglärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C	Schienenverkehrslärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D	Baulärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E	Nachbarschaftslärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F	Industrie-/Gewerbelärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
G	Lärm durch Gaststätten/Diskotheken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H	Lärm von Kinderspielplätzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I/J	Lärm durch Naturgeräusche (z. B. Bach, Vögel)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
K	Lärm durch Geräusche in der Hausinstallation (z. B. Wasser-/Heizungsrohre)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
L	Lärm durch Familienmitglieder in der Wohnung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
M	sonstiger Lärm und zwar: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Herzlichen Dank für Deine Mitarbeit!

Anhang VI: Fragebogen für 11-14jährige Kinder (Auszüge)

UMWELTBUNDESAMT



für Mensch und Umwelt

ROBERT KOCH INSTITUT



Studie zur Umweltbelastung von Kindern in Deutschland

**Interviewgesteuerter Fragebogen
an die 11- bis 14-jährigen Kinder**

ID-Nr. Kind/Jugendliche(r)	<input type="text"/>
Datum der Erhebung	<input type="text"/> <input type="text"/> . <input type="text"/> <input type="text"/> . 200 <input type="text"/>
Begeher-Nr.	<input type="text"/>

Zunächst interessiert uns, **ob** Du **Musik** über Walkman, Discman, in Diskotheken, in Musikclubs oder bei Live-Konzerten **hörst**. Weiterhin interessiert uns, **wie oft** Du im Durchschnitt auf diese verschiedenen Arten Musik hörst und **wie lange** Du das jeweils schon so machst.

32 a) Hörst Du Musik mit **Walkman, Discman** und/oder **MP3-Player**?

Interviewer: Gemeint sind hier tragbare Musikabspielgeräte.

Nein ...

Bitte weiter mit Frage 4!

Ja



b) **Wie lange** hörst Du schon Musik mit Walkman, Discman und/oder MP3-Player?

Ein Jahr oder länger ... und seit wie vielen Jahren .. Jahren

oder (auf ganze Jahre runden)

Kürzer als ein Jahr ... Bitte weiter mit Frage 1c und dann mit Frage 2

c) **Wie viele Stunden pro Tag** hörst Du **zur Zeit** Musik mit Walkman, Discman und/oder MP3-Player?

, Stunden pro Tag

(auf 0,5 runden)

d) **Wie lange** machst Du das schon **mit dieser Häufigkeit** pro Tag?

Ein Jahr oder länger ... und seit wie vielen Jahren .. Jahren

oder (auf ganze Jahre runden)

Kürzer als ein Jahr ...

33 Wie **laut** hörst Du im Allgemeinen Musik mit **Walkman, Discman** und/oder **MP3-Player**?

Interviewer: Liste A vorlegen!

sehr laut

ziemlich laut

mittelmäßig

ziemlich leise

sehr leise

34 Wie oft **erhöht** Du im Allgemeinen beim Hören von Musik mit **Walkman, Discman** und/oder **MP3-Player** die Lautstärke oder befindet sich der Lautstärkereger bereits am Anschlag?

a) Befindet sich der Regler bereits am Anschlag (max. Lautstärke)?

Ja **Bitte weiter mit Frage 4!**

Nein ...



b) Wie oft **erhöchst** Du im Allgemeinen beim Hören von Musik mit **Walkman, Discman** und/oder **MP3-Player** die Lautstärke?

Interviewer: Liste B vorlegen!

immer

oft

gelegentlich

selten

nie

35 a) Hörst Du Musik **mit Kopfhörern** über eine **Musik-Anlage** (nicht Walk- oder Discman)?

Nein ...

Bitte weiter mit Frage 6!

Ja



b) **Wie lange** hörst Du schon Musik über eine Musik-Anlage **mit Kopfhörern**?

Ein Jahr oder länger ... und seit wie vielen Jahren .. Jahren

oder *(auf ganze Jahre runden)*

Kürzer als ein Jahr ... Bitte weiter mit Frage 4c und dann mit Frage 5!

c) **Wie viele Stunden pro Tag** hörst Du **zur Zeit** Musik über eine Musik-Anlage **mit Kopfhörern**?

, Stunden pro Tag

(auf 0,5 Std. runden)

d) **Wie lange** machst Du das schon **mit dieser Häufigkeit** pro Tag?

Ein Jahr oder länger ... und seit wie vielen Jahren .. Jahren

oder *(auf ganze Jahre runden)*

Kürzer als ein Jahr ...

3€ Wie **laut** hörst Du im Allgemeinen Musik über eine **Musik-Anlage** mit **Kopfhörern**?

Interviewer: Liste C vorlegen!

sehr laut	ziemlich laut	mittelmäßig	ziemlich leise	sehr leise
<input type="checkbox"/>				

37 a) Besuchst Du **Diskotheken** und/oder **Musikclubs**?

Nein ...

Bitte weiter mit Frage 9!

Ja



b) **Wie lange** besuchst Du schon Diskotheken und/oder Musikclubs?

Ein Jahr oder länger ... und seit wie vielen Jahren .. Jahren

oder (auf ganze Jahre runden)

Kürzer als ein Jahr ... Bitte weiter mit Frage 6c und dann mit Frage 7!

c) **Wie oft im Monat** besuchst Du **zur Zeit** Diskotheken und/oder Musikclubs?

mal pro Monat

d) **Wie lange** machst Du das schon **mit dieser Häufigkeit** pro Monat?

Ein Jahr oder länger ... und seit wie vielen Jahren .. Jahren

oder (auf ganze Jahre runden)

Kürzer als ein Jahr ...

38 Wie beurteilst Du im Allgemeinen die **Lautstärke auf der Tanzfläche** in den Diskotheken und/oder Musikclubs?

Zu laut.....

Gerade richtig.....

Zu leise.....

39. Und **wie laut** ist es **auf der Tanzfläche** in den Diskotheken und/oder Musikclubs, die Du **am häufigsten** besuchst?

*Interviewer: Liste **D** und **keine** Mehrfachnennungen möglich.*

So laut, ...

- A dass man sich mit normaler Stimme unterhalten kann.
- B dass man sich mit lauter Stimme unterhalten kann.
- C dass man schreien muss, um sich zu verständigen.
- D dass man sich auch durch Schreien kaum noch verständigen kann.
- E dass auch durch lautes Schreien eine Verständigung nicht mehr möglich ist.

40. a) Besuchst Du **Konzerte, wo die Musik über Lautsprecher gespielt wird** (z. B. Live-Konzerte im Freien oder in Konzertsälen)?

Nein ... **Bitte weiter mit Frage 11!**

Ja



b) **Wie lange** besuchst Du schon solche Veranstaltungen?

Ein Jahr oder länger ... und seit wie vielen Jahren Jahren

oder *(auf ganze Jahre runden)*

Kürzer als ein Jahr Bitte weiter mit Frage 9c und dann mit Frage 10!

c) **Wie oft im Jahr** besuchst Du **zur Zeit** solche Veranstaltungen?

mal pro Jahr

d) **Wie lange** machst Du das schon **mit dieser Häufigkeit** pro Jahr?

Ein Jahr oder länger ... und seit wie vielen Jahren Jahren

oder *(auf ganze Jahre runden)*

Kürzer als ein Jahr

41. Wie beurteilst Du im Allgemeinen die **Lautstärke** bei solchen Konzerten?

Zu laut.....

Gerade richtig.....

Zu leise.....

Nun interessiert uns Dein Verhalten bei **Computerspielen**.

42. a) Spielst Du **Computerspiele**?

Nein ... **Bitte weiter mit Frage 12!**

Ja



b) Setzt Du dabei **Kopfhörer** auf?

Nein, nie **Bitte weiter mit Frage 12!**

Ja



c) **Wie oft** spielst Du **zur Zeit** Computerspiele **mit Kopfhörern**?

Täglich und zwar etwa.. , Stunden pro Tag

oder (auf 0,5 Std. runden)

Seltener und zwar etwa .. mal pro Woche

Interviewer: Entsprechend der Angabe des Kindes die Häufigkeit bei „Woche“ oder „Monat“ eintragen. mal pro Monat

d) **Wie lange** machst Du das schon **mit dieser Häufigkeit**?

Ein Jahr oder länger.. und seit wie vielen Jahren Jahren

oder (auf ganze Jahre runden)

Kürzer als ein Jahr ..

Jetzt haben wir noch einige Fragen zu **Ohrenbeschwerden**.

43. a) Hast Du schon einmal **so laut Musik gehört**, dass Du **Ohrenbeschwerden** wie Ohrenschmerzen, Ohrenpfeifen oder -rauschen (Tinnitus) oder taube Ohren hattest?
 b) Wenn ja, **wie lange** dauerten diese Beschwerden im **schlimmsten Fall**?

Interviewer: Liste **E** vorlegen und in jede Zeile mindestens ein Kreuz.

	Beschwerden gehabt?			→	Wie lange im schlimmsten Fall?	
	Weiß				Einige Minuten	einige Stunden
	Nein	nicht	Ja			
A Ohrenschmerzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B Ohrenpfeifen/-rauschen (Tinnitus) ..	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C Taube Ohren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

44. a) Hattest Du die eben genannten **Ohrenbeschwerden** auch schon einmal nach **anderen lauten Geräuschen** wie das Knallen von Spielzeugpistolen und Feuerwerkskörpern, Polizei-, Feuerwehr- oder Krankenwagensirenen, oder laute Schreie direkt ins Ohr.

Nein, bisher keine solche Beschwerden gehabt..... **Bitte weiter mit Frage 14!**

Weiß nicht **Bitte weiter mit Frage 14!**

Ja, Beschwerden gehabt



- b) Nach welchen **lauten Geräuschen** sind **solche Beschwerden** bisher aufgetreten?

Interviewer: Liste **F** vorlegen und in jede Zeile ein Kreuz!.

	Ja	Nein
A Spielzeug-Pistole	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B Feuerwerkskörper	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C Schreien in das Ohr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D Polizei-/Feuerwehr-/Krankenwagen-Sirene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E Sonstige (Mehrfachnennungen möglich):.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

und zwar: _____

Interviewer: Falls nur 1 lautes Geräusch genannt wird, bitte weiter mit Frage 13d!

c) Nach welchem lauten Geräusch waren die **Beschwerden** bisher am schlimmsten?

- A Spielzeug-Pistole
- B Feuerwerkskörper
- C Schreien in das Ohr
- D Polizei-/Feuerwehr-/Krankenwagen-Sirene
- E Sonstige (Mehrfachnennungen möglich):

und zwar: _____

d) **Welche** Beschwerden traten nach diesem (schlimmsten) Ereignis auf

e) und **wie lange** dauerten diese Beschwerden an?

Interviewer: Liste **G** vorlegen und in jede Zeile mindestens ein Kreuz.

	Beschwerden gehabt?			Wie lange im schlimmsten Fall?	
	Nein	Ja		Einige Minuten	einige Stunden
A Ohrenschmerzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B Ohrenpfeifen/-rauschen (Tinnitus) ..	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C Taube Ohren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	→	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Als nächstes möchten wir uns mit dem Thema **Lärm** beschäftigen.

45. **Fühlst** Du dich im Allgemeinen in dieser **Wohnung** / in diesem **Haus tagsüber** durch **Lärm** gestört oder belästigt? Denke dabei bitte an die **letzten 12 Monate**.

Interviewer: Liste **H** vorlegen und in jede Zeile ein Kreuz. Wenn das Kind mit dem Begriff „Lärm“ nichts anfangen kann, bitte Erklärung geben: „Mit Lärm sind Geräusche und Krach gemeint“.

	dadurch gestört oder belästigt					Quelle nicht vor- handen
	Überhaupt nicht	Etwas	Mittel- mässig	Stark	Äußerst stark	
A Straßenlärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B Fluglärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C Schienenverkehrslärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D Baulärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E Nachbarschaftslärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F Industrie-/Gewerbelärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
G Lärm durch Gaststätten/Diskotheken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H Lärm von Kinderspielplätzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I/J Lärm durch Naturgeräusche (z. B. Bach, Vögel)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
K Lärm durch Geräusche in der Haus- installation (z. B. Wasser-/ Heizungsrohre)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
L Lärm durch Familienmitglieder in der Wohnung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
M sonstiger Lärm und zwar: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Nun stelle ich Dir die gleiche Frage noch einmal für die nächtliche Schlafenszeit.

46. **Fühlst** Du dich im Allgemeinen in dieser **Wohnung nachts** durch **Lärm** beim **Einschlafen** oder **Durchschlafen** gestört oder belästigt? Bitte denke dabei wieder an **die letzten 12 Monate!**

Interviewer: Liste **H** vorlegen und in jede Zeile ein Kreuz. Wenn das Kind mit dem Begriff „Lärm“ nichts anfangen kann, bitte Erklärung geben: „Mit Lärm sind Geräusche und Krach gemeint“.

	dadurch gestört oder belästigt					Quelle nicht vorhanden
	Überhaupt nicht	Etwas	Mittelmässig	Stark	Äußerst stark	
A Straßenlärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B Fluglärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C Schienenverkehrslärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D Baulärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E Nachbarschaftslärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F Industrie-/Gewerbelärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
G Lärm durch Gaststätten/Diskotheken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H Lärm von Kinderspielplätzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I/J Lärm durch Naturgeräusche (z. B. Bach, Vögel)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
K Lärm durch Geräusche in der Hausinstallation (z. B. Wasser-/ Heizungsrohre)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
L Lärm durch Familienmitglieder in der Wohnung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
M sonstiger Lärm und zwar: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Herzlichen Dank für Deine Mitarbeit!

Anhang VII: Hinweise für Interviewer (Auswahl)

Hinweise und Erläuterungen zu den Interviews

Einleitung

Im Kinder-Umwelt-Survey geht es nicht um die Erfassung des Wissens und der Kenntnisse der Probanden. Grundsätzlich geht es bei den Befragungen im Kinder-Umwelt-Survey um die möglichst korrekte Erfassung der tatsächlichen Umweltsituation der Probanden und deren individuellen umweltrelevanten Verhaltensweisen. Ausnahmen sind die Fragen, mit denen ausdrücklich die subjektive Meinung / die Einstellung der Probanden gefragt wird (wie z.B. bei Frage 5 im Elterninterview: Was meinen Sie?). Anhand der standardisierten Fragen sind Interviews mit den Probanden zur Erhebung der umweltrelevanten Verhaltensweisen und realen Umweltbedingungen der Haushalte etc. zu führen. Optimal wäre es, wenn die Umweltinterviewer zur Beantwortung aller Fragen die Probandenhaushalte selber „unter die Lupe“ nehmen (z.B. durch Prüfung und Ausmessen der Wand-, Boden- und Deckenbeläge, der Raumhöhe und –qm; Aufschreiben aller im Haushalt vorhandenen Produkte) und für 1 Jahr im Haushalt leben und mit dem Kind „mitlaufen“ würden, um die Verhaltensweisen und Aufenthaltsorte genau dokumentieren zu können. Da dies nicht möglich ist (aus ethischen, finanziellen etc. Gründen), führen die Umweltinterviewer anhand der einheitlich formulierten (standardisierten) Fragen Interviews mit den Eltern und den Kindern ab 8 Jahren durch.

Maßnahmen

- offensichtlich fehlerhafte Angaben (z.B. qm des Kinderzimmers, Entfernung des Hauses von der Straße, Anzahl der Fahrspuren, Aufenthaltszeiten in der Wohnung und „draußen“ ergeben in der Summe mehr als 24 Stunden – Frage 62; oder 22 Stunden Aufenthalt im Kinderzimmer bei einem schulpflichtigen Kind – Frage 18),
- inkonsistente Probanden-Angaben (z.B. wenn die Aufenthaltszeit im Kinderzimmer (Frage 18 des Eltern-Interview) 15 Std. beträgt, aber die Aufenthaltszeit in der Wohnung im Winter an einem Schul-/Werktag (Frage 62b Eltern-Interview) nur 12 Std.),
- unplausible Probanden-Angaben (z.B. Frage 18: Kind hält sich weniger als 4 oder mehr als 20 Stunden im Raum auf)

sind vom Umweltinterviewer durch Selbsteinschätzung oder erneute Abfrage beim Probanden unplausible, inkonsistente oder offensichtlich fehlerhafte Angaben zu korrigieren.

Die Fragen, die entweder offensichtlich fehlerhaft oder inkonsistent beantwortet werden könnten, sind auf den folgenden Seiten aufgeführt. Alle Fragen, die auf unplausible Probanden-Angaben hindeuten sind zusätzlich aufgeführt. Zur Vollständigkeit sind auch die Fragen, mit denen die subjektive Meinung / Einstellung des Befragten (Kind und Eltern) erfasst werden soll, aufgeführt.

Darüber hinaus werden im Folgenden zu den einzelnen Interviews ergänzende Hinweise und Hintergrundinformationen gegeben, die der Standardisierung der Antworten bzw. der standardisierten Zuordnung von Antworten dienen. Grundsätzlich sind auch die „Allgemeinen Hinweise zu den Interviews“ (s. OP-Handbuch; Kap. 7.2.5) zu beachten.

Interviewgesteuerter Fragebogen an die Eltern

Zu einigen Fragen sind Listen mit Antwortitems und –kategorien vorbereitet, die den Eltern zum Mitlesen vorgelegt werden und ihnen bei der Beantwortung helfen sollen. Bei Fragen mit der Formulierung „*dieser Wohnung/diesem Haus*“, lesen Sie bitte nur das vor, was Sie antreffen, also entweder „*dieser Wohnung*“ oder „*diesem Haus*“.

Frage UE5: „Stärke des Kfz-Verkehrs“

Die Intensität des Kfz-Verkehrs in Kombination mit der Art der Straße soll die subjektive Einschätzung des Probanden wiedergeben und sich auf die allgemeine Situation beziehen. Saisonale Ereignisse oder selten auftretende Ereignisse (z. B. landwirtschaftliche Maschinen im Ernteeinsatz, Militärfahrzeuge im Manöver) sind hier nicht gefragt. Insbesondere in ländlichen Regionen kann die Hauptstraße wenig befahren oder eine Nebenstraße sehr stark befahren sein. Da es sich um eine subjektive Frage handelt, gilt hier nur die Einschätzung der Eltern. Aus Gründen der Vergleichbarkeit mit dem BGS 1998 und den bereits "abgearbeiteten" Points sollten die Eltern sich bitte für eine Antwort entscheiden. Als Entscheidungshilfe ist vorrangig die "Intensität" zu bewerten.

Frage UE20: „In welchem Raum schläft das Kind“

Es ist der Raum ankreuzen, in dem das Kind die längste Zeit schläft. Sollte das Kind tatsächlich zu 50 % im Kinderzimmer und zu 50 % in einem anderen Raum schlafen, dann ist Kinderzimmer ankreuzen.

Frage UE21a: „Schläft das Kind alleine in dem Raum“

Im Zusammenhang mit der Schallpegelmessung (bei Kindern ab 8 Jahren) kann der Interviewer in Augenschein nehmen, ob noch weitere Betten in dem Zimmer stehen, und somit die Antwort auf Plausibilität prüfen.

Frage UE45b + c „Ohrenbeschwerden nach lauten Geräuschen“

Bei Mehrfachnennungen in Frage 45b sind in jedem Fall bei Frage 45c alle Kategorien vorzulesen und die Angaben der Eltern mit den zuvor gemachten Angaben auf Plausibilität/Konsistenz zu prüfen und ggf. zu korrigieren.

Frage UE66/67: „Störungen oder Belästigungen durch „Lärm“

Mit dieser Frage wird die subjektive Meinung / Einstellung des Befragten (Kind und Eltern) erfasst. Störungen oder Belästigungen durch den Hund des Nachbarn sind bei „Nachbarschaftslärm“ (E) einzutragen. Störungen oder Belästigungen von Sportplätzen sind bei „Lärm von Kinderspielplätzen“ (H) einzutragen.

Interviewgesteuerte Fragebogen an die Kinder (8 bis 10 und 11 bis 14 Jahre)

Frage UK1c, 4c, 6c (11 bis 14 Jahre): „Häufigkeiten des Hörverhaltens mit Walkman ...“

Es kommt vor, dass die Kinder, die bei Frage 1b, 4b oder 6b angeben ein Jahr oder länger Musik mit ... zu hören, dies jedoch unregelmäßig, z.B. 3 Stunden an einem Samstag im Monat oder einmal in 3 Monaten. Der Interviewer nimmt dann eine Mittelung der Angaben der Kinder vor, d.h. bei den genannten Beispielen sind bei 1x 3 Std. an Samstag 0,5 Std./Tag einzutragen; bei 1x in 3 Monaten ist 0/Monat, da Mittelung < 1, einzutragen.

Frage UK8+9 (8-10 Jahre) bzw. 14+15 (11 bis 14 Jahre) „Lärm“

Mit diesen Fragen wird die subjektive Meinung der Kinder erfasst, d.h. die Angaben der Kinder werden notiert, auch wenn z.B. die Eltern bereits mitteilten, dass eine Lärmquelle nicht vorhanden ist oder der Interviewer objektiv eine bestimmte Lärmquelle ausschließen kann (z.B. keine Eisenbahnverbindung weit und breit).

Frage UK7, 8 + 10 (11 bis 14 Jahre)

Mit dieser Frage wird die subjektive Meinung / Einstellung des Kindes erfasst.

Frage UK13b + c (11 bis 14 Jahre): „Ohrenbeschwerden nach lauten Geräuschen“

Bei Mehrfachnennungen in Frage 13b sind in jedem Fall bei Frage 13c alle Kategorien vorzulesen und die Angaben des Kindes mit den zuvor gemachten Angaben auf Plausibilität/Konsistenz zu prüfen und ggf. zu korrigieren.

Dokumentationsbogen – standardisiertes Interview

Die Fragen, die vom Interviewer zu beantworten sind, sind extra markiert. Zu einigen Fragen sind Listen mit Antwortitems und –kategorien vorbereitet, die den Eltern zum Mitlesen vorgelegt werden und ihnen bei der Beantwortung helfen sollen.

Angaben zur Morgenurin-Probe:

Frage UD4: „Angaben auf dem Etikett“

- Sollten die Angaben auf dem Etikett unvollständig sein, unbedingt beim Probanden nachfragen.
- Prüfen Sie die Zeitangaben auf Plausibilität:
 - Sollte die Uhrzeit der Probenahme nicht in den Morgenstunden, d.h. bis max. 12.00 Uhr, liegen, fragen Sie bei dem Probanden nach, ob die Zeit korrekt ist und ob es sich tatsächlich um den ersten Urin nach nächtlicher Schlafenszeit handelt. Ist dies nicht der Fall, bitten Sie den Probanden erneut um eine Morgenurin-Probe, geben ihm ein neues Probengefäß und „verwerfen“ Sie das „alte“ Gefäß. Vereinbaren Sie die Art und den Termin der Probenübergabe.
 - Der letzte Toilettengang vor der Probenahme (Punkt b) muss auch tatsächlich vor der Probenahme (Punkt a) liegen und mindestens 4 Stunden vor der Probenahme stattgefunden haben. Wenn dies nicht der Fall ist, sind alle Angaben erneut abzufragen und bei nicht Einhaltung der 4 Stunden, bitten Sie den Probanden erneut um eine Morgenurin-Probe, geben ihm ein neues Probengefäß und „verwerfen“ Sie das „alte“ Gefäß. Vereinbaren Sie die Art und den Termin der Probenübergabe.
 - Sollte das Kind trotz des Ausschlusskriteriums nachts Windeln getragen haben und dennoch einen Morgenurin abgegeben haben, so ist diese Probe zu verwerfen. Nur für den Fall, dass die Eltern meinen eine „echte“ Morgenurinprobe noch sammeln zu können, wird ein neues Probengefäß ausgehändigt und die Art und der Termin der Probenübergabe vereinbart. Ansonsten ist im Dokumentationsbogen bei Frage 4 unter d) „sonstige Gründe“ der „Ausfall“ zu dokumentieren.
- Tragen Sie die Abendstunden (pm) mit 12.00 bis 24.00 Uhr im Dokumentationsbogen ein.

- Achten Sie bei der Datumsangabe darauf, dass Sie bei 24.00 Uhr, das Datum des „alten“ Tages und bei 0.00 Uhr das Datum des „neuen“ Tages eintragen.

Frage UD21: „Fenster in verschiedenen Richtungen“

Vom Umweltinterviewer sind durch Selbsteinschätzung unplausible, inkonsistente oder offensichtlich fehlerhafte Angaben zu korrigieren.

Frage UD22a: „Straße vor dem Fenster“

Vom Umweltinterviewer sind durch Selbsteinschätzung unplausible, inkonsistente oder offensichtlich fehlerhafte Angaben zu korrigieren.

Frage UD22b+c: „Intensität des Straßenverkehrs und nachts der LKW/Busse“

Mit dieser Frage wird die subjektive Meinung / Einstellung des Befragten (Kind und Eltern) erfasst.

Dokumentation der Schallpegelmessung (nur bei Kindern ab 8 Jahren)

Frage UD26: „Ergebnis der Schallpegelmessung“

Der Proband könnte Sie nach einer Beurteilung des Ergebnisses fragen. Im OP-Handbuch sind im Kapitel „Befundung“ einige Hintergrundinformationen gegeben.

Frage UD27: „Hauptschallquelle während der Messung“

Sollten verschiedene gleichstarke Schallquellen während der Messung aufgetreten sein z.B. Straßenverkehr und spielende Kinder, so ist der Straßenverkehr anzukreuzen, d.h. Schall, der von Lebewesen oder der Natur ausgeht, ist nachrangig. Sollten zwei Schallquellen unterschiedlicher Dauer während der Messung aufgetreten sein und keine der beiden Quellen von Lebewesen oder der Natur ausgehen (s.o.), ist die Schallquelle als Hauptquelle anzukreuzen, die maßgeblich den Mittelungspegel bestimmt hat. Das ist praktisch mitunter nicht eindeutig zu klären. Deshalb soll der Interviewer in Zweifelsfällen nach seinem subjektiven Empfinden entscheiden. Beispiel: Tiefflieger- oder zivile Fluglärmgeräusche treten deutlich gegenüber Straßenverkehrsgeräuschen hervor. Dann ist Fluglärm anzukreuzen, auch wenn es sich dabei nur um Einzelereignisse handelt-gegenüber einem Dauer-Straßenverkehrsgeräusch. Ist andererseits ein einzelnes Überflugeignis (z. B. durch zivilen Flugverkehr) nicht viel lauter als z. B. ein vorbeifahrender beschleunigender Lkw auf der Straße, dann ist Straßenverkehr anzukreuzen. Im Falle von Hauptschallquellen während der Messung, die nicht im Dokumentationsbogen aufgeführt sind, ist „sonstiges“ anzukreuzen und die Quelle im Volltext aufzunehmen. Sollte die Hauptschallquelle von Tieren, z. B. Hundgebell, ausgehen, ist die Antwortkategorie „Personen in der Nachbarschaft“

anzukreuzen. Sollte von landwirtschaftlichen Nutztieren die Hauptschallquelle ausgehen, so ist „sonstiges“ anzukreuzen und der Volltext aufzunehmen.

Dokumentation des Hörtest (nur bei Kindern ab 8 Jahren)

Frage UD36: „Besonderheiten während des Hörtests“

In dieser Frage sind alle Besonderheiten während des Hörtestes gemeint. Hierzu zählen auch bestehende oder wenige Tage zurückliegende Erkältungskrankheiten (Schnupfen, Mittelohrentzündung o.ä.), „Störungen durch hereintretende Personen, Nachfragen durch Personen etc.. Diese sind entsprechend zu notieren. Auch die Durchführung des Hörtestes im Untersuchungszentrum ist hier zu dokumentieren.