

Aus dem Institut für Sozialmedizin, Epidemiologie und Gesundheitsökonomie  
der Medizinischen Fakultät Charité  
der Humboldt-Universität zu Berlin

DISSERTATION

**Zusammenhang zwischen  
Umweltlärmbelästigung und  
Lärmempfindlichkeit – epidemiologische  
Untersuchung im Rahmen der Berliner  
Lärmstudie**

Zur Erlangung des akademischen Grades  
Doktor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät Charité  
der Humboldt-Universität zu Berlin

von  
Katharina Stölzel  
aus Berlin

Dekan: Prof. Dr. med. Dr. h. c. R. Felix

Gutachter: 1. Prof. Dr. S.N. Willich

2. PD Dr. Ing. C. Maschke

3. Prof. Dr. P. Lercher, M.P.H.

eingereicht: 26.06.2003

Datum der Promotion: 04.02.2004

### Head Abstract-Deutsch

Die hohe Inzidenz von 300 bis 400 Herzinfarkten pro 100000 Personen der Bevölkerung pro Jahr zeigt die hohe gesundheitspolitische Bedeutung der Vorsorge. Die Betrachtung des Lärms als möglicher Kofaktor bei der Pathogenese des Herzinfarktes beziehungsweise des plötzlichen Herztodes bildete den Schwerpunkt der epidemiologischen Lärmstudie Berlin. Die vorliegende Arbeit beschäftigte sich dabei vorwiegend mit dem Zusammenhang zwischen der Lärmbelastigung durch Straßenverkehrslärm und der Lärmempfindlichkeit. In den Analysen wurde die Korrelation zwischen beiden Variablen und die mögliche Beeinflussung dieser Korrelation durch soziodemografische Faktoren bestimmt. Im Rahmen einer Fall-Kontroll-Studie wurden für den Zeitraum von zwei Jahren die Angaben von 2235 Probanden ausgewertet. Die Datenerhebung fand im Rahmen eines ca. einstündigen Interviews im Krankenhaus statt. Die Gruppe der Fälle bildeten die Patienten mit akuten Herzinfarkt. Die Kontrollgruppe setzte sich aus chirurgischen Patienten zusammen. Die Lärmbelastigung am Tag und die Lärmempfindlichkeit hatten eine geringe Korrelation von  $r_p = 0.23$ . Die Stärke der Korrelation zwischen der Lärmbelastigung in der Nacht und der Lärmempfindlichkeit betrug  $r_p = 0.19$ . Im mehrfaktoriellen Modell zeigte sich, dass 19 Prozent der Variationen der Lärmbelastigung am Tag neben der Lärmempfindlichkeit durch Geschlecht, Haushaltsnettoeinkommen und Familienstand erklärt wurden. Nachts wurden 18 Prozent der Variationen der Lärmbelastigung durch die Lärmempfindlichkeit, das Alter und den Schulabschluss erklärt. Betrachtete man die Lärmempfindlichkeit als abhängige Variable von der Lärmbelastigung, dem Geschlecht, dem Alter und den soziodemografischen Faktoren waren 17 Prozent der Variationen der Lärmempfindlichkeit durch die Faktoren erklärbar. Es besteht eine signifikante, aber nur geringgradige Beziehung zwischen der Lärmbelastigung und der Lärmempfindlichkeit. In klinischen Studien zu Herz-Kreislaufkrankungen, die die Lärmempfindlichkeit und die Lärmbelastigung durch Straßenverkehrslärm als Risikofaktoren einbeziehen, sollte daher eine unabhängige und separate Betrachtung beider Faktoren erfolgen.

Schlagwörter: Lärmempfindlichkeit, Lärmbelastigung, soziodemografische Faktoren, Herz-Kreislaufkrankungen

### Head Abstract-Englisch

The high incidence of heart attacks in Germany (approximately 300 to 400 cases for every 100000 people) emphasises the importance of heart attack prevention as a public health issue. Consequently, an epidemiologic study investigating chronic noise as a cofactor of the pathogenesis of the heart attack or sudden heart death is being conducted at the Charite University Hospital, Berlin.

This thesis describes the relation between noise annoyance through road traffic noise and noise sensitivity as part of the aforementioned study. The correlations were determined by analysis between both variables while taking into account the possible influence of sociological factors such as age, sex, lifestyle. To this end, data from 2235 persons were evaluated in a case-control-study within a two year period. Collection and evaluation of the data took place in the hospital and included a 1 hour 1 interview with the subjects. The subjects were taken from a pool of patients with current acute heart attacks, defined as having a acute heart attack within the period of two to ten days previous to the interview. Surgical patients without current heart complications were used as the control study group.

Noise annoyance in the daytime and noise sensitivity had a little correlation of  $r_p = 0,23$ . Correlation was  $r_p = 0,19$  between noise annoyance in the nighttime and noise sensitivity.

19 percent of variations of noise annoyance in the daytime were explained by noise sensitivity, sex, income and marital status in a multivariate analysis. 18 percent of variations noise annoyance in the nighttime were explained by noise sensitivity, age and education. 17 percent of variations were explained by noise annoyance and all sociological factors in the case of dependence of noise sensitivity.

There is a significant, but only little correlation between noise sensitivity and noise annoyance. An independent and separate inspection of both factors should be made in clinical studies of heart and circulation diseases, which include noise sensitivity and noise annoyance.

Keywords: noise sensitivity, noise annoyance, sociological factors,  
heart-circulation diseases

# 1 Inhaltsverzeichnis

Head Abstract-Deutsch .....	3
Head Abstract-Englisch .....	4
1 Inhaltsverzeichnis .....	5
2 Einleitung.....	8
2.1 Allgemeines .....	8
2.2 Lärmstudie Berlin 1998-2001.....	8
2.3 Darstellung von Lärm, Lärmbelastigung und Lärmempfindlichkeit .....	9
2.3.1 Lärm und seine Effekte.....	9
2.3.2 Lärmbelastigung .....	12
2.3.3 Lärmempfindlichkeit.....	16
2.4 Ziel der Studie .....	20
3 Methodik.....	21
3.1 Studienbeschreibung .....	21
3.2 Lärmbelastigung .....	23
3.3 Lärmempfindlichkeit.....	24
3.4 Soziodemografische Faktoren .....	26
3.5 Auswertung.....	29
3.5.1 Auswertung der Lärmbelastigung .....	29
3.5.2 Auswertung der Lärmempfindlichkeit.....	30
3.5.3 Zusammenhang zwischen Lärmbelastigung und Lärmempfindlichkeit .....	31
3.5.4 Mehrfaktorielle Auswertung .....	31
4 Ergebnisse.....	32
4.1 Deskription von Alter, Geschlecht und soziodemografischen Faktoren .....	32
4.1.1 Alter und Geschlecht .....	32
4.1.2 Soziodemografische Faktoren .....	34
4.2 Lärmbelastigung .....	37
4.2.1 Deskription.....	37
4.2.2 Lärmbelastigung und Alter .....	39
4.2.3 Lärmbelastigung und Geschlecht .....	41
4.2.4 Lärmbelastigung und Schulabschluss .....	42
4.2.5 Lärmbelastigung und Haushaltsnettoeinkommen .....	44
4.2.6 Lärmbelastigung und Personenanzahl im Haushalt.....	46
4.2.7 Lärmbelastigung und Familienstand .....	47

4.3	Die Lärmempfindlichkeit .....	48
4.3.1	Deskription.....	48
4.3.2	Lärmempfindlichkeit und Alter .....	50
4.3.3	Lärmempfindlichkeit und Geschlecht .....	50
4.3.4	Lärmempfindlichkeit und Schulabschluss .....	51
4.3.5	Lärmempfindlichkeit und Haushaltsnettoeinkommen.....	53
4.3.6	Lärmempfindlichkeit und Personenanzahl im Haushalt .....	54
4.3.7	Lärmempfindlichkeit und Familienstand.....	54
4.4	Zusammenhang zwischen Lärmbelästigung und Lärmempfindlichkeit.....	55
4.4.1	Deskription.....	55
4.4.2	Korrelation .....	56
4.4.3	Abhängigkeit der Lärmempfindlichkeit von der Lärmbelästigung.....	57
4.5	Mehrfaktorielle Auswertung .....	59
4.5.1	Lärmbelästigung am Tag .....	59
4.5.2	Lärmbelästigung in der Nacht.....	60
4.5.3	Lärmempfindlichkeit.....	61
5	Diskussion .....	62
5.1	Allgemeines .....	62
5.2	Lärmbelästigung und Lärmempfindlichkeit .....	62
5.2.1	Lärmbelästigung .....	62
5.2.2	Lärmempfindlichkeit.....	64
5.3	Zusammenhang zwischen Lärmbelästigung und Lärmempfindlichkeit.....	67
5.4	Soziodemografische Faktoren .....	70
5.5	Studiendesign und Datenerhebung .....	76
5.6	Limitationen .....	78
5.7	Schlussfolgerung .....	81
6	Zusammenfassung .....	82
7	Literaturverzeichnis .....	84
	Danksagung .....	93
	Lebenslauf.....	94
	Erklärung an Eides Statt.....	96

## **Meinen Eltern**

## 2 Einleitung

### 2.1 Allgemeines

Die englische Königin Elisabeth I. war bereits recht fortschrittlich, was den Schutz ihres Volkes vor Lärm betraf. Im 16. Jahrhundert gab es scheinbar die höchste Lärmexposition in den nächtlichen Stunden durch schlagende Familienväter. Ohne vorhergehende epidemiologische Studien, ordnete die Herrscherin an, dass jene Familienväter nach 22 Uhr Ruhe zu geben haben. Auch heute hat Großbritannien als Industrienation, wie viele andere Länder, eine hohe Lärmexposition. Es ist daher nicht verwunderlich, dass vor allem hier in jüngerer Zeit mehrere Studien zum Zusammenhang zwischen Lärmexposition und dem physischen und psychischen Befinden des Individuums durchgeführt wurden. Aber auch in anderen Teilen der Welt wurde und wird zu dieser Problematik geforscht.

### 2.2 Lärmstudie Berlin 1998-2001

Die dieser Arbeit zu Grunde liegende Berliner Lärmstudie versuchte ebenfalls in einem großen Umfang die gesundheitlichen Folgen einer Lärmbelastung aufzuzeigen. Das kardiovaskuläre System stand im Mittelpunkt der Untersuchung. Man wollte prüfen, ob eine chronische Lärmexposition statistisch signifikant das Risiko eines Herzinfarktes erhöht.

Als Fall-Kontroll-Studie an 32 Krankenhäusern Berlins durchgeführt, wurden die Aussagen zur Lärmexposition von Patienten mit den Diagnosen Herzinfarkt und plötzlicher Herztod nach Reanimation zur Bestätigung oder Widerlegung der Hypothese zusammengetragen und mit Kontrollpatienten verglichen. Insgesamt sind innerhalb von drei Jahren 4115 Personen interviewt worden.

Im Mittelpunkt der Untersuchung dieser Arbeit standen dabei die Wechselwirkungen zwischen Lärmbelästigung und Lärmempfindlichkeit sowie ihre Beeinflussung durch ausgewählte äußere Faktoren. Dabei kamen verschiedene statistische Modelle zur Anwendung.



## 2.3 Darstellung von Lärm, Lärmbelästigung und Lärmempfindlichkeit

Die in dieser Arbeit viel verwandten Begriffe Lärm, Lärmbelästigung und Lärmempfindlichkeit werden im Folgenden näher beschrieben und Ergebnisse früherer Studien vorgestellt.

Zunächst erfolgt eine Erläuterung über die Wirkung, Verarbeitung und Folgen des Lärms. Seine häufige Präsenz wird oft als mögliche Ursache für psychische und physische Beschwerden angegeben.

### 2.3.1 Lärm und seine Effekte

Lärm kann als unerwünschten Schall bezeichnet werden [1]. Dieser wird in seiner Auslegung als Lärm von bestimmten physikalischen Parametern bestimmt.

Es gibt jedoch keine einheitlichen Aussagen auf welche Art und Weise das geschieht. Nach Schick werden Einzeltöne unangenehmer als Rauschen und impulshaltige Geräusche lästiger als kontinuierliche Geräusche eingestuft [2]. Im Rahmen einer Laborstudie von Dornic wurde allerdings beschrieben, dass für einen als „klar störend“ empfundenen Lärm die Intensität bei rhythmischen und arrhythmischen Lärm höher sein darf als bei kontinuierlichem Lärm [3].

Es gibt des Weiteren in einer Laborstudie von Berglund et al. Hinweise, die auf eine stärkere Belästigung durch niederfrequenten Lärm als durch hochfrequenten Lärm deuten. Gerade Niederfrequenzen sind im industrialisierten Alltag zu finden. Aber möglicherweise birgt die stärkere Belästigung durch niederfrequenten Lärm einen gewissen Schutz für das Gehör gegen simultan auftretende höhere Frequenzen [4]. Lärmexpositionen mit gleichen Schallpegeln sind in der Dauer ihrer Einwirkung zu unterscheiden. Das menschliche Gehör reagiert unterschiedlich auf verschiedene Charakteristika von Schallwellen. Deshalb werden die Zeitbewertungen „Fast“, „Impuls“ und „Peak“ bei der Schallpegelmessung zusätzlich angegeben. „Fast“ entspricht der Zeitabhängigkeit der menschlichen Lautstärkeempfindung, sodass der gemessene Pegel das endgültige Maß ist. Anders sieht es mit dem „Impuls“ aus, der wegen seiner verlängerten Zeitkonstante intensiver wirkt und so um einige Einheiten höher bewertet werden muss. Vor allem in der Metallverarbeitung kommen Impulse häufig vor.

Der „Peak“ hat eine sehr kurze Zeitkonstante, sodass eine Hörschädigung erst bei sehr hohen Schallpegeln auftritt. In der Arbeitswelt trifft man bei Tätigkeiten wie Hämmern, Richten, Schmieden und Ähnlichem auf diesen Schallwellencharakter [5].

Die Begrenzung der Schallbelastung auf 85 dB(A) bei einer Lärmeinwirkung von mindestens 8 Stunden täglich wurde vor allem zum Schutz der Hörorgane geschaffen [6].

Das heißt aber nicht, dass auch die extraauralen Effekte erst ab diesem Lärmpegel vorhanden sind. Sie treten als körperliche Stressreaktion bereits früher auf und sind unter anderem von folgenden Einflussfaktoren abhängig: Zeitdruck, Schichtarbeit, hohe Verantwortung, Zwangsaufmerksamkeit, Lärmempfindlichkeit und Gesundheitszustand. Je nach Vorhandensein und Intensität der einzelnen Faktoren hat der Lärm mehr oder weniger Einfluss auf die physiologischen und psychologischen

Regulationsmechanismen. Die Auswertung einer Laboruntersuchung ergab, dass sowohl der Lärmpegel als auch der Lärmtyp des Hintergrundes das Gedächtnis beeinflussen und die simultane Aufnahmefähigkeit und Speicherung verringern [7].

Das biologische Lärmreaktionsmodell, welches sich auf experimentelle Untersuchungen von Ising, Günther und Markert stützt, weist darauf hin, dass nicht nur der Gehörapparat leidet, wenn bestimmte Schallbelastungen überschritten werden, sondern auch physische und psychische Stressreaktionen hervorgerufen werden [8].

Die Auswirkungen auf das kardiovaskuläre System stehen in diesem Modell im Mittelpunkt. Da Lärm danach als Stressor auf das periphere vegetative Nervensystem, das zentrale vegetative Nervensystem = Hypothalamus/Hypophyse und das aufsteigende retikuläre Aktivierungssystem (ARAS) Einfluss nimmt, ist er indirekt in seiner Wirkung messbar. Die stressbedingten Hormonausschüttungen nehmen ihren Anfang im Hypothalamus über die Hypophyse zur Nebenniere. Dort werden vom Nebennierenmark Adrenalin und von der Nebennierenrinde Cortisol freigesetzt. Diese beiden Hormone beeinflussen das Herz-Kreislaufsystem, den Stoffwechsel und die Blutfettwerte.

bewirken, sind nach experimentellen Studien reversibel [9, 10].

Gleiches gilt für die Sekundärreaktionen. Diese äußern sich durch Beeinträchtigungen. Auch das ARAS als Regulator des Wach-Schlaf-Rhythmus wird durch den Lärm als äußeren Reiz beeinflusst, wodurch die Formation des Schlafes und das Schlaferleben verändert werden [9]. Laboruntersuchungen haben gezeigt, dass der Schlaf einen empfindlichen Parameter für die Lärmbelastigung darstellt. Bei fluglärmgestörten Personen ist eine Reduzierung der Tief- und REM-Schlafphasen zu verzeichnen [11]. Ebenfalls zu den Primärreaktionen auf Lärm im Schlaf gehören die Zunahme der Dauer hoher Muskelanspannungen und die Verlängerung der Einschlafzeit. Die vegetativen Primärreaktionen im Schlaf, die Veränderungen der Atemfrequenz, der peripheren Durchblutung, des Stoffwechsels und von Hormonausschüttungen der physischen und psychischen Verfassung, des Wohlbefindens, der Leistung, der Konzentration und des Immunsystems. Alle genannten Faktoren können nach fünf bis zehn Jahren Latenzzeit zu irreversiblen Gesundheitsschäden führen [11].

Stress-Situationen durch Lärm machen sich unspezifisch durch eine chronische Cortisolspiegelerhöhung bemerkbar. Man hat festgestellt, dass keine Gewöhnung an regelmäßigen Lärm mit kurzzeitigen Lärmimpulsen stattfindet, sodass fortwährend Cortisol aufgrund einer andauernden Alarmreaktion ausgeschüttet wird. Bei Kontrollverlust und extrem lauten Lärmimpulsen mit einem Lärmpegel von über 90 dB(A) setzen Kampf- oder Fluchtreaktionen ein, die den Adrenalin- und Noradrenalin Spiegel erhöhen. Steigt der Lärm über 120 dB(A), so kommt es zu einer Niederlagereaktion mit erhöhtem Cortisolspiegel. Bei häufigem Kontrollverlust finden sich mittelfristige Auswirkungen auf den Blutdruck, die Blutfettwerte, die Viskosität des Blutes, den Glucosestoffwechsel, den Auswurf des Herzens und auf die Blutgerinnungsfaktoren. Das Zusammenspiel der Faktoren kann sich als arterielle Hypertonie oder Myokardinfarkt manifestieren [12]. Diese Konsequenzen sollen hier nur erwähnt bleiben.

Im Folgenden interessiert die Individualität der Lärmbelastigung. Schall wird nicht zu jeder Zeit und von jeder Person als Lärm angesehen. Er stellt eher ein Indiz dar. Der Schall ist ein Hinweis für einen, aus der Sicht der Betroffenen, negativ beurteilten und erlebten Sachverhalt [13].

Es ist zu fragen, warum eine Person weniger auf den Stressfaktor Lärm reagiert als eine andere und das Modell der Lärmreaktion nicht pauschal anwendbar ist.

### 2.3.2 Lärmbelästigung

Wird ein Schall empfunden, so kann dieser als Belästigung aufgefasst werden. Oft werden Lärmbelästigung und Lärmstörung synonym verwandt. Guski hingegen differenzierte diese Begriffe wie folgt: „Die Belästigung kommt nach der Störung“ und sie ist: „die negative Bewertung einer Störung“ [1].

Hört man seine Lieblingsmusik, ist das eigene Kind laut oder mag man das Motorgeräusch seines Automobils, so wird keine Lärmbelästigung angegeben, obwohl eine Störung durch Lärm vorliegt. Sobald jedoch der nicht grüßende Nachbar Trompete spielt oder die Fernverkehrsstraße am Haus vorbeiführt, steigt die Lärmbelästigung wahrscheinlich stark an.

Der Informationsgehalt des unerwünschten Schalls trägt ebenfalls zur Beurteilung des Lärms bei [8]. Ob ein Streitgespräch mitgehört wird oder eine Waschmaschine dröhnt, beeinflusst die Konzentration während der Arbeit unterschiedlich.

Dass die Lärmbelästigung vom objektiven Lärmpegel abhängt, belegen zahlreiche Feldstudien. Die Stärke der angegebenen Korrelationen schwanken zwischen 20 und 89 Prozent [14, 15, 16]. Viele Fluglärmuntersuchungen sind darunter. Fluglärm steht an zweiter Stelle in der Kategorie der Verursacher von Lärmbelästigung [17].

Eine Definition der Lärmbelästigung gibt neben der physikalischen Aussendung und Aufnahme eines akustischen Stimulus als Ursache auch den Inhalt und die Quelle des akustischen Reizes, die individuelle Lärmempfindlichkeit, die Einstellung zum Lärm und die momentane Tätigkeit an. Die Assoziation des Lärms mit bestimmten Erinnerungen oder Affekten darf allerdings nach dieser Definition auch nicht außer Acht gelassen werden [18]. In verschiedenen Laborstudien sind alle genannten Punkte der Definition bestätigt worden [8, 19, 20, 21, 22, 23].

Und doch bleibt der fehlende Bezug zum Alltag ein wesentliches Problem. Unter Laborbedingungen hat man nur den Faktor Lärm. Die Situation entspricht selten der Realität. Außerdem ist die Untersuchung im Bewusstsein des Probanden und die Zeit der Lärmeinwirkung limitiert.

Schwierig ist auch die Probandenauswahl. Welche Bevölkerungsgruppen eingeschlossen werden und welche Konsequenzen bei der Auswertung beachtet werden müssen, sollte genau definiert sein.

Stansfeld et al. stellten in Bezug zur Belästigung durch Verkehrslärm im Labor einen Zusammenhang fest, welcher in der Feldstudie aufgrund des angepassten Verhaltens im Alltag fehlte. So wurden nur im Labor neben Schlafstörungen negative Effekte auf die Leistung bei komplexen Aufgaben und das soziale Verhalten sichtbar [24]. Aus diesem Grund sollten vorzugsweise Feldstudien für die Untersuchungen von Lärm und seinen Folgen durchgeführt werden.

Aber auch hier gibt es Nachteile. Störschallpegel können nicht systematisch variiert werden und mehrere Lärmquellen wirken zusammen. Zudem sollte eine Studie die Bevölkerung möglichst repräsentativ erfassen, um Störfaktoren kontrolliert berücksichtigen zu können.

Die Bestimmung der Lärmbelastigung im Alltag wirft Schwierigkeiten auf. Die objektive Beurteilung einer Lärmbelastigung ist durch den Schalldruckpegel möglich. Dieser ist nicht über 24 Stunden am Tag konstant und unterschiedliche Gegebenheiten, wie zum Beispiel Wanderbaustellen, müssen beachtet werden. Die variierende bauliche Beschaffenheit einer Wohnung oder das Verhalten der Bewohner in Bezug zum Lärm (Fenster schließen oder zur anderen Seite hinaus schlafen) kann die Messung der Lärmbelastigung als auch die Bestimmung der Lärmbelastigung verfälschen.

In der Arbeit von Kjellberg wurden zwei Möglichkeiten der Messung der Lärmbelastigung vorgestellt. Eine Version stellte die Befragung der Probanden nach dem subjektiv empfundenem Lärm und seiner Belästigung dar. Diese Angaben wurden dann mit den objektiv gemessenen Lärmpegeln verglichen, wobei ein Anstieg der Lärmbelastigung mit dem Lärmpegel im gleichen Ausmaß festzustellen war. Eine andere Möglichkeit war die Befragung der Probanden nach dem psychischen und physischen Befinden während des Lärms und in seiner Abwesenheit. Dazu wurde ein zweidimensionales Stressmodell entwickelt [25]. Man beobachtete, dass während des Lärms die Stimmung eher schlecht war. Effekte auf die psychophysiologischen Aktivitäten während des Lärms konnten nicht festgestellt werden [26].

Meist wurden jedoch Skalen, wie zum Beispiel die 7-stufige Skala von Stansfeld et al., mit einer Frage zur Lärmbelastigung genutzt [27].

Eine 9-stufige Skala wählte Borsky. Es wurden sechs Fragen zur Lärmbelastigung während bestimmter Situationen im Alltag gestellt. Bei maximal 54 Punkten sind drei Kategorien unterschieden worden (gar keine oder wenig Belästigung, moderate Belästigung, hohe Belästigung) [28].

Eine andere Studie nahm zur Frage nach der Lärmbelastigung nur die Möglichkeiten „Ja“ oder „Nein“ auf [29].

Die aufgezwungene Allgegenwärtigkeit von Lärm führt zu einer Lärmbelastigung [3, 30]. Das trifft vor allem für den Verkehrslärm zu. Zwei voneinander unabhängige Studien in Deutschland und Spanien stellten den Verkehrslärm als größten Verursacher der Lärmbelastigung dar. Die deutsche Studie gab an, dass 30 Prozent der Bevölkerung einer starken Belästigung durch den Verkehrslärm ausgesetzt sind [17, 31].

Anderer Umweltlärm kann ebenfalls als Belästigung empfunden werden. So ist der Gemeinschaftslärm der häufigste Grund für Nachbarschaftsprobleme [24, 28, 32, 33].

Eine negative Bewertung von zusätzlichem Umweltlärm und des Lebensumfelds erhöhte bei Amsterdamer Bürgern die Prävalenz der Lärmbelastigung [34].

Die Auswirkungen von chronischen Fluglärm interessierte in einer Untersuchung an 340 Kindern zwischen acht und zwölf Jahren. Es stellte sich heraus, dass eine Einschränkung des Verständnisses beim Lesen und eine hohe Lärmbelastigung in den Gebieten mit einem Lärmpegel von mehr als 66 dB(A) angegeben wurden. Mentale gesundheitliche Probleme konnten nicht erfasst werden [35].

Die Prüfung des Einflusses von ständigem Industrielärm auf psychologische Stresssymptome, Unfallverwicklung und Abwesenheit wegen Krankheit, getrennt nach Männern ( $n = 1680$ ) und Frauen ( $n = 688$ ), ergab geschlechtsspezifische Unterschiede [36]. Bei Männern beeinflusste der Lärmpegel die Unzufriedenheit während der Arbeit und die Reizbarkeit nach der Arbeit, derweil sich bei Frauen vor allem somatische Beschwerden, Angst und Depression zeigten. Dass keine positive Assoziation zwischen dem Ausbruch einer psychischen Krankheit und der Lärmbelastigung besteht, beschrieben unter anderem Studien von Morrel et al. und Stansfeld et al. [37, 38].

Allerdings finden sich hier und in weiteren Studien Hinweise für einen positiven Zusammenhang zwischen der Lärmbelastigung und der Einnahme von Psychotropica beziehungsweise dem Vorhandensein von Angst [35, 36, 39, 40].

Eine Untersuchung bei Krankenschwestern einer Intensivstation ergab ein Überwiegen der lärminduzierten „burnouts“ im Vergleich zu „burnouts“ durch sonstige Stressoren im Alltag [41].

Die Annahme, dass durch Lärm als Stressor der Konsum von Alkohol, Tabak und anderen Drogen steigt, konnte zumindest in einer norwegischen Studie nicht bestätigt werden [42].

Eine Auswertung von Beschwerden über Lärm in der ehemaligen DDR ergab, dass die Zugehörigkeit zum weiblichen Geschlecht, ein hohes Alter und eine hohe Schulausbildung mit einer stärkeren Lärmbelastigung einhergehen [43].

### 2.3.3 Lärmempfindlichkeit

Der gleiche Schalldruckpegel kann bei verschiedenen Personen unterschiedliche Lärmbelastungen hervorrufen [28]. Als Erklärung für dieses Phänomen könnte die Lärmempfindlichkeit als zeitlich stabile Persönlichkeitseigenschaft gesehen werden [44]. Die individuelle Einstellung gegenüber unterschiedlichen Geräuschen in einer Vielzahl von Situationen würde durch sie erklärt werden.

In einer Studentenwohnheimstudie in Kalifornien fiel auf, dass die Lärmempfindlichkeit eine hohe Korrelation zum privaten Verhalten und zu einer Reihe von Streitigkeiten aufwies. Die lärmempfindlichen Studenten schienen generell weniger gut mit sozialen Situationen umgehen zu können. Sie waren weniger dominant und zeigten eine geringere Statuskapazität, Geselligkeit und soziale Präsenz. Bestanden wirklich persönliche Differenzen, so war die Aussicht auf Besserung durch Lärmreduktion gering [45].

Belojevic hielt ebenfalls fest, dass wahrscheinlich die individuellen Variationen der Lärmempfindlichkeit unterschiedliche soziale und psychophysiologische Reaktionen beeinflussen, wenn Personen Lärm ausgesetzt werden. Die subjektive Lärmempfindlichkeit muss ein relativ stabiler Teil des persönlichen Charakters sein [46]. Es stellt sich die Frage nach der Art und Weise der Messung der Lärmempfindlichkeit. Ferner ergibt sich das Problem der standardisierten Wiedergabe der Lärmempfindlichkeit.

Eine kaum genutzte Methode ist die Erstellung eines Lärmempfindlichkeitsindex, der die subjektiv wahrgenommenen körperlichen Beschwerden durch die Lärmexposition allein oder in Gegenwart anderer physisch belastender Faktoren wiedergibt. Er wird während der Exposition experimentell bestimmt [47, 48].

Der sogenannte Self report ist eine weit verbreitete Methode [34, 49]. Die Probanden beantworten die Frage nach der Lärmempfindlichkeit mit Hilfe von vorgegebenen Antwortmöglichkeiten. Diese sind zum Beispiel „sehr lärmempfindlich“ und „wenig lärmempfindlich“.

Eine andere Möglichkeit ist die Likert-Skala, die von den Untersuchern vorgegeben wird und bei der die Probanden ihren Grad an Zustimmung oder Ablehnung angeben [50].



Erste Ansätze ein standardisiertes Instrument zu schaffen, sind mit dem Mc Kennell-Fragebogen gelungen. Sieben dargestellte Situationen unter Lärmbelastigung sollten mit „Ja, es würde mich stören“ oder „Nein, es würde mich nicht stören“ beantwortet werden. Mit maximal sieben Punkten konnte die Lärmempfindlichkeit wiedergegeben werden [51].

Eine weitere Variante sind zwei Skalen mit jeweils 21 Fragen, die sich auf die Begeisterung bei Tätigkeiten im Alltag beziehen. Einer Skala wurden die Angaben unter zusätzlicher Lärmbelastigung zugeordnet [52].

Die Weinsteinkala [45] ist letztendlich ein standardisiertes Instrument mit hoher Reliabilität und Validität, welche in den USA entwickelt wurde [53]. Sie ist verbunden mit dem Weinstein-Fragebogen. Die 21 spezifischen Fragen zu Lärmsituationen im Alltag haben sich auch im deutschsprachigen Raum als stabiles Messinstrument durchgesetzt. Die deutsche Version wurde von Zimmer et al. entwickelt [44]. Die Übersetzung des englischen Fragebogens zeigte eine zufriedenstellende Reliabilität und Konstruktvalidität. Somit war es in der epidemiologischen Lärmstudie Berlin möglich einen validierten deutschsprachigen Fragebogen anwenden zu können. Es ist zu analysieren, welche Bedeutung der Lärmempfindlichkeit beigemessen werden kann. Nach der Untersuchung von Job besitzt sie nach dem Schalldruckpegel die zweitstärkste positive Assoziation zur Lärmbelastigung [15].

Die physiologischen Auswirkungen der Lärmempfindlichkeit spiegeln sich in der Erhöhung der Herzfrequenz und der Erhöhung der Leitfähigkeit der Haut wider [54, 55]. Bei einer hohen Lärmempfindlichkeit sinkt die Unbehaglichkeitsschwelle des Schalldruckpegels bei konstanter Hörschwelle [3, 27, 56, 57]. Ein Einfluss auf die mentale Leistung wurde in drei Laboruntersuchungen beschrieben [3, 58, 59]. Eine andere Untersuchung verneinte jeden Zusammenhang [60].

In einer nächsten experimentellen Studie ging man von der Annahme aus, dass eine hohe Lärmempfindlichkeit bei depressiv verstimmtten Personen durch Relaxationstechniken verringert werden könnte. Es zeigte sich, dass allein der wechselnde Schalldruckpegel die Angaben zur Lärmempfindlichkeit bestimmte [61]. Eine positive Assoziation zwischen Lärmempfindlichkeit und Depression konnte allerdings in zwei Feldstudien in Großbritannien und in Serbien dargestellt werden [54, 62].

In einer weiteren Untersuchung mit dem Ziel die Beziehung zwischen Umweltlärm, genereller neurophysiologischer Empfindlichkeit, Lärmempfindlichkeit und anderen individuellen Charakteren zu beschreiben, war die Lärmempfindlichkeit statistisch signifikant verbunden mit der Lärmbelästigung und dem Lärmverhalten. Zusätzlich zeigte sich eine Assoziation zum Neurotizismus, welcher mit der Eysenck Personality Inventory (EPI) Skala [63] bestimmt wurde [64].

Andere Feldstudien zeigten ebenfalls übereinstimmend einen statistisch signifikant positiven Zusammenhang zwischen dem Neurotizismus (EPI-Skala) und der Lärmempfindlichkeit (Weinsteinskala) [27, 62]. Eine Laboruntersuchung konnte diesen Zusammenhang nicht darstellen [3].

In der Literatur ist auch die Ängstlichkeit auf eine Beziehung zur Lärmempfindlichkeit geprüft worden [28, 65, 66]. Die Untersuchungen bestätigten alle einen Anstieg der Lärmempfindlichkeit mit dem Angstempfinden.

In zahlreichen Studien wurde der allgemeine Gesundheitsstatus als Einflussfaktor untersucht. Bei lärmempfindlichen Personen fiel er häufig schlechter aus [43, 66, 67]. Die Gesundheit konnte nach diesen Ergebnissen als Spiegel des Kontrollverlusts über den Lärm und Angsteffekten während des Lärmsignals gesehen werden. Zu diesem Schluss kam auch Borsky [28]. Zudem stellte sich eine deutlich schlechtere Krankheitsbewältigung bei hoher Lärmempfindlichkeit dar [30, 68].

Wie bei der Lärmbelästigung sind das Alter, das Geschlecht und die soziodemographischen Faktoren nicht zu vernachlässigen. Die ausgeprägteste positive Assoziation in Bezug zur Lärmempfindlichkeit zeigte dabei der Sozialstatus. Eine hohe Lärmempfindlichkeit wurde oft von sozioökonomisch besser Gestellten angegeben [34, 66]. In einer Tiroler Verkehrslärmuntersuchung hingegen konnten keine Besonderheiten des Sozialstatus in Bezug zur Lärmempfindlichkeit festgestellt werden [67].

Auch das Geschlecht wurde auf seine Beziehung zur Lärmempfindlichkeit geprüft. In einer Studie in Norwegen zeigte sich bei Frauen ein signifikanter Einfluss der Lärmempfindlichkeit auf die Lärmbelästigung, während er bei Männern fehlte. Für weitere untersuchte Faktoren, wie die physiologische Gesundheit, den Schlaf, die Ängstlichkeit und die Unzufriedenheit stellte sich bei den Frauen ebenfalls eine statistisch signifikante positive Korrelation zur Lärmempfindlichkeit dar [66].

Ein weiterer möglicher Einflussfaktor ist das Alter. Untersuchungen zeigten, dass Frauen zwischen 30 und 44 Jahren die höchste Lärmempfindlichkeit haben [27].

Eine Studie aus der ehemaligen DDR gab bei beiden Geschlechtern ein Maximum der Lärmempfindlichkeit bei 30 bis 50-Jährigen an [29]. Eine andere Studie der gleichen Autoren, bei welcher Beschwerden wegen Lärmbelästigungen nachgegangen wurde, zeigte zusätzlich einen Altersgipfel bei den 60 bis 70-Jährigen [43].

## 2.4 Ziel der Studie

Die vorliegende Arbeit untersucht den Zusammenhang zwischen Lärmbelästigung und Lärmempfindlichkeit. Die Lärmbelästigung wird dazu getrennt nach Tag und Nacht dargestellt. Zusätzlich soll der mögliche Einfluss des Geschlechts, des Alters und der soziodemografischen Faktoren analysiert werden.

Die Patientenrekrutierung für diese Untersuchung erfolgte im Rahmen der Berliner Epidemiologischen Lärmstudie, die als ein gemeinsames Forschungsprojekt des Institutes für Sozialmedizin, Epidemiologie und Gesellschaftsökonomie der Charité, des Umweltbundesamtes und der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin durchgeführt wurde.

### 3 Methodik

#### 3.1 Studienbeschreibung

Innerhalb der Fall-Kontroll-Studie, die für die Erörterung des Lärmeinflusses auf das kardiovaskuläre System am günstigsten erschien, wurden insgesamt 4115 Interviews durchgeführt. Für die vorliegende Arbeit sind davon 2235 Interviews im Zeitraum von 1998-1999 ausgewertet worden.

Es wurden an 32 Krankenhäusern Berlins alle Herzinfarktpatienten ermittelt, die unter 70 Jahre alt waren. Sie stellten die Gruppe der Fälle dar, die der Fall-Kontroll-Studie zugrunde lag. Die Diagnose Herzinfarkt wurde von den jeweils zuständigen Ärzten erfragt, wobei das EKG und die Enzyme ausschlaggebend waren. Auch Art und Lokalisation des Herzinfarktes sind festgehalten worden.

Als Kontrollen wählte man Probanden auf unfallchirurgischen Stationen und einen Teil des Patientengutes auf allgemeinchirurgischen Stationen aus. Sie wurden in Bezug zur Fallgruppe nach Alter, Geschlecht und Krankenhaus „gematcht“. So wurde gewährleistet, dass Umgebung und Situation ähnlich waren und somit Selektions- und Beobachtungsbias verringert werden konnten.

Mit einem jeweiligen Umfang von fünf Jahren sind zehn Altersgruppen zwischen 20 und 69 Jahren zusammengestellt worden, wobei Fall und Kontrolle jeweils in die gleiche Altersgruppe fielen. Zusätzlich mussten die Probanden zur Aufnahme in die Studie seit mindestens fünf Jahren in Berlin leben.

Die Patienten wurden über Ziel und Zweck der Studie nur grundsätzlich informiert. Man wollte vermeiden, dass die Probanden ihre Erkrankung als Ursache der Lärmexposition sahen und aus diesem Grund ihre Antworten auf die mögliche Assoziation hin ausrichteten. Daher wurde das Ziel der Studie verallgemeinert und als Umfrage zur Problematik der Umwelteinflüsse auf die Gesundheit des Menschen dargestellt.

Stimmte der Patient dem etwa einstündigen Interview zu, wurden in der Einverständniserklärung Name, Adresse und Geburtsdatum festgehalten und zusätzlich um die Zustimmung zur Einsicht in die Krankenakte gebeten. Bei den arbeitenden Probanden stand zudem die Frage, ob die Durchführung einer Lärmmessung am Arbeitsplatz mit Einwilligung des Arbeitgebers möglich wäre.

Nach dieser Einführung nahm man die Aussagen der Probanden im Rahmen eines standardisierten Interviews auf. Bei einer Stichprobe ( $n = 102$ ) wurden zusätzlich am Schlafzimmerfenster Lärmmessungen durchgeführt.

Mit Hilfe einer Straßenverkehrslärmkarte Berlins, die regelmäßig aktualisiert wird und mittels der Adressen der Probanden wurde der Lärmpegel bestimmt.

Das Interview selbst begann mit Fragen zu den Wohnungseigenschaften und dem Verhalten der Probanden in der Wohnung. Es folgte die Befragung zur Stärke der Lärmbelastung. Als mögliche Ursachen wurden der Straßenverkehrslärm und sonstiger Umweltlärm erörtert.

Der zweite Teil beschäftigte sich mit der Arbeitslärmbeschreibung und den Arbeitsbedingungen, denen der Proband in den letzten 10 Jahren ausgesetzt war. Die Probanden wurden zu jedem Arbeitsbereich in diesem Zeitraum getrennt befragt. Neben Störungen durch Straßen- und Umweltlärm, interessierte vor allem der Lärm am Arbeitsplatz.

Es schloss sich der Weinstein-Fragebogen mit einem Umfang von 21 Fragen an. Er sollte die Lärmempfindlichkeit der Probanden wiedergeben.

Bei Personen, die zu dem Zeitpunkt des Interviews im Erwerbsleben standen, ergänzte man das Interview mit dem Jobstressfragebogen nach Siegrist [69], welcher zur Erhebung psychosozialer Belastungskonstellationen im Arbeitsalltag dient. Vor allem die Zufriedenheit mit sich selbst bei der Arbeit, die Belastung durch Verantwortung, die Einstellung zur Arbeit, das Verhältnis zu den Kollegen und anderes wurden erfasst.

Abschließend interessierten die Aussagen zur körperlichen Aktivität, zum Nikotinabusus, zu den Familienverhältnissen, zur familiären Herzinfarktanamnese, zur Schulbildung, zur Krankenkassenmitgliedschaft und zum Haushaltsnettoeinkommen.

Im Anschluss an das Interview wurde das Krankenblatt eingesehen. Die Zahl der stattgefundenen Herzinfarkte, das Ausmaß des Ereignisses und die Projektion des Infarktes waren in der Fallgruppe von Interesse. Bei der Frage nach dem kardiovaskulären Risiko durch Lärm erfasste die Untersuchung aber nicht nur die Herzinfarkte. Auch Patienten nach plötzlichem Herztod mit erfolgreicher Reanimation kamen für die Fallgruppe in Betracht. Bei allen Probanden der Studie sind zur Vermeidung von Störfaktoren das Körpergewicht, die Körpergröße und die Diagnosen Diabetes mellitus, Apoplex und arterielle Hypertonie aufgenommen worden. Die Diagnosen waren von Bedeutung, weil sie mit einem erhöhten Risiko für einen Herzinfarkt oder für einen plötzlichen Herztod einhergehen [70].

### 3.2 Lärmbelästigung

Straßenverkehrslärm und anderer Umweltlärm (Fluglärm, Schienenverkehrslärm, Industrie- oder Gewerbelärm, Baulärm, Lärm im Haus) sind im Interview getrennt nach Tag und Nacht erfasst worden. In die Auswertung der vorliegenden Arbeit sind nur die Ergebnisse zum Straßenverkehrslärm eingegangen, da hier die höchste Exposition bestand. Außerdem sind die Charaktere des Verkehrslärms, wie die Allgegenwärtigkeit und die geringe Beeinflussbarkeit zu beachten, die die Straße zu einer wichtigen und für die Auswertung geeigneten Lärmquelle machen.

Auf einer Likert-Skala von eins (überhaupt nicht gestört) bis fünf (sehr gestört) wurden die Probanden gebeten, die Belästigung durch den Lärm getrennt nach Tag und Nacht zu beurteilen.

Da in dieser Arbeit der Vergleich mit der gegenwärtigen Lärmempfindlichkeit vorgenommen wurde, ist nur die Lärmbelästigung der aktuellen Wohnung in die Auswertung eingegangen. Das ist vertretbar, weil im Durchschnitt die Wohndauer in der aktuellen Wohnung bei 18 Jahren lag.

### 3.3 Lärmempfindlichkeit

Die Bestimmung der Lärmempfindlichkeit erfolgte mit Hilfe des Weinstein-Fragebogens [45]. Es wurde die deutsche validierte Version verwendet [44].

Die Probanden wurden gebeten, in diesem Fragebogen zu 21 Statements Stellung zu nehmen. Die individuelle Lärmempfindlichkeit spiegelte sich in 15 Statements wieder. Drei generelle Lärmstatements (5, 8, 14) und zwei Fragen (1, 9) zu unterschiedlichen hypothetischen Lärmsituationen vervollständigten den Weinstein-Fragebogen. Die letzte Frage diente der Selbsteinschätzung des Probanden. Die Beantwortung erfolgte mittels einer sechsstufigen Skala. Auf dieser konnte der Befragte von eins (stimmt genau) bis sechs (stimmt überhaupt nicht) wählen.

Zur Auswertung wurden null bis fünf Punkte vergeben. Die Höchstpunktzahl gab es für die Aussage, die die Lärmempfindlichkeit am stärksten unterstrich. Das war in den Fragen 1, 3, 8, 12, 14, 15 und 20 für die Aussage: „Stimmt überhaupt nicht“ und bei den anderen für die Aussage: „Stimmt genau“ der Fall. Aus diesen Punkten wurde der Summenscore von allen 21 Fragen errechnet und dem Probanden zugeordnet.

Es sind nicht immer alle 21 Fragen beantwortet worden, deshalb bildete man die Mittelwerte aller beantworteten Fragen pro Proband. Die Probanden, die weniger als 80 Prozent angaben wurden nicht in die Studie aufgenommen. Multiplizierte man die Mittelwerte mit der Gesamtzahl der Fragen, so erhielt man wieder einen Summenscore. Die deutsche Übersetzung des Fragebogens ist auf der nächsten Seite zu sehen.



1. Es würde mir nichts ausmachen an einer lauten Straße zu wohnen, wenn meine Wohnung schön wäre.
2. Mir fällt Lärm heutzutage mehr auf als früher.
3. Es sollte niemanden groß stören, wenn ein anderer ab und zu seine Stereoanlage voll aufdreht.
4. Im Kino stört mich Flüstern und Rascheln von Bonbonpapier.
5. Ich werde leicht durch Lärm geweckt.
6. Wenn es an meinem Arbeitsplatz laut ist, dann versuche ich Tür und Fenster zu schließen oder anderswo weiterzuarbeiten.
7. Es ärgert mich, wenn meine Nachbarn laut werden.
8. An die meisten Geräusche gewöhne ich mich ohne Schwierigkeiten.
9. Es würde mir etwas ausmachen, wenn eine Wohnung, die ich gerne mieten würde, gegenüber der Feuerwache läge.
10. Manchmal gehen mir Geräusche auf die Nerven und ärgern mich.
11. Sogar Musik, die ich eigentlich mag, stört mich, wenn ich mich konzentrieren möchte.
12. Es würde mich nicht stören, die Alltagsgeräusche meiner Nachbarn (z.B. Schritte, Wasserrauschen) zu hören.
13. Wenn ich allein sein möchte, stören mich Geräusche von außerhalb.
14. Ich kann mich gut konzentrieren, egal was um mich herum passiert.
15. In der Bibliothek macht es mir nichts aus, wenn sich Leute unterhalten, solange dies leise geschieht.
16. Oft wünsche ich mir völlige Stille.
17. Motorräder sollten besser schallgedämpft sein.
18. Es fällt mir schwer, mich an einem lauten Ort zu entspannen.
19. Ich werde wütend auf Leute, die Lärm machen, der mich vom Einschlafen oder vom Fortkommen in der Arbeit abhält.
20. Es würde mir nichts ausmachen, in einer Wohnung mit dünnen Wänden zu leben.
21. Ich bin geräuschempfindlich.

### 3.4 Soziodemografische Faktoren

Um die Beeinflussung auf die Lärmempfindlichkeit und die Lärmbelästigung bewerten zu können, sind die folgenden Faktoren berücksichtigt worden:

*Alter, Geschlecht, Schulabschluss, Haushaltsnettoeinkommen, Personenanzahl im Haushalt, Familienstand.*

Das Alter wurde als stetiger Faktor von 20 bis 69 Jahren bewertet. Alle anderen Faktoren wurden in Kategorien dargestellt.

Das durchschnittliche Haushaltsnettoeinkommen ist, wie der Schulabschluss, noch einmal in Klassen zusammengefasst worden (Tab. 1, 2).

Tab. 1: Haushaltsnettoeinkommen

Haushaltsnettoeinkommen		
Einkommen (1Euro = 1,95583 DM)	Einkommensgruppe	Einkommensklasse
unter 1000 DM (511,3 Euro)	1	1
zwischen 1000 (511,3) und 1800 DM (920,3 Euro)	2	
zwischen 1800 (920,3) und 2500 DM (1278,2 Euro)	3	2
zwischen 2500 (1278,2) und 4000 DM (2045,2 Euro)	4	
zwischen 4000 (2045,2) und 6500 DM (3323,4 Euro)	5	3
6500 DM (3323,4 Euro) und mehr	6	
keine Angabe	7	4

Tab. 2: Schulabschluss

<b>Schulabschluss</b>		
Abschluss	Gruppe	Klasse
von der Schule abgegangen, ohne Abschluss	1	1
Volksschulabschluss, Hauptschulabschluss	2	2
Mittlere Reife, Realschulabschluss	3	3
Polytechnische Oberschule mit 10. Klasse Abschluss	4	
Fachhochschulabschluss	5	4
Abitur	6	
keine Angabe	7	5

Bei der Personenzahl interessierten vor allem die allein lebenden Probanden. Zur weiteren Differenzierung unterschied man zwischen den 2-3 Personenhaushalten und den größeren Haushalten ( $n > 3$ ).

Die Aufnahme des Familienstands erfolgte, wie in Tabelle 3 beschrieben.

Tab. 3: Familienstand

Familienstand	Gruppe
Ich bin verheiratet und lebe mit meinem(r) Ehepartner(in) zusammen	1
Ich bin verheiratet und lebe mit meinem(r) Ehepartner(in) getrennt	2
Ich bin ledig	3
Ich bin geschieden	4
Ich bin verwitwet	5
keine Angabe	6

Des Weiteren war die Wohndauer von Interesse, da die Angaben zur Lärmbelästigung zu Hause sich auf die aktuelle Wohnung bezogen. Die Lärmempfindlichkeit könnte auch durch die Lärmbelästigung einer vorherigen Wohnung beeinflusst worden sein. Deshalb sollte die Wohndauer in der derzeitigen Wohnung bei der Mehrzahl der Personen mindestens 5 Jahre betragen, um die Ergebnisse der Lärmbelästigung und der Lärmempfindlichkeit richtig werten zu können.

## 3.5 Auswertung

Zur Aufnahme der Interviewantworten wurde die Computersoftware „Interview Ci 3“ verwendet. Die Daten wurden anschließend in eine Microsoft-ACCESS Datenbank eingelesen. Die gesamte Auswertung ist mit Hilfe des Statistikprogramms SAS Version 6.12 durchgeführt worden.

Die erhaltenen Daten nutzte man zunächst zur allgemeinen soziodemografischen Erhebung. Im Anschluss wurden die Lärmbelastigung und die Lärmempfindlichkeit für sich und in Bezug zu den soziodemografischen Faktoren betrachtet. Um Tendenzen darstellen zu können, wurde ein Vergleich beider Größen mit Hilfe von Tabellen und Grafiken durchgeführt.

Den zweiten Teil der Auswertung bildete die statistische Analyse, auf deren Details im Folgenden eingegangen wird.

### 3.5.1 Auswertung der Lärmbelastigung

Die Lärmbelastigung mit der Punkteskala von eins bis fünf ist als stetige Variable in die Berechnungen eingegangen.

#### I. Lärmbelastigung und Alter

Das Alter war eine stetige Größe. Die Lärmbelastigung war nicht normalverteilt. Deshalb wurden beide Variablen mit Hilfe der Korrelationsanalyse nach Pearson auf ihren Zusammenhang geprüft.

#### II. Lärmbelastigung und Geschlecht

Hier wurde der Wilcoxon-Rangsummentest, welcher stetige aber nicht normalverteilte Werte mit kategorisierten Variablen vergleicht, herangezogen.

#### III. Lärmbelastigung und soziodemografische Faktoren

Da die Lärmbelastigung nicht normalverteilt war und die soziodemografischen Faktoren jeweils kategorisierte Daten darstellten, wurde der Kruskal-Wallis-Test angewandt.

### 3.5.2 Auswertung der Lärmempfindlichkeit

Die Lärmempfindlichkeit, die durch den Weinsteinsummenscore wiedergegeben wurde, konnte die Werte null bis einhundertfünf annehmen und ging deshalb als stetige Variable in die Berechnungen ein.

#### I. Lärmempfindlichkeit und Alter

Mit Hilfe der einfach linearen Regression war es möglich die beiden stetigen Variablen auf ihren Zusammenhang zu prüfen.

#### II. Lärmempfindlichkeit und Geschlecht

Hier wurde der t-Test, welcher normalverteilte Größen vergleicht, herangezogen.

#### III. Lärmempfindlichkeit und soziodemografische Faktoren

Da die Lärmempfindlichkeit als normalverteilt und stetig betrachtet wurde und die soziodemografischen Faktoren kategorisierte Daten darstellten, eignete sich zur Prüfung der Zusammenhänge die einfaktorielle Varianzanalyse.

### **3.5.3 Zusammenhang zwischen Lärmbelästigung und Lärmempfindlichkeit**

Für die Auswertung der stetigen Variablen wurde die Korrelationsanalyse nach Pearson genutzt.

Die Lärmempfindlichkeit war normalverteilt. Aus diesem Grund konnte mit Hilfe der linearen Regression der Zusammenhang zwischen Lärmempfindlichkeit und Lärmbelästigung unter der Bedingung, dass die Lärmempfindlichkeit als abhängige Größe von der Lärmbelästigung betrachtet wurde, näher untersucht werden.

Wurde die Lärmbelästigung als eine von der Lärmempfindlichkeit abhängige Größe gesehen, so konnte die lineare Regression aufgrund der fehlenden Normalverteilung der Lärmbelästigung nicht angewandt werden.

### **3.5.4 Mehrfaktorielle Auswertung**

In diesem Teil der Auswertung wurde nicht der Einfluss eines Faktors auf die Lärmempfindlichkeit beziehungsweise die Lärmbelästigung geprüft, sondern die Auswirkung mehrerer Faktoren bei gleichzeitigem Auftreten.

Als statistischer Test diente die Kovarianzanalyse. Hier wurden kategorisierte und stetige Faktoren parallel getestet. Die Lärmbelästigung ging als stetige Variable in die mehrfaktorielle Auswertung ein.

## 4 Ergebnisse

Aus insgesamt 2235 Beobachtungen wurden die Ergebnisse gewonnen. „Missings“ führten dazu, dass die Anzahl der Ergebnisse nicht immer der Zahl der Beobachtungen entsprach.

### 4.1 Deskription von Alter, Geschlecht und soziodemografischen Faktoren

#### 4.1.1 Alter und Geschlecht

Das Alter der rekrutierten Probanden erstreckte sich von 20-69 Jahren. Bis zum 29. Lebensjahr sind nur 4 Personen registriert worden, sodass statistisch verwendbare Aussagen zu diesen Altersgruppen nicht möglich waren. Aus dem Grund wurden in den folgenden Bewertungen der Altersdaten die Probanden im Alter von 20 bis 34 Jahren zu einer Gruppe zusammengezogen. Die anderen Altersgruppen umfassten jeweils 5 Jahre.

Es zeigten sich geschlechtsspezifische Unterschiede. Weibliche Probanden waren im Durchschnitt älter und der Anteil der Männer aller Probanden lag bei 75 Prozent (Tab. 4).

**Tab. 4** Alter und Geschlecht

<b>Alter und Geschlecht</b>					
	Anzahl (in Prozent)	Alters durchschnitt	Std. Abweichung	Minimum	Maximum
Männer	1679 (75,1)	55,8	14,5	20	69
Frauen	556 (24,8)	57,4	14,9	27	69
Gesamt	2235 (100)	56,4	14,6	20	69

Die Unterschiede in der Altersverteilung zwischen Frauen und Männern wurden in den Balkendiagrammen deutlich (Abb. 1, 2).



### Altersverteilung der Frauen

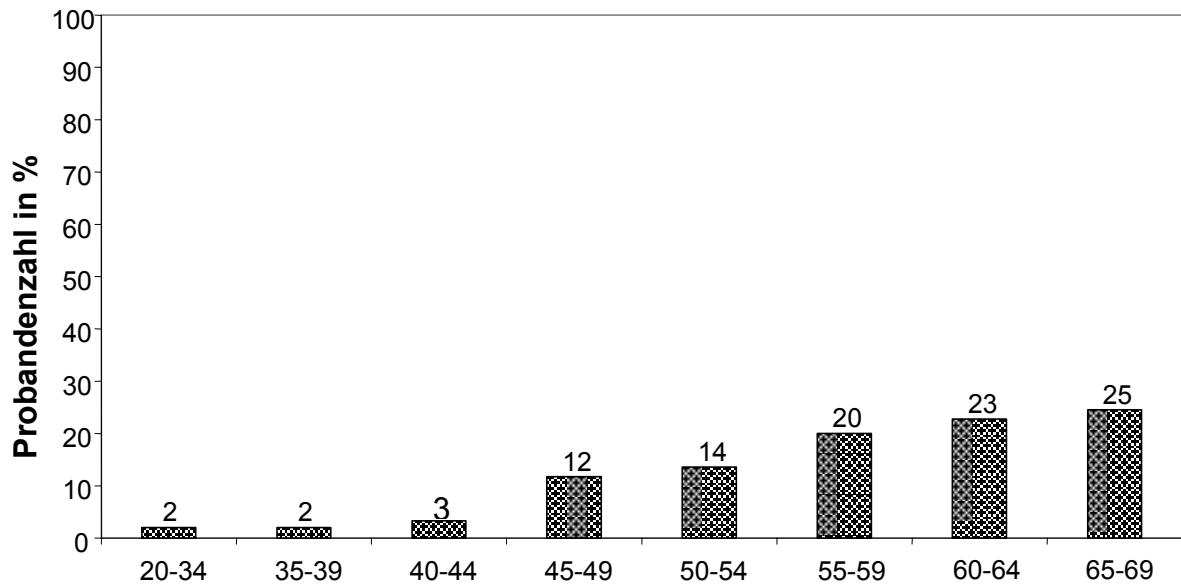


Abb. 1: Altersverteilung der Frauen

### Altersverteilung der Männer

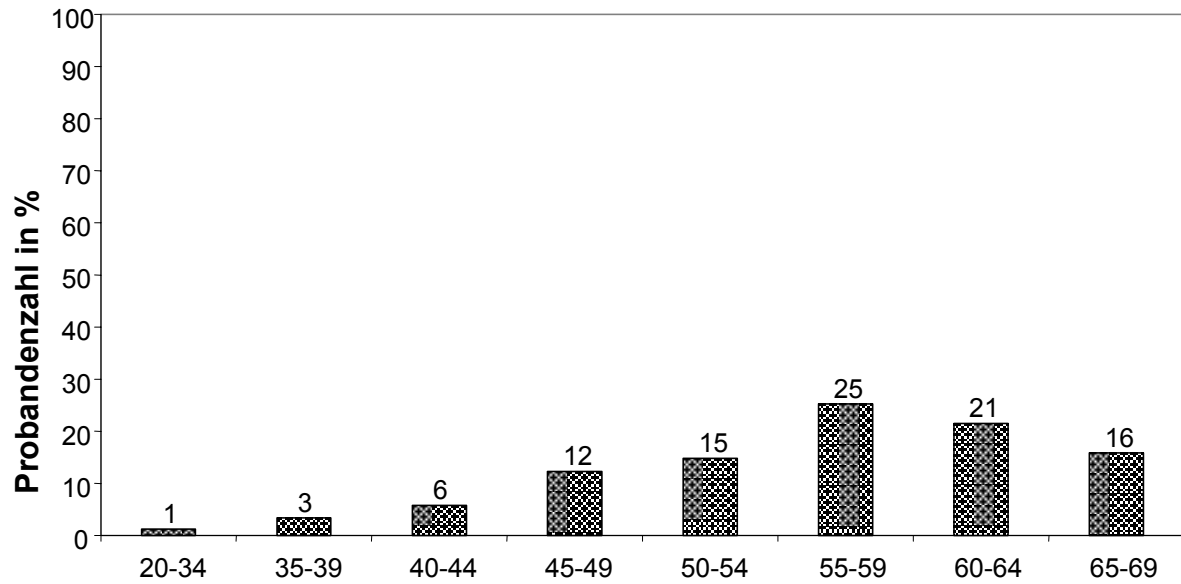


Abb. 2: Altersverteilung der Männer

Es ist zu erkennen, dass der Hauptanteil der männlichen Studienteilnehmer zwischen dem 55. und 59. Lebensjahr lag. Männliche Probanden mit einem Herzinfarkt beziehungsweise einem plötzlichen Herztod waren in dieser Altersgruppe am häufigsten vertreten. Im späteren Alter sank der Anteil der männlichen Probanden wieder.

Bei den Frauen zeigte sich hingegen ein kontinuierlicher Anstieg des Anteils der Herzinfarktpatientinnen mit dem Alter.

#### 4.1.2 Soziodemografische Faktoren

##### I. Wohndauer

Die Auswertung zeigte, dass in den 2235 Wohnungen der Probanden der Durchschnitt der Wohndauer ca. 18 Jahre betrug (Tab. 5).

Nur 110 Personen lebten weniger als 5 Jahre in ihrer derzeitigen Wohnung. Damit wohnten ca. 95 Prozent aller Probanden seit mindestens 5 Jahren in der aktuellen Wohnung.

Tab. 5: **Wohndauer in Jahren**

<b>Wohndauer in Jahren</b>			
Mittelwert	Std. Abweichung	Minimum	Maximum
17,6	12,7	0	68

##### II. Schulbildung

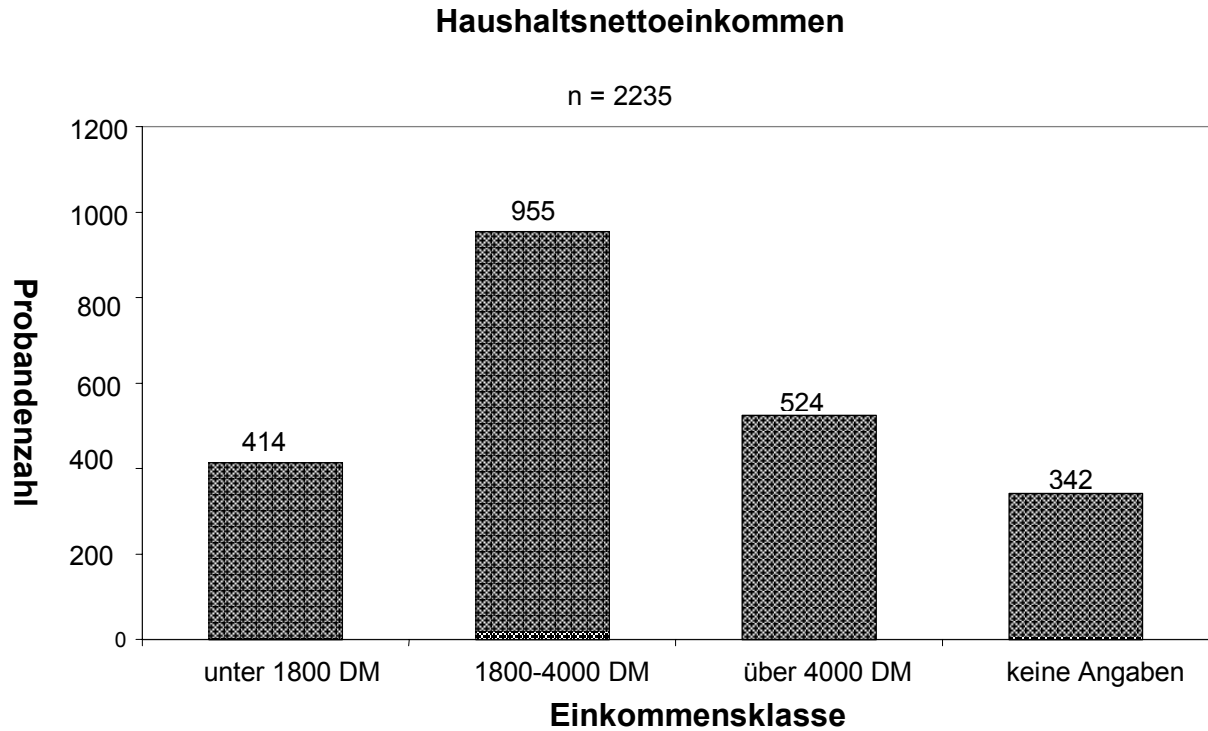
Die Aufschlüsselung der Schulbildung nach dem Schulabschluss zeigte, dass die Gruppe mit Volksschul- und Hauptschulabschlüssen fast 40 Prozent ausmachte und damit die größte Gruppe darstellte, gefolgt von der Gruppe mit Mittlerer Reife und Realschulabschluss (Tab. 6).

Tab. 6: Schulabschluss

<b>Schulabschluss</b>		
Abschluss	Anzahl	in Prozent
1. von der Schule abgegangen, ohne Abschluss	43	1.9
2. Volksschulabschluss, Hauptschulabschluss	897	40.1
3. Mittlere Reife, Realschulabschluss, Polytechnische Oberschule mit 10. Klasse Abschluss	767	34.3
4. Fachhochschulabschluss und Abitur	521	23.3
5. keine Angabe	7	0.3
Gesamt	2235	100

### III. Haushaltsnettoeinkommen

Beim Nettoeinkommen hatten eine große Anzahl der Probanden keine Angaben gemacht (15 Prozent). Dieser Fraktion muss man Rechnung tragen, wenn man die Daten der anderen Gruppen in der Diskussion interpretiert (Abb. 3). Die weitaus größte Gruppe bildeten die Haushalte mit einem Einkommen zwischen 1800 DM (920,3 Euro) und 4000 DM (2045,2 Euro).



**Abb. 3 Haushaltsnettoeinkommen**

#### IV. Personenanzahl im Haushalt

Die größte Gruppe bildeten die 2-3 Personenhaushalte. Ca. 69 Prozent der Probanden zählten dazu.

Sechs Prozent der Befragten gaben eine Haushaltsgröße von vier oder mehr Personen an.

Alleinlebende hatten einen Anteil von 25 Prozent.

#### V. Familienstand

Die erhobenen Daten zeigten, dass die Ehe mit zusammenlebenden Partnern in diesen Jahrgängen dominierte. Mit 1352 Probanden haben ca. 61 Prozent diesen Familienstand angegeben. Nur 92 der 1444 Verheirateten lebten getrennt. Die Ledigen machten einen Anteil von ca. 13 Prozent aus.

## 4.2 Lärmbelästigung

### 4.2.1 Deskription

Die Lärmbelästigung durch Straßenlärm war am Tag im Durchschnitt höher als in der Nacht (Tab. 7).

Tab. 7: Lärmbelästigung

<b>Die Lärmbelästigung</b>			
(Punktzahl von 1-5 auf der Lärmskala )			
Belästigung	Probandenzahl	Mittelwert	Std. Abweichung
Straßenlärm am Tag	2227	2,10	1,22
Straßenlärm in der Nacht	2227	1,58	1,08

Die Punktevergabe auf der Lärmskala von eins (überhaupt nicht gestört) bis fünf (sehr gestört) wurde in den folgenden Diagrammen dargestellt. 32 Prozent der Probanden haben eine Lärmbelästigung am Tag von drei bis fünf angegeben. In der Nacht gab jeder Sechste der Probanden drei bis fünf Punkte an (Abb. 4, 5).

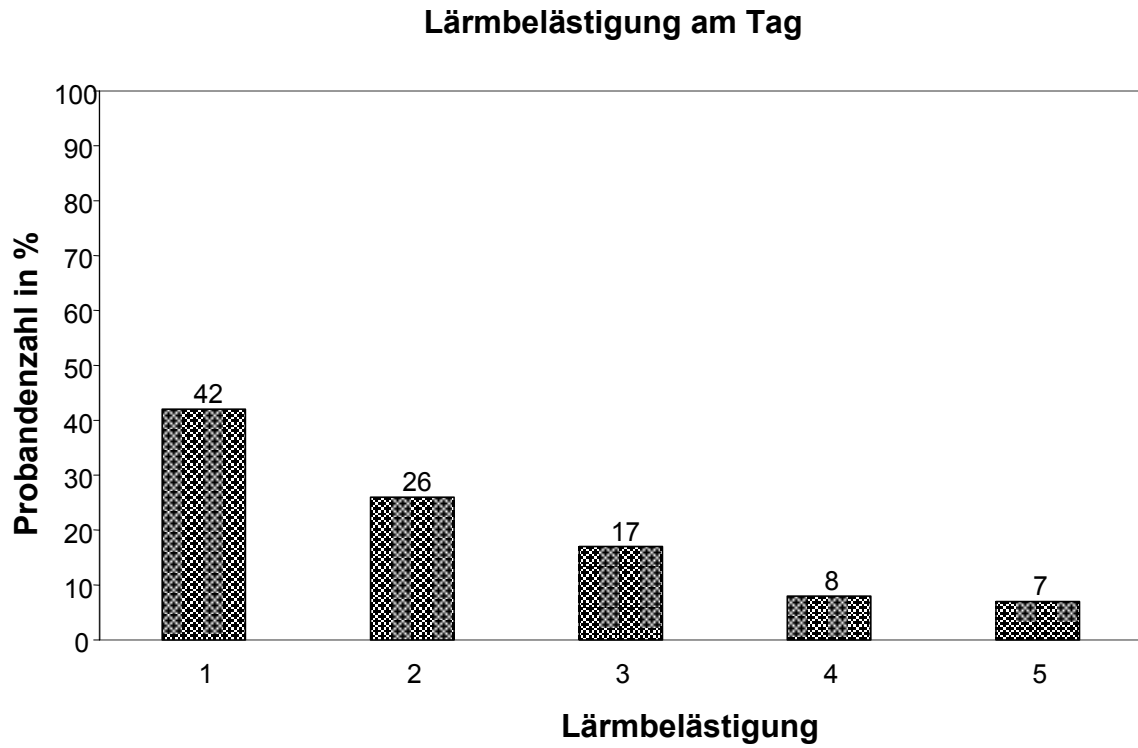


Abb. 4 Lärmbelästigung am Tag

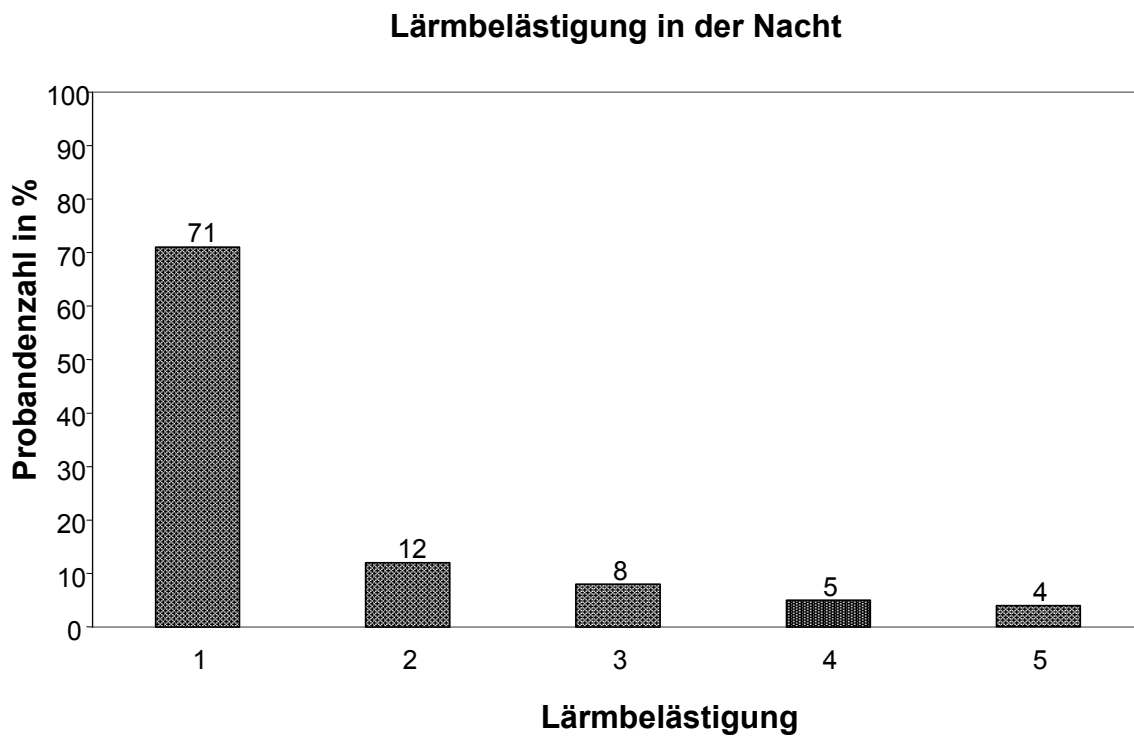


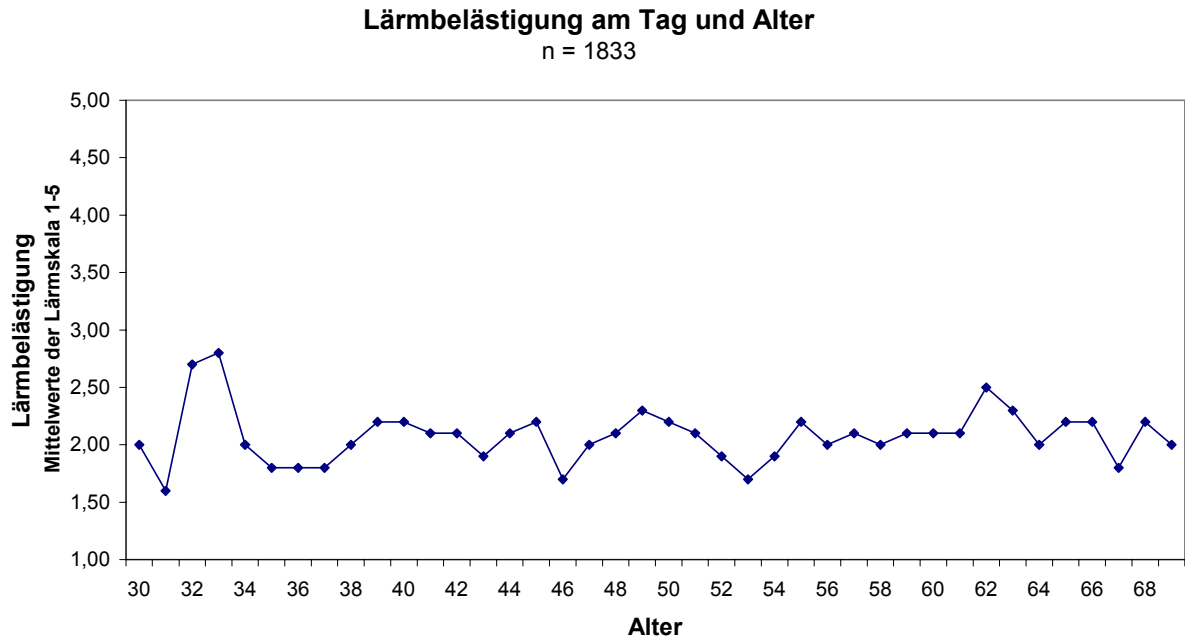
Abb. 5: Lärmbelästigung in der Nacht

#### 4.2.2 Lärmbelästigung und Alter

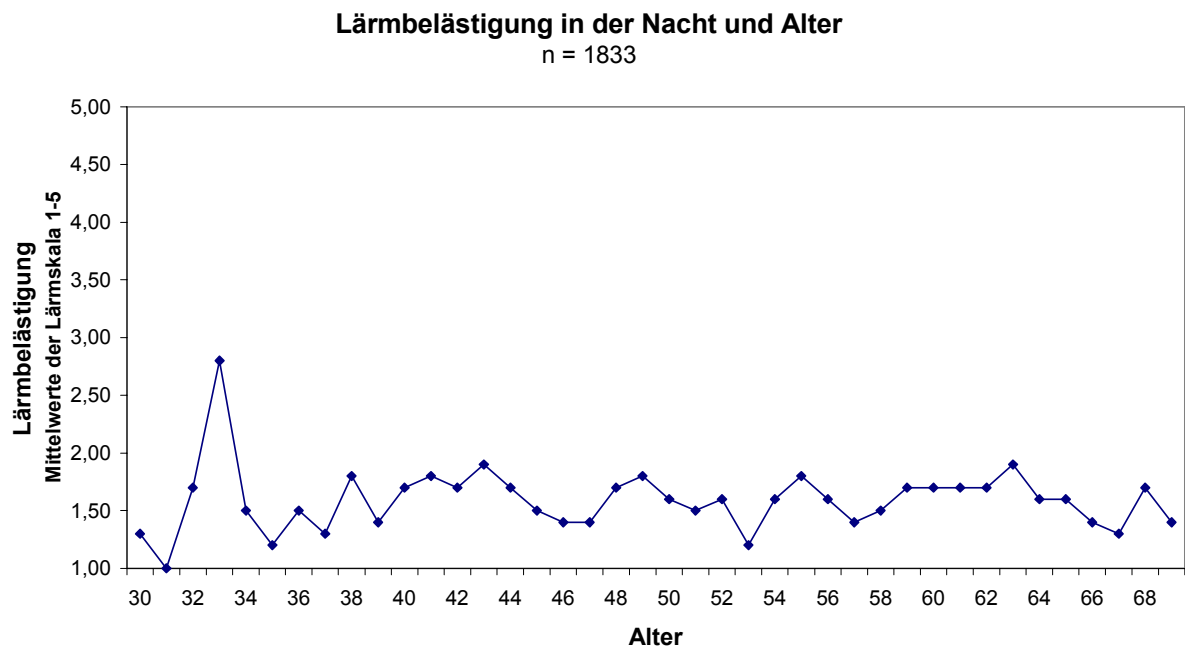
In den jüngeren Jahrgängen fanden sich starke Schwankungen bei der mittleren Lärmbelästigung am Tag. Ein Zusammenhang der mittleren Lärmbelästigung mit dem Anstieg des Alters war nicht erkennbar (Abb. 6).

Der Test auf statistische Signifikanz mit Hilfe der Korrelationsanalyse nach Pearson bestätigte den fehlenden Zusammenhang ( $r_p = 0.03$ ;  $p = 0.21$ ).

In der Nacht war ebenfalls kein Trend der Lärmbelästigung mit steigendem Alter erkennbar (Abb. 7). Das wurde im Test auf statistische Signifikanz bestätigt ( $r_p = 0.0001$ ;  $p = 0.98$ ).



**Abb. 6: Lärmbelastung am Tag und Alter**



**Abb. 7: Lärmbelastung in der Nacht und Alter**



### 4.2.3 Lärmbelästigung und Geschlecht

Der Vergleich mit dem Geschlecht zeigte, dass Frauen am Tag stärker durch Lärm belästigt wurden als Männer, aber in der Nacht die Lärmbelästigung bei Männern höher war (Tab. 8).

Tab. 8: Die Lärmbelästigung in Abhängigkeit vom Geschlecht

Die Lärmbelästigung in Abhängigkeit vom Geschlecht (Punktzahl von 1-5 auf der Lärmskala )				
Geschlecht	Lärmbelästigung	Anzahl	Mittelwert	Std. Abweichung
Frauen	am Tag	551	2,15	1,25
	in der Nacht	551	1,55	1,03
Männer	am Tag	1676	2,08	1,20
	in der Nacht	1676	1,60	1,10

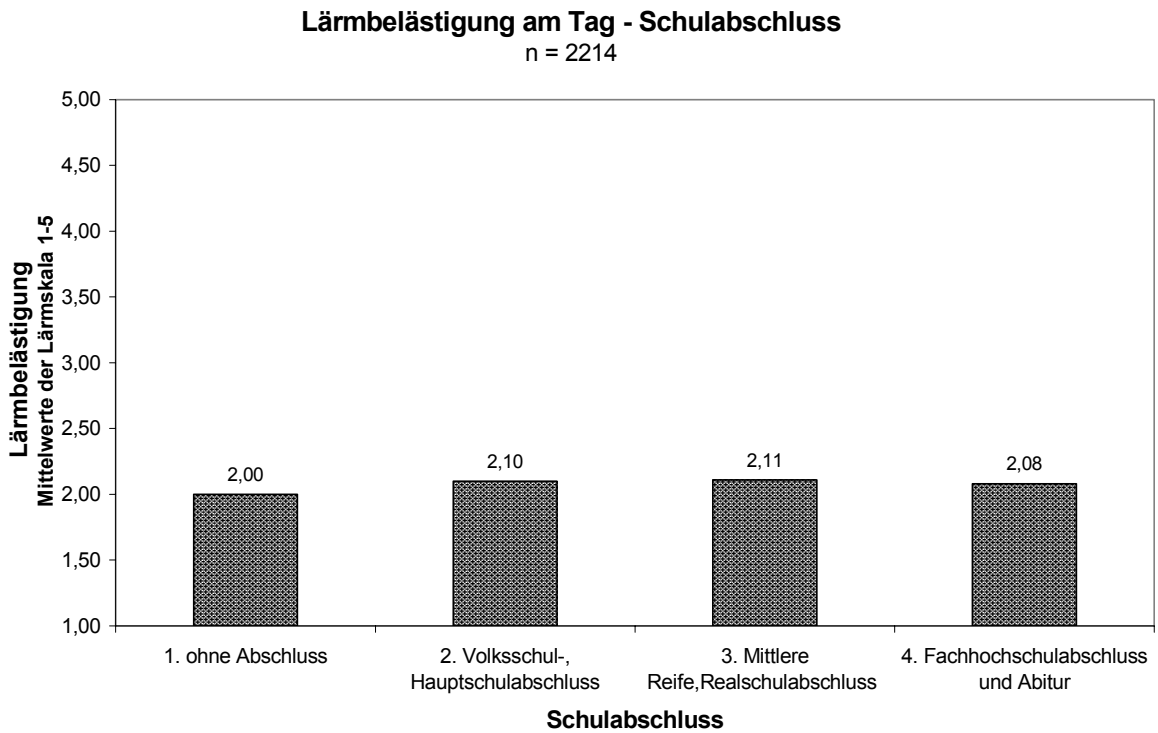
Der Unterschied zwischen den Lärmbelästigungsangaben am Tag war statistisch signifikant. Frauen gaben tagsüber eine stärkere Lärmbelästigung als Männer an (Wilcoxon-Rangsummentest;  $p = 0.02$ ).

Für die Nacht konnte allerdings keine statistisch signifikante geschlechtsabhängige Lärmbelästigung festgestellt werden (Wilcoxon-Rangsummentest;  $p = 0.22$ ).

#### 4.2.4 Lärmbelastigung und Schulabschluss

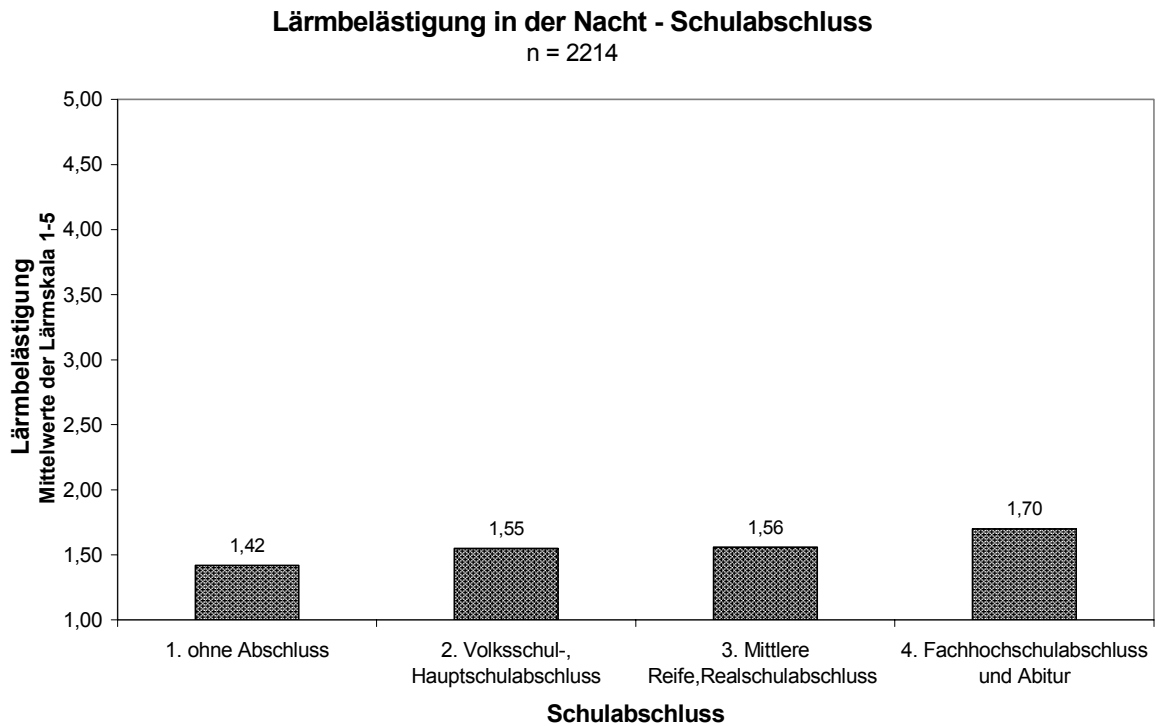
Im Diagramm zeigte sich kein deutlicher Zusammenhang zwischen der Lärmbelastigung am Tag und dem Schulabschluss (Abb. 8).

Der statistische Test bestätigte das (Kruskal-Wallis-Test;  $p = 0.91$ ).



**Abb. 8: Lärmbelastigung am Tag und Schulabschluss**

Die Angaben zur Lärmbelastigung während der Nacht zeigten einen Anstieg der Belästigung mit der Schulbildung im Diagramm (Abb. 9). Dieser Zusammenhang war statistisch signifikant (Kruskal-Wallis-Test;  $p = 0.004$ ).



**Abb. 9: Lärmbelästigung in der Nacht und Schulabschluss**

#### 4.2.5 Lärmbelästigung und Haushaltsnettoeinkommen

In der mittleren Einkommensgruppe stellte sich die höchste Lärmbelästigung am Tag dar. Die Abnahme der Lärmbelästigung in der hohen Einkommensgruppe war statistisch signifikant nachweisbar (Tab. 9).

Tab. 9: Lärmbelästigung am Tag-Haushaltsnettoeinkommen

<b>Lärmbelästigung am Tag-Haushaltsnettoeinkommen</b>			
(Punktzahl von 1-5 auf der Lärmskala )			
Haushaltseinkommen	Anzahl	Mittelwert	Std.Abweichung
1. unter 1800 DM (920,3 Euro)	412	2,02	1,27
2. zwischen 1800 (920,3) und 4000 DM (2045,2 Euro)	953	2,20	1,22
3. über 4000 DM (2045,2 Euro)	522	1,97	1,10
4. keine Angabe	340	2,11	1,28

(Kruskal-Wallis-Test;  $p = 0.001$ )

In der Nacht konnte keine Assoziation zwischen der Lärmbelästigung und dem Haushaltsnettoeinkommen nachgewiesen werden (Tab. 10).

Tab. 10: . **Lärmbelästigung in der Nacht**

<b>Lärmbelästigung in der Nacht-Haushaltsnettoeinkommen</b> (Punktzahl von 1-5 auf der Lärmskala )			
Haushaltsnettoeinkommen	Anzahl	Mittelwert	Std.Abweichung
1. unter 1800 DM (920,3 Euro)	412	1,51	1,06
2. zwischen 1800 (920,3) und 4000 DM (2045,2 Euro)	953	1,64	1,13
3. über 4000 DM (2045,2 Euro)	522	1,57	1,04
4. keine Angabe	340	1,54	1,05

(Kruskal-Wallis-Test;  $p = 0.08$ )

#### 4.2.6 Lärmbelästigung und Personenanzahl im Haushalt

Am Tag und in der Nacht wurde in den 2-3 Personenhaushalten am häufigsten eine hohe Lärmbelästigung angegeben (Tab. 11, 12).

Tab. 11: Lärmbelästigung am Tag-Personenanzahl im Haushalt

<b>Lärmbelästigung am Tag-Personenanzahl im Haushalt</b> (Punktzahl von 1-5 auf der Lärmskala )			
Gruppe	Anzahl	Mittelwert	Std.Abweichung
1. = allein lebend	561	2,09	1,29
2. = 2 oder 3 Personen	1531	2,11	1,20
3. = 4 oder mehr Personen	133	1,97	1,12

Tab. 12: Lärmbelästigung in der Nacht-Personenanzahl im Haushalt

<b>Lärmbelästigung in der Nacht-Personenanzahl im Haushalt</b> (Punktzahl von 1-5 auf der Lärmskala )			
Gruppe	Anzahl	Mittelwert	Std.Abweichung
1. = allein lebend	561	1,55	1,10
2. = 2 oder 3 Personen	1531	1,60	1,08
3. = 4 oder mehr Personen	133	1,54	1,06

Die Unterschiede waren nicht statistisch signifikant belegbar.

(Kruskal-Wallis-Test;  $p_{\text{Tag}} = 0.27$ ,  $p_{\text{Nacht}} = 0.19$ ).

#### 4.2.7 Lärmbelästigung und Familienstand

Die Gruppe der Ledigen wies die geringste Lärmbelästigung am Tag auf (Tab. 13).

Tab. 13: Lärmbelästigung am Tag-Familienstand

<b>Lärmbelästigung am Tag-Familienstand</b> (Punktzahl von 1-5 auf der Lärmskala )			
Familienstand	Anzahl	Mittelwert	Std.Abweichung
1. Verheiratet	1447	2,13	1,2
2. Ledig	280	1,91	1,19
3. Geschieden	339	2,07	1,23
4. Verwitwet	159	2,23	1,34

(Kruskal-Wallis-Test;  $p = 0.02$ )

Nachts war kein Zusammenhang zwischen der Lärmbelästigung und dem Familienstand zu erkennen, der statistisch signifikant war (Tab. 14).

Tab. 14: Lärmbelästigung in der Nacht-Familienstand

<b>Lärmbelästigung in der Nacht-Familienstand</b> (Punktzahl von 1-5 auf der Lärmskala )			
Familienstand	Anzahl	Mittelwert	Std.Abweichung
1. Verheiratet	1447	1,61	1,10
2. Ledig	280	1,46	0,95
3. Geschieden	339	1,58	1,09
4. Verwitwet	159	1,58	1,16

(Kruskal-Wallis-Test;  $p = 0.34$ )

## 4.3 Die Lärmempfindlichkeit

### 4.3.1 Deskription

Eingeflossen sind die Antworten zur Lärmempfindlichkeit, wenn mindestens 80 Prozent der Fragen vom jeweiligen Probanden beantwortet wurden. Damit fielen 14 Probanden von 2235 aus der Wertung. Drei Fragen wurden besonders häufig nicht beantwortet (Tab. 15):

Frage 4: Im Kino stört mich Flüstern und Rascheln von Bonbonpapier.

Frage 6: Wenn es an meinem Arbeitsplatz laut ist, dann versuche ich Tür und Fenster zu schließen oder anderswo weiterzuarbeiten.

Frage 15: In der Bibliothek macht es mir nichts aus, wenn sich Leute unterhalten, solange dies leise geschieht.

Tab. 15: Häufigkeit der fehlenden Angaben

<b>Häufigkeit der fehlenden Angaben</b>		
Frage	Anzahl	in Prozent
Nr.4	212	9.5
Nr.6	162	7.3
Nr.15	301	13.6

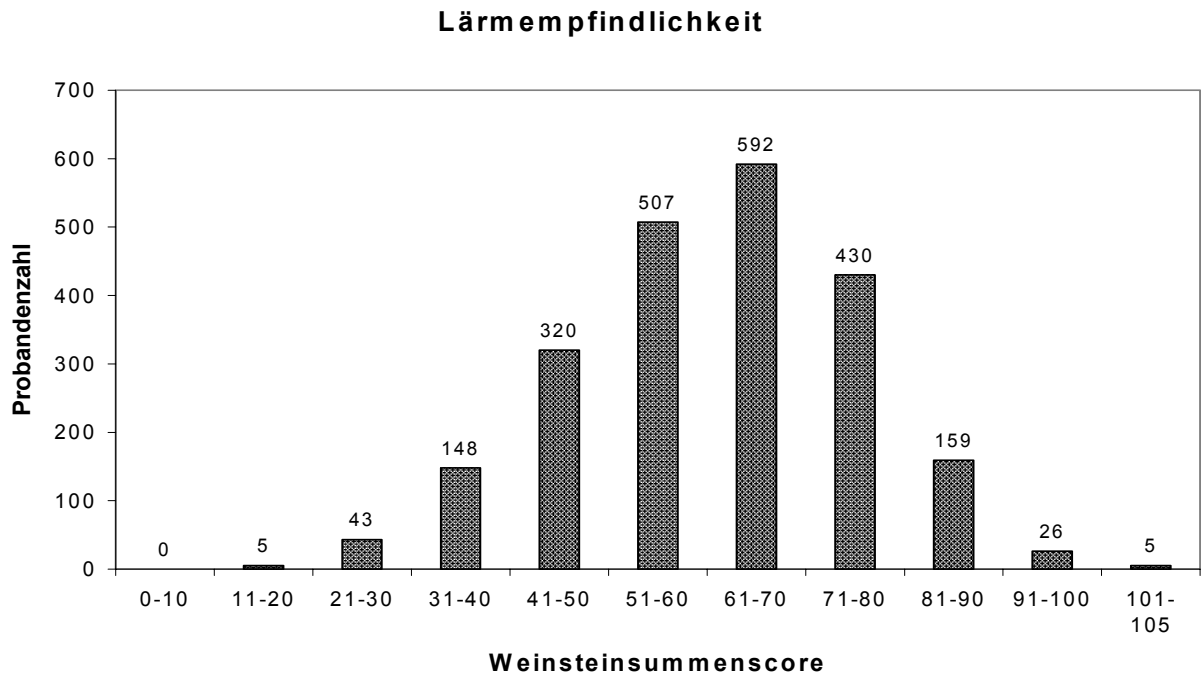
Die Ergebnisse des gesamten Fragebogens wurden in der nächsten Tabelle zusammengefasst (Tab. 16).

Tab. 16: Lärmempfindlichkeit aller Probanden

<b>Lärmempfindlichkeit aller Probanden</b>			
(0-105 Punkte nach dem Weinsteinsummenscore)			
Probandenzahl	Mittelwert	Median	Std. Abweichung
2221	60.41	62	14.57



Im Diagramm wurde die Verteilung der Angaben zur Lärmempfindlichkeit deutlich (Abb. 10).



**Abb. 10: Lärmempfindlichkeit**

Es lag nach dem Diagramm eine Annäherung an die Normalverteilung vor.

### 4.3.2 Lärmempfindlichkeit und Alter

Zwischen dem ansteigendem Alter und der Lärmempfindlichkeit zeigte sich ein positiver statistisch signifikanter Zusammenhang (Lineare Regression;  $p = 0.005$ ). Doch die Assoziation war sehr gering, wie im Diagramm ersichtlich wurde (Abb. 11).

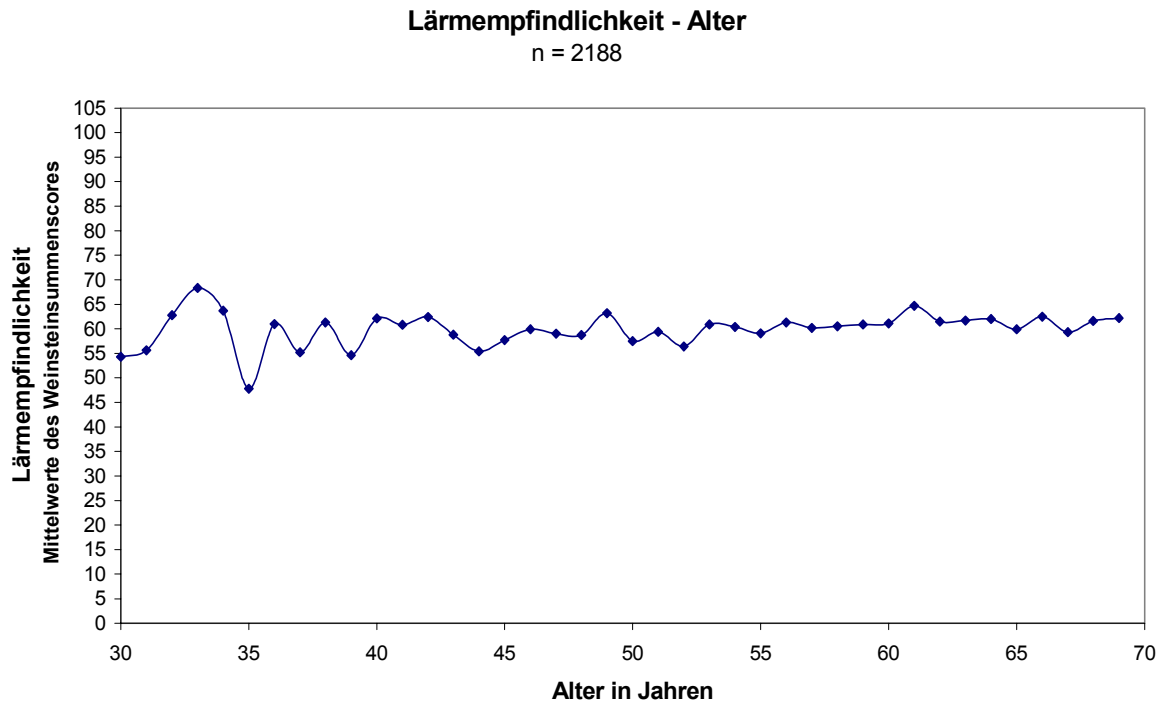


Abb. 11: Lärmempfindlichkeit und Alter

### 4.3.3 Lärmempfindlichkeit und Geschlecht

Tab. 17: . Lärmempfindlichkeit - Geschlecht

Lärmempfindlichkeit - Geschlecht			
	Anzahl	Mittelwert	Std.- Abweichung
Frauen	551	61,5	14,9
Männer	1670	60,1	14,5

Beim Vergleich der Frauen und Männer in Hinsicht zur Lärmempfindlichkeit stellte sich deskriptiv eine durchschnittlich höhere Lärmempfindlichkeit bei den Frauen dar (Tab. 17).

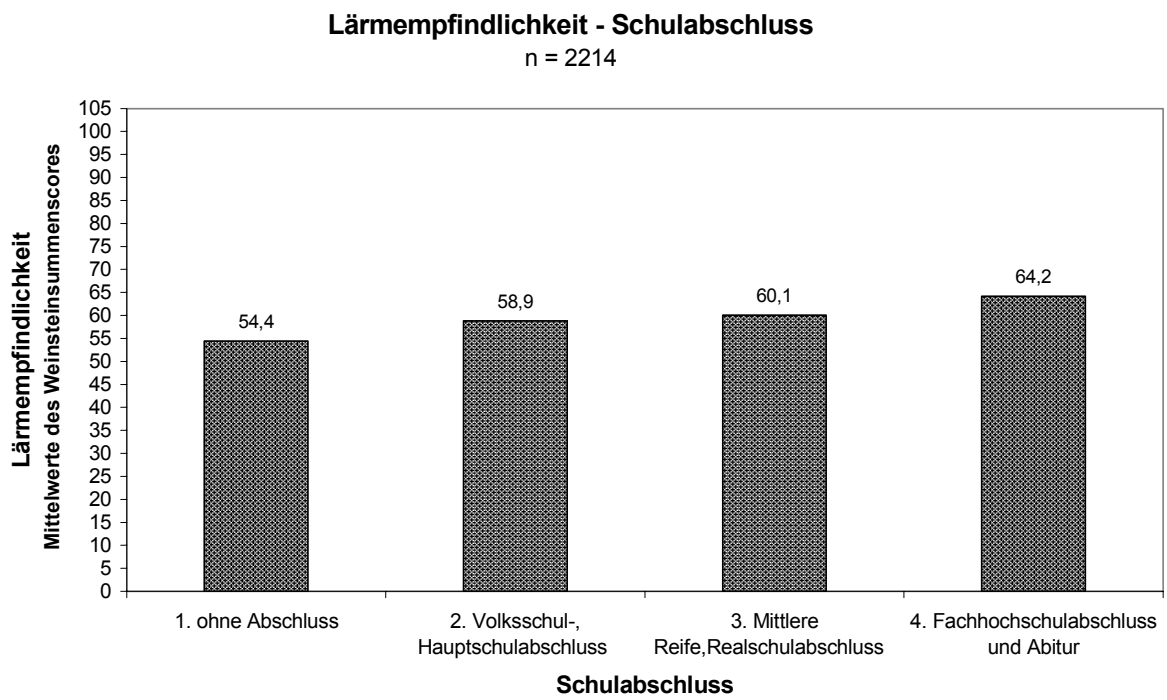
Es gab aber keinen statistisch signifikanten Unterschied in der Lärmempfindlichkeit zwischen Männern und Frauen (t-Test;  $p = 0.42$ ). Bei beiden Geschlechtern zeigte sich eine Annäherung an die Normalverteilung.

#### **4.3.4 Lärmempfindlichkeit und Schulabschluss**

Der Vergleich der Lärmempfindlichkeit mit dem Schulabschluss ergab einen signifikanten Anstieg der Lärmempfindlichkeit mit dem Schulabschluss (Einfaktorielle Varianzanalyse;  $p = 0.001$ ).

Die Personen, welche keine Angaben machten, wiesen eine geringe Lärmempfindlichkeit auf.

Im Diagramm wurde die Beziehung zwischen der Lärmempfindlichkeit und dem Schulabschluss deutlich. Die Probanden, die keine Angaben machten ( $n = 5$ ), wurden im Diagramm nicht berücksichtigt (Abb. 12).

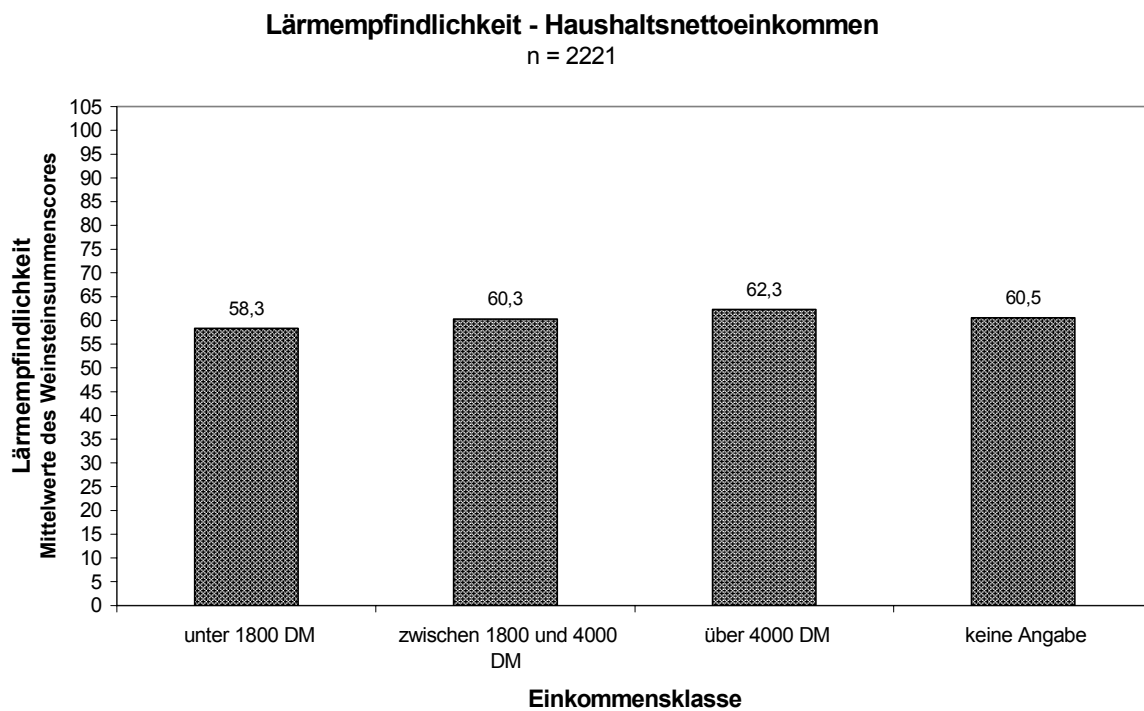


**Abb. 12: Lärmempfindlichkeit und Schulabschluss**

#### 4.3.5 Lärmempfindlichkeit und Haushaltsnettoeinkommen

Es war eine Steigerung der Lärmempfindlichkeit mit dem Nettoeinkommen zu erkennen (Einfaktorielle Varianzanalyse;  $p = 0.001$ ).

Im Diagramm wurde der Anstieg bei steigendem Einkommen deutlich (Abb. 13). Die letzte Säule stellt die Gruppe der Probanden dar, die keine Angaben machte.



**Abb. 13: Lärmempfindlichkeit und Haushaltsnettoeinkommen**

#### 4.3.6 Lärmempfindlichkeit und Personenanzahl im Haushalt

Die Gruppe mit 2-3 Personen im Haushalt wies die höchste Lärmempfindlichkeit auf. Bei weniger und mehr Personen im Haushalt war sie geringer (Tab. 18).

Tab. 18: **Lärmempfindlichkeit - Personenanzahl im Haushalt**

<b>Lärmempfindlichkeit - Personenanzahl im Haushalt</b>					
Gruppe	Anzahl	Mittelwert	Std.Abweichung	Minimum	Maximum
1. = 1 Person	558	59,0	15,6	12	102,0
2. = 2 oder 3 Personen	1528	61,1	14,2	12	105,0
3. = 4 oder mehr Personen	133	57,9	14,7	21	95,6

(Einfaktorielle Varianzanalyse;  $p = 0.008$ ).

#### 4.3.7 Lärmempfindlichkeit und Familienstand

Der Ehestand hatte die größte Lärmempfindlichkeit zu verzeichnen (Tab. 19).

Tab. 19: **Lärmempfindlichkeit - Familienstand**

<b>Lärmempfindlichkeit - Familienstand</b>					
Familienstand	Anzahl	Mittelwert	Std.Abweichung	Minimum	Maximum
1. Verheiratet	1444	61,0	14,1	12	105
2. Ledig	279	60,5	14,5	12	101
3. Geschieden	338	59,5	15,6	17,7	102
4. Verwitwet	158	57,0	16,2	20	92

(Einfaktorielle Varianzanalyse;  $p = 0.006$ ).

## 4.4 Zusammenhang zwischen Lärmbelastigung und Lärmempfindlichkeit

### 4.4.1 Deskription

Die Lärmempfindlichkeit stieg mit zunehmender Lärmbelastigung (Abb. 14, 15).

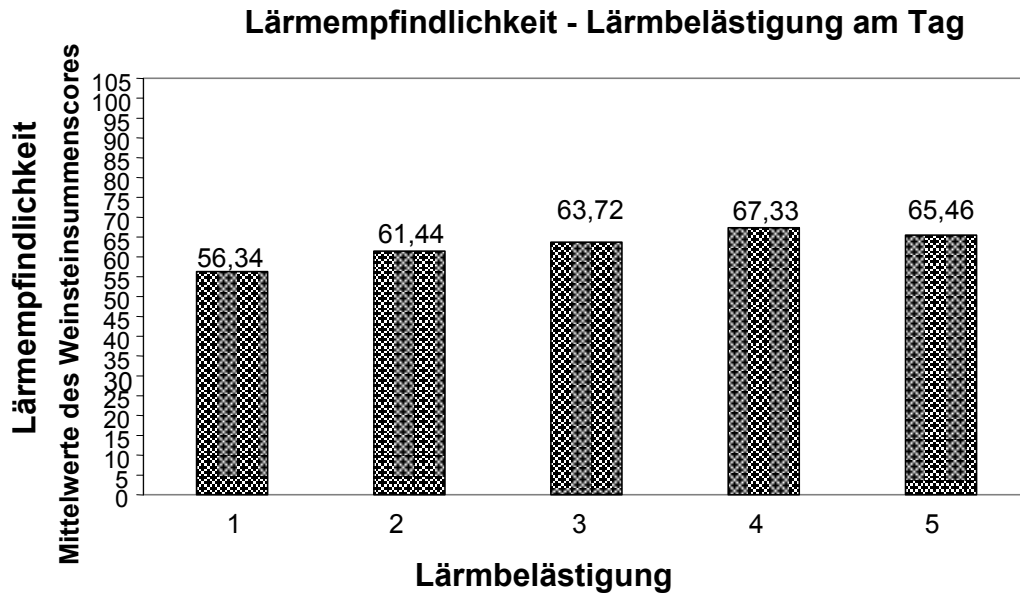


Abb. 14: Lärmempfindlichkeit und Lärmbelastigung am Tag

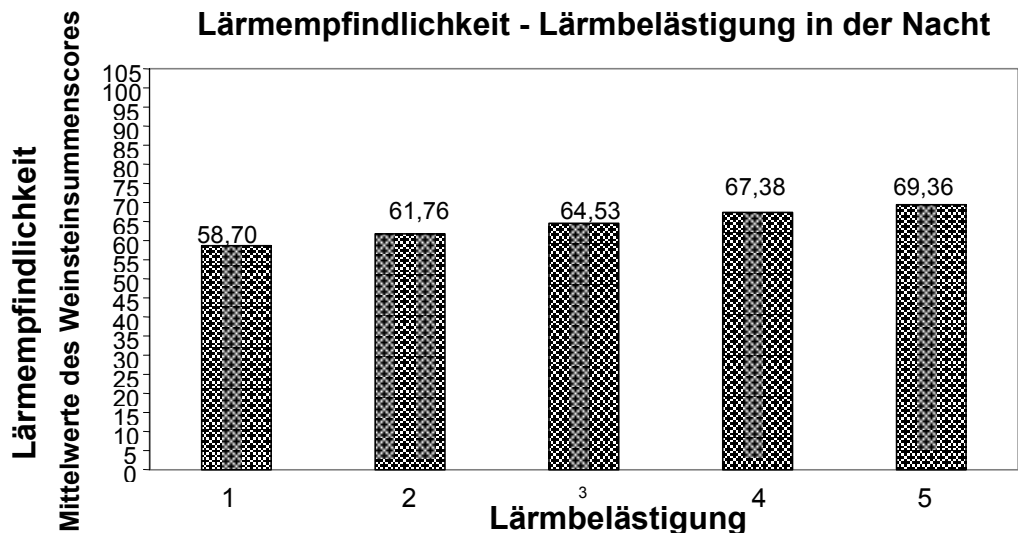


Abb. 15: Lärmempfindlichkeit und Lärmbelastigung in der Nacht

Inwieweit die grafische Tendenz der positiven Korrelation der Lärmempfindlichkeit und der Lärmbelästigung auch statistisch dargestellt werden konnte, wird im Folgenden vorgestellt.

#### 4.4.2 Korrelation

Betrachtete man beide Größen als intervallskaliert, dass heißt wurde die Lärmbelästigung stetig von eins bis fünf und die Lärmempfindlichkeit stetig von null bis einhundertfünf bewertet, so konnte die Korrelationsanalyse nach Pearson angewendet werden (Tab. 20).

Tab. 20: **Korrelation Lärmempfindlichkeit-Lärmbelästigung**

<b>Korrelation Lärmempfindlichkeit-Lärmbelästigung</b>			
Lärmbelästigung	Anzahl $n =$	Pearson'scher Korrelationskoeffizient $r_p =$	Prob>  R  unter HO $p =$
am Tag	1833	0.23	0.0001
in der Nacht	1833	0.19	0.0001

Es zeigte sich, dass sowohl am Tag als auch in der Nacht eine Korrelation zwischen der Lärmempfindlichkeit und der Lärmbelästigung vorhanden war, aber die Korrelationskoeffizienten klein sind.



#### 4.4.3 Abhängigkeit der Lärmempfindlichkeit von der Lärmbelastigung

Nach diesem Ansatz lauteten die Regressionsgeraden wie folgt:

##### I. Lärmbelastigung am Tag als gegebene Variable

$$\text{Lärmempfindlichkeit} = 54.64 + 2.78 \cdot \text{Lärmbelastigung am Tag} \quad (p = 0.0001)$$

##### II. Lärmbelastigung in der Nacht als gegebene Variable

$$\text{Lärmempfindlichkeit} = 56,38 + 2.55 \cdot \text{Lärmbelastigung in der Nacht} \quad (p = 0.0001)$$

Die Lärmbelastigung zeigte sowohl am Tag als auch in der Nacht einen signifikanten Einfluss auf die Lärmempfindlichkeit.

In den Diagrammen 16 und 17 wurden die jeweiligen Regressionsgeraden dargestellt.

### Lärmbelästigung am Tag-Lärmempfindlichkeit

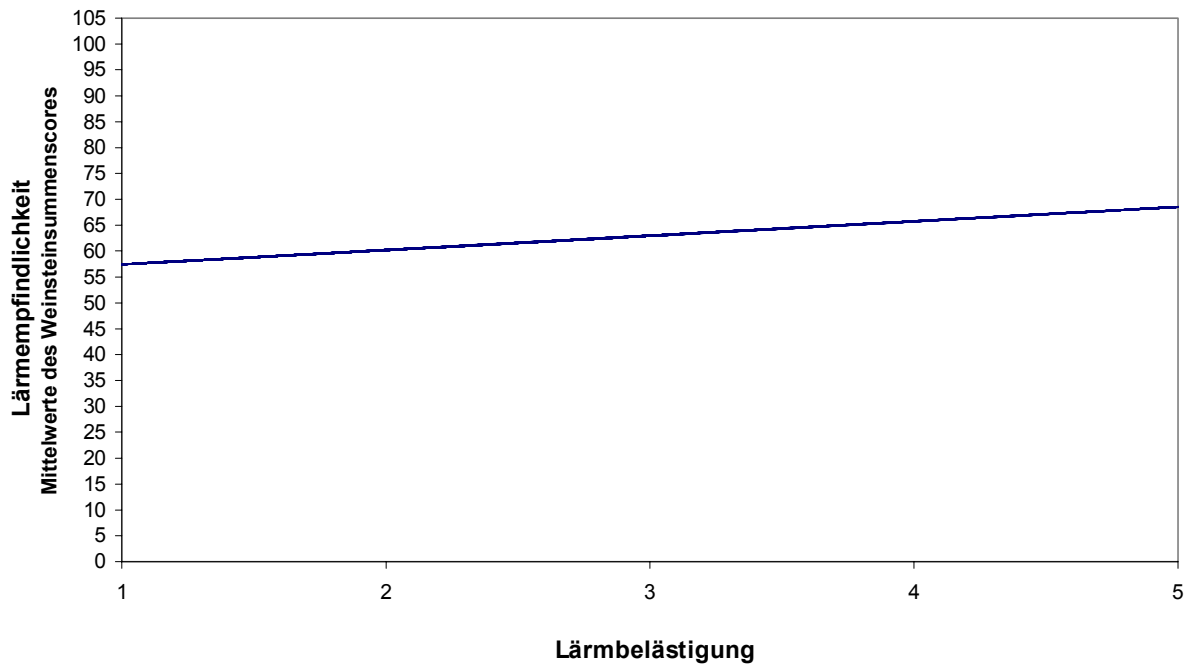


Abb. 16: Lärmempfindlichkeit und Lärmbelästigung am Tag

### Lärmbelästigung in der Nacht-Lärmempfindlichkeit

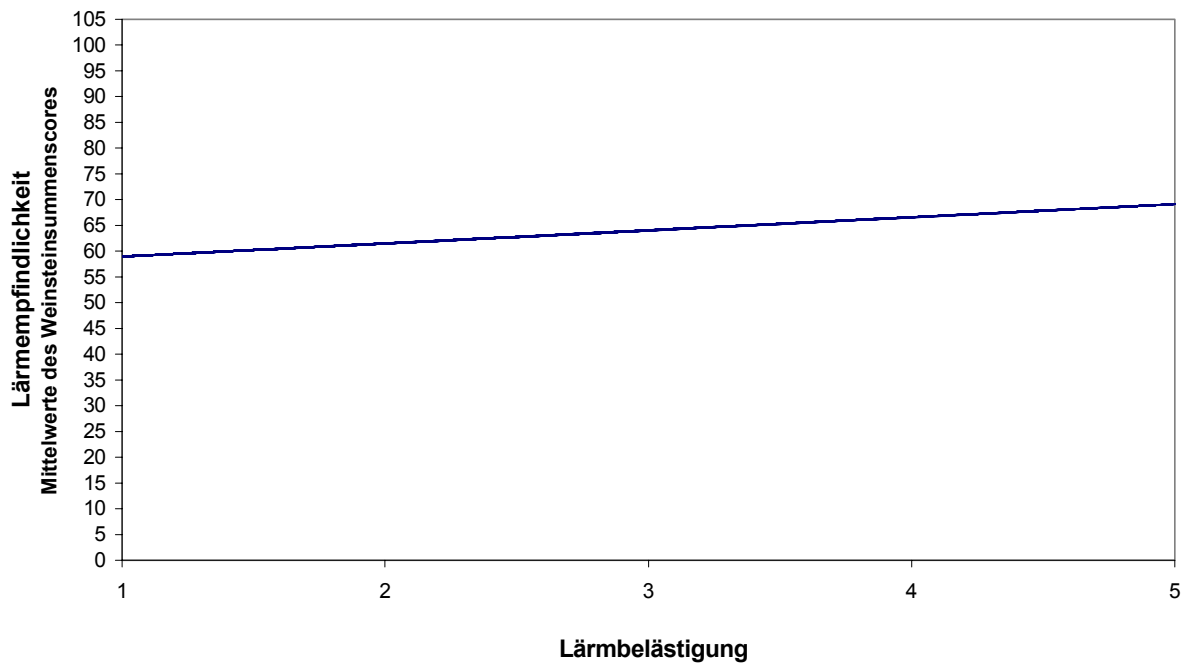


Abb. 17: Lärmempfindlichkeit und Lärmbelästigung in der Nacht

## 4.5 Mehrfaktorielle Auswertung

Die Kovarianzanalyse stellte die Grundlage der mehrfaktoriellen Auswertung dar. Das Geschlecht, das Alter und die erhobenen soziodemografischen Faktoren sind jeweils auf ihren Einfluss auf die Lärmbelastigung beziehungsweise auf die Lärmempfindlichkeit bei gleichzeitiger Existenz der anderen Faktoren geprüft worden.

### 4.5.1 Lärmbelastigung am Tag

Alle untersuchten Faktoren wurden in der Tabelle aufgeführt (Tab. 21).

Tab. 21: Kovarianzanalyse-Lärmbelastigung am Tag

<b>Kovarianzanalyse-Lärmbelastigung am Tag</b>	
unabhängige Faktoren	p-Wert
Lärmempfindlichkeit	<b>0.0001</b>
Alter	0.5533
Geschlecht	<b>0.0020</b>
Schulabschluss	0.8921
Haushaltsnettoeinkommen	<b>0.0033</b>
Personenanzahl im Haushalt	0.3470
Familienstand	<b>0.0213</b>

Bei der Betrachtung der Lärmbelastigung am Tag unter dem Einfluss der erhobenen Variablen hatten neben der Lärmempfindlichkeit nur das Geschlecht, das Haushaltsnettoeinkommen und der Familienstand einen signifikanten Einfluss. Es wurden 19 Prozent der Variationen der Lärmbelastigung am Tag durch die im Modell untersuchten Faktoren erklärt.

#### 4.5.2 Lärmbelästigung in der Nacht

Alle untersuchten Faktoren wurden in der Tabelle aufgeführt (Tab. 22).

Tab. 22: Kovarianzanalyse-Lärmbelästigung in der Nacht

<b>Kovarianzanalyse-Lärmbelästigung in der Nacht</b>	
unabhängige Faktoren	p-Wert
Lärmempfindlichkeit	<b>0.0001</b>
Alter	<b>0.0483</b>
Geschlecht	0.4255
Schulabschluss	<b>0.0253</b>
Haushaltsnettoeinkommen	0.1718
Personenanzahl im Haushalt	0.6143
Familienstand	0.2225

Bei der Betrachtung der Lärmbelästigung in der Nacht unter dem Einfluss der erhobenen Variablen hatten neben der Lärmempfindlichkeit nur das Alter und der Schulabschluss einen signifikanten Einfluss. Es wurden 18 Prozent der Variationen der Lärmbelästigung in der Nacht durch die im Modell untersuchten Faktoren erklärt.

### 4.5.3 Lärmempfindlichkeit

Alle untersuchten Faktoren wurden in der Tabelle aufgeführt (Tab. 23).

Tab. 23: Kovarianzanalyse-Lärmempfindlichkeit

<b>Kovarianzanalyse-Lärmempfindlichkeit</b>	
unabhängige Faktoren	p-Wert
Lärmbelästigung am Tag	<b>0.0001</b>
Lärmbelästigung in der Nacht	<b>0.0001</b>
Alter	<b>0.0500</b>
Geschlecht	<b>0.0389</b>
Schulabschluss	<b>0.0001</b>
Haushaltsnettoeinkommen	<b>0.0006</b>
Personenanzahl im Haushalt	<b>0.0013</b>
Familienstand	<b>0.0104</b>

Bei der Betrachtung der Lärmempfindlichkeit unter dem Einfluss der erhobenen Variablen hatten alle Faktoren einen signifikanten Einfluss. Es wurden 17 Prozent der Variationen der Lärmempfindlichkeit durch die im Modell untersuchten Faktoren erklärt.

## 5 Diskussion

### 5.1 Allgemeines

Die Datenerhebung erfolgte im Rahmen der Berliner Lärmstudie, die an 32 großen und mittleren Kliniken in Berlin durchgeführt wurde. Die Responderrate der potentiellen Studienteilnehmer lag bei 84 Prozent. In die Datenerhebung der vorliegenden Arbeit sind 2235 Probanden aufgenommen worden.

### 5.2 Lärmbelästigung und Lärmempfindlichkeit

#### 5.2.1 Lärmbelästigung

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, ist die Bestimmung der Lärmbelästigung, die ein Individuum empfindet, schwierig. Die objektive Lärmbelastung als Schallpegel gemessen, wird vom Einzelnen unterschiedlich bewertet und wiedergegeben, wie in zwei amerikanischen Studien berichtet, die das psychologische Stressmodell mit dem Lärmschätzungsmodell verglichen [71] beziehungsweise die Belästigung durch Fluglärm untersuchten [72].

Einen standardisierten Fragebogen zur Bestimmung der Lärmbelästigung gibt es nicht, sodass Kjellberg in seinem Resümee ein zweidimensionales Stressmodell favorisierte [26] und Borsky eine neunstufige Skala [28]. Für die Feldstudie um London, in der der Einfluss des Fluglärms auf die Psyche untersucht wurde, ist eine siebenstufige Skala zu Fragen nach der Lärmbelästigung entwickelt worden [27]. In einer Studie aus der ehemaligen DDR wurden die Angaben zur Lärmbelästigung nur mit „Ja“ oder „Nein“ bewertet [43].

In der vorliegenden Arbeit wurde zur Beurteilung der Lärmbelästigung die fünfstufige Likert-Skala gewählt.

Zusätzlich stellt sich das Problem der Allgegenwärtigkeit von Lärm. Dazu sollte zunächst die Hauptbelästigungsquelle ermittelt werden. Da nach der deutschen Verkehrsuntersuchung und der spanischen Studie in Valencia der Straßenverkehrslärm an erster Stelle steht, ist ihm in dieser Auswertung besondere Aufmerksamkeit beigemessen worden [17, 31].

Andere mögliche Ursachen der Lärmbelästigung wurden außer Acht gelassen. Fluglärm, Lärm im Hausflur, Gaststättenlärm und anderer sind zwar im Alltag nicht zu vernachlässigen, doch wäre die Fallzahl zu gering, um die nötige Validität zu erreichen. Straßenverkehrslärm ist permanent vorhanden, trifft fast jede Person und ist relativ unabhängig vom nachbarschaftlichen Miteinander.

Die Beurteilung wurde nach Tag und Nacht getrennt vorgenommen. Betrachtet man die Lärmbelästigung am Tag genauer, so konnten die Angaben einer Verkehrsuntersuchung in Deutschland, die von einer mittleren bis hohen Lärmbelästigung durch Verkehrslärm von 30 Prozent ausgehen, bestätigt werden [17]. Auf der fünfstufigen Likert-Skala betrug die Anzahl der Probanden, die drei, vier oder fünf Punkte angegeben haben, 32 Prozent. Nachts gaben 17 Prozent eine Lärmbelästigung durch Straßenverkehrslärm mit drei, vier oder fünf Punkten auf der fünfstufigen Likert-Skala an. Das ist eine hohe Zahl, wenn man bedenkt, dass nach den Untersuchungen von Maschke bei Stressreaktionen während des Schlafes eine Reduzierung der Tief- und REM-Schlafphasen mit negativen Folgen für das Herz-Kreislaufsystem und den Stoffwechsel zu verzeichnen ist [9].

Während der Nacht sind andere beeinflussende Lärmquellen, wie Fernseher, Radio, Gespräche und Haushaltsgeräte kaum vorhanden, sodass der Lärm durch Straßenverkehr als wichtigster Stressor angesehen werden muss.

### 5.2.2 Lärmempfindlichkeit

Der zur Ermittlung der Lärmempfindlichkeit genutzte Weinstein-Fragebogen führte zu spontanen Reaktionen, als auch einige Zeit durchdachten Antworten. Beides ist positiv zu bewerten, da keine Gefahr bestand, dass irgendeine Art von Suggestion bei der Vorstellung der genannten Situationen auftreten könnte.

Manchmal musste der Interviewer mehrmals eine Frage vorlesen bis sie verstanden wurde. Während des Interviews konnten Probleme bei der Erfassung der Fragen bemerkt werden. Besondere Schwierigkeiten bereitete die Aufgabe, sich in eine fiktive Situation hineinzudenken. Das fiel bei den folgenden Fragen auf:

Frage 4:

Im Kino stört mich Flüstern und Rascheln von Bonbonpapier.

Frage 6:

Wenn es an meinem Arbeitsplatz laut ist, dann versuche ich Tür und Fenster zu schließen oder anderswo weiterzuarbeiten.

Frage 15:

In der Bibliothek macht es mir nichts aus, wenn sich Leute unterhalten, solange dies leise geschieht.

Die Interviewer haben häufig als erste Antworten folgende Aussagen erhalten:

„Ich gehe nie in die Bibliothek“ oder „Ich war seit 30 Jahren nicht mehr im Kino“.

Das kann man neben dem vorgerückten Alter der Probanden auch auf die unterschiedliche Ausbildung zurückführen. Hier merkt man deutlich, dass die Skala in einer Untersuchung entstand, in der nur Studenten das Probandengut darstellten.

Mit der Frage 6 konnten einige Probanden nicht umgehen. Immer wieder hieß es: „Tür und Fenster schließen geht nicht und woanders weiterzuarbeiten erst recht nicht“.

Außerdem war oft die Erklärung nötig, dass der Lärm von außen gemeint ist und nicht der im Raum. Die drei Fragen zeigten auch in der Auswertung eine hohe Nonresponderrate.



Da der Weinsteinsummenscore beim Auslassen nur einer Frage nicht mehr vergleichbar ist, entsteht eine große Zahl von fehlenden Werten. In der vorliegenden Arbeit traf das auf 24 Prozent der Probanden zu, die nicht auf jede der 21 Fragen antworteten.

Es gibt allerdings Alternativen, die hohe Zahl der fehlenden Werte unter solchen Bedingungen zu umgehen. Einmal kann man alle fehlenden Antworten als „nicht lärmempfindlich“ deuten. Diese Methode ist jedoch unsicher, da man hier wiederum schätzt und keine genauen Zahlen hat.

Die Methode der Wahl in dieser Auswertung war die Bildung des Mittelwertes aller beantworteten Fragen pro Proband. Dabei wurden die Probanden, welche weniger als 80 Prozent angegeben haben, nicht mit in die Studie aufgenommen. Multiplizierte man diese Mittelwerte wiederum mit der Gesamtzahl der Fragen, so erhielt man wieder einen Summenscore.

Diese Art und Weise halte ich für gerechtfertigt, weil so nur 14 von 2235 Probanden aus der Wertung fielen. Die unverfälschte Bewertung der Lärmempfindlichkeit war damit gesichert.

Da der Weinsteinsummenscore, wie bereits erwähnt, an Studenten entwickelt wurde, stellt sich allerdings die Frage, ob die Übertragung auf Stichproben aus der Gesamtbevölkerung gerechtfertigt ist. Der Autor selbst, wies in seiner Studentenwohnheimuntersuchung auf die eingeschränkte Generalisierbarkeit hin [45]. Warum die schwedischen Autoren Ekehammer und Dornic die Generalisierbarkeit der Skala bestätigten, war aus ihrem Artikel nicht abzuleiten [53]. Da auch diese Untersuchung an Studenten durchgeführt wurde, fehlte der Bezug zur Gesamtbevölkerung. Somit konnte der Artikel meiner Meinung nach die Frage der Generalisierbarkeit nicht lösen.

Die deutsche Version wurde von Zimmer et al. entwickelt, wobei auch hier eine genügend große Reliabilität und Konstruktvalidität festgestellt werden konnte [44]. Doch da wiederum nur Studenten an dieser Studie teilnahmen, war die Generalisierbarkeit nicht gesichert.

Um dieses Problem zu beheben, haben Zimmer und Ellermeier den Weinstein-Fragebogen in der deutschen Version auf 52 Fragen erweitert [73]. Diese Version wurde an einer Stichprobe aus der Gesamtbevölkerung getestet und die Generalisierbarkeit ist nachgewiesen worden.

Die erweiterte deutsche Version des Weinstein-Fragebogens war zu Beginn der Berliner Lärmstudie noch nicht fertiggestellt und blieb somit unberücksichtigt. Zudem hätten die 52 Fragen allein zur Lärmempfindlichkeit unser zum Teil älteres und krankes Probandengut überfordert.

### 5.3 Zusammenhang zwischen Lärmbelästigung und Lärmempfindlichkeit

Sowohl am Tag als auch in der Nacht war ein positiver Zusammenhang zwischen der Lärmbelästigung und der Lärmempfindlichkeit statistisch signifikant nachweisbar.

Allerdings zeigte sich mit Hilfe des Korrelationskoeffizientens nach Pearson, dass der gegenseitige Einfluss von Lärmempfindlichkeit und Lärmbelästigung am Tag und in der Nacht ( $r_p = 0.23$  am Tag;  $r_p = 0.19$  in der Nacht) gering war.

Es ist interessant, dass sich die Korrelation am Tag stärker darstellte, als in der Nacht. Störfaktoren, wie Staub, Abgase und Stress, die vor allem am Tag zu finden sind, können die stärkere Korrelation zwischen Lärmbelästigung und Lärmempfindlichkeit am Tag erklären.

Man kann daraus schlussfolgern, dass ab einem gewissen Grad an Lärmempfindlichkeit eine allgemeine Sensitivität für die Umweltbelastung besteht, die bereits in der Tiroler Studie beschrieben wurde [67]. Diese allgemeine Sensitivität kommt am Tag mehr zum Ausdruck als in der Nacht und wird bei der Befragung nur durch die Lärmbelästigung erfasst.

Die Schlussfolgerung dieser Arbeit, dass die Lärmempfindlichkeit und die Lärmbelästigung kaum Einfluss aufeinander nehmen, steht im Widerspruch zu einigen Untersuchungen.

Betrachtet man die Art und Weise der Auswertungen dieser Untersuchungen genauer, so konnte keine von ihnen eine direkt lineare Beziehung unter standardisierten Bedingungen nachweisen. In der Tiroler Studie stellte man die Ergebnisse dichotom dar, bevor sie der multiplen Regression zugeführt wurden [67]. Eine andere Studie von Stansfeld et al. stellte nur in einem von zwei angewandten statistischen Modellen einen positiven Zusammenhang dar [74].

Des Weiteren zeigte sich, dass diese Studien teilweise nur an Frauen oder Studenten oder im Labor durchgeführt wurden [27, 45, 64]. Dass die Aufnahme nur eines Geschlechts in eine Studie Auswirkungen auf das Ergebnis hat, konnte durch eine Felduntersuchung in Bergen, die allein bei den Frauen einen Anstieg der Lärmempfindlichkeit mit der Lärmbelästigung fand, bestätigt werden [66].

Auch die Größen der Stichprobe variierten stark und waren häufig zu klein, wie zum Beispiel in der Laborstudie von Dornic. Hier wurden 18 Probanden eingeschlossen [3]. In der Laborstudie von Jonsson und Sörensen lag die Zahl der Probanden bei 266 Studenten [23].

In der vorliegenden Arbeit wurden durch die Aufnahme beider Geschlechter, einer weiten Altersspanne und einer großen Stichprobe von 2235 Personen diese Mängel vermieden.

Die Beachtung einer großen Anzahl von potentiellen Einflussfaktoren reduzierte die Gefahr der Darstellung von falschen Zusammenhängen.

Eine Amsterdamer Studie, an der 3445 Bürger der Stadt teilnahmen, kam zum gleichen Schluss, wie die vorliegende Arbeit. Es war kein relevanter Zusammenhang zwischen der Lärmempfindlichkeit und der Lärmbelastigung zu verzeichnen [34].

Betrachtete man die Lärmbelastigung am Tag in Abhängigkeit von der Lärmempfindlichkeit unter Einbeziehung des Geschlechts, des Alters und der soziodemografischen Faktoren im mehrfaktoriellen Modell, so waren 19 Prozent der Variationen der Lärmbelastigung am Tag erklärbar. Einen statistisch signifikanten Einfluss hatten neben der Lärmempfindlichkeit aber nur das Geschlecht, das Haushaltsnettoeinkommen und der Familienstand.

In der Nacht wurden 18 Prozent der Variationen der Lärmbelastigung durch die Lärmempfindlichkeit, das Alter und den Schulabschluss statistisch signifikant erklärt. Meiner Meinung nach wird der Hauptanteil der Lärmbelastigung am Tag und in der Nacht durch den objektiven Lärmpegel beeinflusst. Dies wurde in einer schwedischen Studie, die die Belastigung durch Fluglärm in der Umgebung der Flughäfen von Landvetter und Saveri untersuchte und in einer amerikanischen Studie, welche die Belastigung durch Fluglärm in der Nähe vom Illinois Airport beschrieb, bestätigt [14, 16]. Die Einbeziehung des Geschlechts, des Alters und der soziodemografischen Faktoren erklärte im mehrfaktoriellen Modell mit Hilfe der Kovarianzanalyse 17 Prozent der Variationen der Lärmempfindlichkeit. Alle untersuchten Faktoren hatten einen statistisch signifikanten Einfluss auf die Lärmempfindlichkeit.

Dass die Abhängigkeit der Lärmempfindlichkeit von diesen Faktoren deutlich größer war, als in der univariaten Auswertung durch die Lärmbelastigung allein, zeigt die Bedeutung der gleichzeitig vorhandenen Faktoren.

Es waren 83 Prozent der jeweils angegebenen Lärmempfindlichkeit nicht durch die untersuchten Faktoren beeinflussbar.

Ich stimme daher mit den Feldstudien von Belojevic et al. und von Lercher und Kofler überein, die den Hauptanteil der Lärmempfindlichkeit in der Persönlichkeit begründet sahen [46, 62, 67]. Auch in der Laborstudie von Zimmer et al., an der Studenten teilnahmen, ist die Lärmempfindlichkeit als Teil der Persönlichkeit beschrieben [44]. Wie die allgemeine Sensitivität einer Person, ist meiner Meinung nach die individuelle Lärmempfindlichkeit in einem bestimmten Rahmen konstant.

## 5.4 Soziodemografische Faktoren

Obwohl die Rolle der erhobenen Faktoren für die Beziehung der Lärmempfindlichkeit und der Lärmbelastigung gering ist, haben sich doch interessante Beobachtungen ergeben.

### I. Alter

Die große Anzahl der 55 bis 64-Jährigen bei Männern ist auf den typischen Altersgipfel des Herzinfarkts beziehungsweise des plötzlichen Herztodes in diesem Lebensabschnitt zurückzuführen. Die Epidemiologie der vaskulär bedingten Herzerkrankungen wurde bestätigt [70].

Die Beobachtung, dass sich bei Frauen kein Gipfel, sondern ein Anstieg der Häufigkeit des Herzinfarkts beziehungsweise des plötzlichen Herztodes mit dem Alter zeigte, ist aus der Literatur bekannt. Weibliche Hormone zögern vermutlich die Arteriosklerose der Gefäße und ihre Folgen zeitlich heraus [70].

Es ließ sich kein Zusammenhang zwischen dem Alter und der Lärmbelastigung am Tag nachweisen. Das entsprach den Angaben der Tiroler Studie, die aber die Lärmbelastigung nicht nach Tag und Nacht trennte [67].

In der Nacht zeigte sich in der mehrfaktoriellen Auswertung der vorliegenden Arbeit ein statistisch signifikanter Anstieg der Lärmbelastigung mit dem Alter.

In einer anderen Studie aus der ehemaligen DDR wurde eine statistisch signifikant höhere Lärmbelastigung in zwei Altersgruppen dargestellt [43]. Die Datenerhebung erfolgte hier durch die Auswertung von Eingaben an offiziellen Stellen aufgrund einer Lärmbelastigung. Die Altersverteilung der sich beschwerenden Personen entsprach den dominierenden Jahrgängen der Bevölkerungspyramide.

Die Lärmempfindlichkeit nahm mit steigendem Alter ab. Diese Assoziation war auch statistisch nachweisbar, aber gering.

In der norwegischen Studie von Nivison und Endresen, die an 82 Personen durchgeführt wurde, die beiderseits einer Straße mit moderatem und starkem Lärm wohnten, sowie in der Tiroler Untersuchung von Lercher und Kofler konnten dagegen keine Assoziationen gezeigt werden. [66, 67].

## II. Geschlecht

Frauen hatten eine statistisch signifikant höhere Lärmbelastigung am Tag zu ertragen als Männer. Ein Grund dafür könnte der längere Aufenthalt in der Wohnung sein. Da Frauen häufiger nicht arbeiten und früher in Rente gehen, können sie bei Fragen nach dem Wohnumfeld die täglichen Umweltbelastungen eher wiedergeben als Männer. Einschätzungen verschiedener Studien, wie zum Beispiel der Amsterdamer Studie von Meijer et al., der Feldstudie aus Bergen oder der Tiroler Studie gaben an, dass Frauen lärmempfindlicher sind [34, 66, 67]. Das wurde unter anderem mit der allgemein höheren Sensitivität der Frauen begründet.

Nach einem Laborexperiment haben Frauen einen kleineren Gehörgang mit geringerem abgeschlossenem Gehörgangsvolumen und somit anderen Druckverhältnissen, welche die Lautstärke erhöhen sollen [75]. Die Schlussfolgerung daraus, dass deshalb Frauen lärmempfindlicher sind als Männer, kann nach meinen Untersuchungsergebnissen aber nicht gezogen werden.

Hinsichtlich der Lärmempfindlichkeit gab es in der vorliegenden Untersuchung keine Unterschiede zwischen Männern und Frauen in der univariaten Auswertung.

## III. Schulabschluss

Der überwiegende Teil der Probanden hatte die Volksschule besucht bzw. den Hauptschulabschluss gemacht, was mit den Daten des Statistischen Bundesamtes übereinstimmte [76].

Mit ca. 23 Prozent war der Anteil der Abiturienten und Fachhochschüler in der Studie im Vergleich zu den Angaben des Statistischen Jahrbuchs für die Bundesrepublik Deutschland höher. Dort wurde ein Anteil der Gymnasial- und Fachhochschulabschlüsse von 17 Prozent angegeben [76].

Deskriptiv betrachtet konnte eine höhere Schulausbildung einer stärkeren Lärmbelastigung in der Nacht zugeordnet werden. Die statistische Analyse bestätigte den positiven Zusammenhang.

Am Tag hingegen war keine Beziehung nachweisbar.

In der Tiroler Studie wurde kein Zusammenhang zwischen dem Schulabschluss und der Lärmbelastigung beschrieben [67]. Jedoch wurde die Lärmbelastigung dort nicht nach Tag und Nacht getrennt.

Die Schulausbildung zeigte eine deutlich höhere Assoziation zur Lärmempfindlichkeit als alle anderen soziodemografischen Faktoren. Meiner Meinung nach stellte sie eine markante Größe dar. Die Untersuchungen von Stansfeld et al. in der Umgebung von London, von Meijer et al. in Amsterdam und von Nivison und Endresen in Bergen bestätigten die Assoziation [27, 34, 66]. Die Tiroler Studie konnte keinen Zusammenhang feststellen. [67].

#### IV. Haushaltsnettoeinkommen

Die Gruppe der mittleren Einkommensklasse war, wie in der gesamten deutschen Bevölkerung, am größten. Eine direkte Gegenüberstellung mit den Daten des Statistischen Bundesamtes war leider nicht möglich, da dort die Löhne und Gehälter in Brutto angegeben wurden [76].

Kritisch muss man die gesamte Auswertung im Bezug zum Einkommen einschätzen, weil 15 Prozent der Probanden keine Angaben machten. Das konnte mit der Umgebung des durchgeführten Interviews zusammenhängen, welches im Patientenzimmer teilweise mit mehreren Zuhörern stattfand.

Am Tag war ein Anstieg des Nettoeinkommens mit der Lärmbelästigung vorhanden. Untersuchungen von Stansfeld et al., Meijer et al. oder von Nivison und Endresen bestätigten die Assoziation zwischen dem Nettoeinkommen und der Lärmbelästigung [27, 34, 66].

Allerdings hat sich in der vorliegenden Studie kein Anhalt für einen Zusammenhang in der Nacht gezeigt.

Es existierte ein Einfluss des Haushaltsnettoeinkommens auf die Lärmempfindlichkeit. Eine positive Assoziation war in der univariaten Auswertung zu verzeichnen. Hohe Einkommen sind oft mit lärmarmen Arbeitsplätzen und/oder mit ruhigen Wohngebieten verbunden. Die fehlende Gewöhnung an einen permanent hohen Lärmpegel, kann als Ursache für die Angaben einer höheren Lärmempfindlichkeit gesehen werden.



Möglicherweise ist ein weiterer Faktor für die gefundene Assoziation verantwortlich. Die Beziehung zwischen der Schulausbildung und dem Einkommen, die statistisch nachzuweisen war, könnte einen Zusammenhang des Nettoeinkommens zur Lärmempfindlichkeit vorgetäuscht haben. Eine gute Schulausbildung erhöht die Wahrscheinlichkeit für ein später hohes Einkommen.

#### V. Personenanzahl im Haushalt

Mit einem Überwiegen der 2-3 Personenhaushalte wurde auch hier die Gesamtsituation in Deutschland widergespiegelt [76]. Die Kinder waren zumeist aus dem Haus und die Partner lebten wieder allein in ihrer Wohnung.

Die Einpersonenhaushalte bildeten die zweitgrößte Gruppe, in welcher höchstwahrscheinlich Lebensschicksale, wie Tod des Partners oder Scheidung, bereits stattgefunden hatten. Große Haushalte machten weniger als 10 Prozent aus. Das ist meiner Meinung nach auf die sozioökonomische Lage in der Bundesrepublik Deutschland zurückzuführen [76].

Dabei sind die Möglichkeit der Kontrazeption, die bessere finanzielle Lage mit keinem oder wenigen Kindern, die Zerstreuung der Familien durch Beruf und Altenheim als einige Ursachen zu nennen.

Die Beantwortung der Frage nach der Personenzahl durch die Probanden zeigte sich problematisch. Manche zählten ihre eigene Person mit, andere nicht. Zudem machte die Auswertung in der Hinsicht Schwierigkeiten, dass weitere Personen nicht näher beschrieben wurden. Es stellte sich zum Beispiel die Frage, ob die Mutter mit ihrer Tochter oder ihrem Partner zu zweit im Haushalt lebte. Mit Hilfe des Familienstandes konnte man diese Frage verallgemeinert beantworten. Zum Beispiel hatten von 2235 Probanden 1254 angegeben, dass zwei Personen in ihrem Haushalt lebten, wovon 1047 verheiratet waren. Damit lebten in mehr als 80 Prozent der 2 Personenhaushalte Ehepartner.

Deskriptiv betrachtet, schien eine Zahl von 2-3 Personen pro Haushalt mit einer höheren Lärmbelästigung durch Straßenverkehr sowohl am Tag als auch in der Nacht assoziiert zu sein. Eine geringere Belästigung durch Straßenlärm wurde in den Haushalten mit 1 Person sowie in den Haushalten mit 4 oder mehr Personen angegeben. Das lässt sich durch eine geringere Lärmbelastung in der Wohnung bei Alleinstehenden und einer Gewöhnung an Lärm in großen Haushalten erklären. Der Zusammenhang zwischen der Lärmbelästigung und der Personenzahl war jedoch nicht statistisch signifikant.

Die Lärmempfindlichkeit war in den 2-3 Personenhaushalten am größten. Lebte ein Proband allein, so waren Störungen durch Mitbewohner nicht möglich, sodass die dargestellten Situationen, kaum nachvollziehbar waren. Andererseits waren Probanden aus großen Personenhaushalten meist stark lärmbelastet und die dargestellten Situationen wohlbekannt. Aber auch hier kann bei der Angabe zur Lärmempfindlichkeit, wie bereits zur Lärmbelästigung ein Gewöhnungsprozess stattgefunden haben.

## VI. Familienstand

Wie für die Generation der 55 bis 70-Jährigen typisch, die vor allem in dieser Studie widergespiegelt wurde, überwog die konventionelle Ehe [76]. Bei der Aufnahme der Daten wurde die Ehe nochmals unterteilt in Paare, die zusammenlebten und Paare, die getrennt lebten. Mit 92 von 1444 Personen, die nicht zusammenlebten, obwohl sie verheiratet waren, betraf es nur ca. 6 Prozent. Sie wurden deshalb in der Auswertung der Kategorie der Verheirateten zugeordnet.

Die weiteren Möglichkeiten der Angaben, wie geschieden, ledig und verwitwet waren schwierig zu bewerten, da sie keine Auskunft darüber gaben, ob ein Partner mit im Haus lebte oder nicht. Der Vergleich mit den Angaben zur Personenzahl im Haushalt, die der jeweilige Proband machte, ermöglichte jedoch die Feststellung, dass die Mehrheit der Nichtverheirateten allein lebte.

Dem Familienstand konnte ein Einfluss auf die Lärmbelästigung am Tag durch Straßenverkehr nachgewiesen werden. Sie war in der Gruppe der Ledigen am geringsten. Ein Grund für diese Assoziation ist aus meiner Sicht nicht auszumachen. Die Studie aus der ehemaligen DDR von Schulze et al. stellte ebenfalls die Lärmbelästigung in Abhängigkeit vom Familienstand dar und bestätigte das Ergebnis der vorliegenden Arbeit. Dort fand sich absolut und prozentual (Anteil der Ledigen in der Bevölkerung) eine wesentlich geringere Zahl von Ledigen, die eine Eingabe wegen Lärmbelästigung machten, als bei den anderen Familienständen [43].

Eine erhöhte Lärmempfindlichkeit zeigte sich bei Probanden, die in einer Ehe oder eheähnlichen Gemeinschaft lebten. Sucht man nach einer Begründung, so fällt bei der Betrachtung der anderen Gruppen (ledig, geschieden, verwitwet) auf, dass hier mehr als zwei Drittel allein lebten. Das konnte eine Ursache für die geringere Lärmempfindlichkeit sein. Diese Personen hatten weniger Berührungspunkte mit unerwünschten Lärm innerhalb der Wohnung. Die dargestellten Situationen im Weinstein-Fragebogen waren daher für sie schwieriger nachzuvollziehen und meist nur aus der Vergangenheit bekannt.

Lärm muss kein unerwünschter Schall sein, wenn man sich nach Gesellschaft sehnt. Dieser Annahme steht die Aussage gegenüber, dass die Lärmempfindlichkeit ein unabhängiges Persönlichkeitsmerkmal ist. Ich halte das nicht für einen Widerspruch. Wie in der mehrfaktoriellen Auswertung deutlich wurde, war die Lärmempfindlichkeit bis zu 17 Prozent durch Faktoren von außen variabel. Das Persönlichkeitsmerkmal besitzt eine Grundtendenz, die in gewissen Grenzen verschiebbar ist.

## 5.5 Studiendesign und Datenerhebung

Die Bedeutung des Studienortes, basiert auf folgender These: Im Gegensatz zu Industriegebieten, wo der Geräuschpegel allgemein höher ist und die lärmverursachenden Objekte einen eventuellen Nutzen für die Bewohner mit sich bringen, werden die Bewohner ländlicher Gebiete vor allem durch den Verkehrslärm belästigt, dessen Nutzen für sie nicht erkennbar ist. Die Konsequenz daraus hat sich in der Untersuchung von Lercher und Kofler gezeigt, in der im Unterschied zu Lärmstudien in Industriegebieten die Angaben zur Lärmbelästigung bereits bei Pegeln von 40 bis 50 dB(A) hoch waren. Die Untersuchung fand in kleinen Orten Tirols statt [67].

Unterschiedliche Angaben zur Lärmbelästigung in Abhängigkeit von der Einstellung zu Kraftwagen konnten allerdings in einer Feldstudie an einer Straße in Bergen, die 82 Probanden zum Zusammenhang Lärmbelastung, Lärmbelästigung, Lärmempfindlichkeit und gesundheitlichen Konsequenzen untersuchte, nicht gezeigt werden [66].

Betrachtet man frühere Studien genauer, vergleicht das Probandengut, die Meßmethoden und die statistischen Berechnungsgrundlagen, so tun sich dort erhebliche Differenzen auf.

Wie bereits erwähnt, lief die Berliner Untersuchung im Rahmen einer Fall-Kontroll-Studie. Obwohl die Interventionsstudie den besten Nachweis kausaler Zusammenhänge liefert und für die wissenschaftliche Arbeit eine nicht wegdenkbare Methode ist, eignet sie sich nicht bei Effekten, die sich erst nach langjähriger Exposition zeigen. Aus diesem Grund ist sie für die Bewertung chronischer Lärmbelastungen unzweckmäßig.

Die Kohortenstudie ist für langjährige prospektive Beobachtungen nützlich. Hier kann man Probanden, die eine bestimmte Exposition aufweisen, über einen festgelegten Zeitraum verfolgen und das eventuelle Eintreten eines Ereignisses beobachten. Von Vorteil ist, dass mehrere Effekte der Exposition erfassbar sind und ein zeitlicher Zusammenhang zwischen der Exposition und dem Ereignis bestimmt werden kann. Jedoch von Nachteil ist der erhebliche Zeitaufwand verbunden mit hohen Kosten. Gerade aber die Folgen von Lärm sind nicht bereits nach ein oder zwei Jahren erkennbar.

Die gewählte Fall-Kontroll-Studie hat hier ihre Vorteile. Sie ist Zeit und Kosten sparend und kann mehrere Auslöser für einen Effekt erkennen. Von Nachteil ist hier, dass die Inzidenzrate des Effektes nicht direkt zu erheben ist. Des Weiteren ist sie anfällig für Selektions- und Beobachtungsbias.

## 5.6 Limitationen

Die Bestimmung der Lärmbelastigung und Lärmempfindlichkeit kann unabhängig von der Art der Datenerhebung durch viele Umstände erschwert werden. Nicht allen diesen Umständen kann man in den Untersuchungen gerecht werden.

Die individuelle Lärmbelastigung wird zum größten Teil durch den Lärmpegel der Großstadt bestimmt. Dieser wird von verschiedenen Menschen zum Teil sehr unterschiedlich aufgenommen und bewertet.

Problematisch sind auch zeitliche Schwankungen des Lärmpegels, wie zum Beispiel Wanderbaustellen, die in der Studie nicht erfasst werden konnten. Eine Trennung zwischen ständiger Lärmbelastigung und aktuellen Lärmbelastigungsspitzen ist kaum möglich. So hält auch Fidell es für denkbar, dass die geschilderte Belastigung durch Lärm sich einmal durch aus der Erinnerung langfristiger Durchschnitte ableiten wird oder aber besonders laute Einzelereignisse im Vordergrund stehen [77].

Auch der Stress ist ein beachtenswerter Einflussfaktor auf die Lärmbelastigung und Lärmempfindlichkeit. Vor allem der berufliche Alltag kann durch Arbeitsstress die Angaben zur Lärmempfindlichkeit und Lärmbelastigung verändern. Die Arbeitsstelle selbst und der dortige Lärmpegel sind mögliche Ursachen von verschiedenen Angaben zur Lärmbelastigung in gleichen Wohngebieten. Von dem Beruf sind teilweise auch die Schlafgewohnheiten abhängig. Nachtschichten führen zur zeitlichen Verschiebung der Schlafphase in den Tag, was eine wesentlich häufigere Störung durch Lärm zur Folge hat.

Ein nächster Punkt, der die Angaben zur Lärmbelastigung beeinflussen kann, ist die Freizeitbeschäftigung. Der Genuss der Ruhe im Garten wird durch den Lärm von der Straße gestört. Die Motorsportsendung im Fernsehen kann den Verkehrslärm überdecken.

Dem Wegzug aus lärmintensiven Gebieten ist ebenfalls Beachtung zu schenken. Wenn nur die Teile der Bevölkerung in lärmintensiven Gebieten wohnen, die der Lärm nicht belästigt oder denen die finanziellen Mittel für ruhigere Wohnsiedlungen fehlen, findet eine Selektion statt, die sich in der Datenerfassung niederschlägt.

Das Problem, dass manche Personen 24 Stunden am Tag zu Hause sind und andere nur kurze Phasen des Tages in der eigenen Wohnung verbringen, ist eine weitere Tatsache, die in der Datenerhebung zu bedenken ist. Vor allem bei den unterschiedlichen Angaben von Mann und Frau zur Lärmbelastigung am Tag, scheint dieser Fakt besonders zum Tragen zu kommen, da Frauen häufiger tagsüber zu Hause sind als Männer.

Die Wohndauer in der angegebenen Wohnung spielt vor allem für die Interpretation der Lärmbelastigung eine Rolle. Während der Interviews der vorliegenden Studie wurde deshalb bei einer Wohndauer von weniger als 5 Jahren zusätzlich die Frage nach der Lärmbelastigung in der alten Wohnumgebung gestellt. Da 95 Prozent der Probanden mehr als 5 Jahre in ihrer aktuellen Wohnung lebten, konnten die Angaben der Lärmbelastigung und der Lärmempfindlichkeit zum Zeitpunkt des Interviews mit den soziodemographischen Faktoren und der Lärmempfindlichkeit verglichen werden. Eine weitere Limitation der Interpretation einer Studie stellen mögliche Selektionsbias dar. Selektionsbias entstehen, wenn in die Auswahl einer Stichprobe zur Studie nicht alle geeigneten Personen aufgenommen werden. Das kann durch den begrenzten Umfang der Studie oder durch Personen, die nicht in die Studie einwilligen, geschehen. Die vorliegende Lärmstudie wurde in Berlin durchgeführt. So war sie repräsentativ für die Stadt Berlin, aber nicht für die ganze Bundesrepublik. Ländliche Regionen sind höchstwahrscheinlich einer anderen Lärmbelastigung ausgesetzt als Ballungsgebiete, speziell Berlin. Zu einer weiteren Selektion kam es, wenn Patienten, vorwiegend beruflich Selbstständige, die früh und gegen ärztlichen Rat entlassen wurden, nicht in der Studie erfasst worden sind.

Auch die Interviewbereitschaft limitierte die Datenerhebung. Große Angst um die Einhaltung des Datenschutzes, gesundheitliche Unfähigkeit zur Durchführung des knapp einstündigen Interviews und Probleme mit der Offenbarung mancher Details spielten eine wichtige Rolle. Besonders deutlich wurde es bei den Angaben zur Einkommenslage. Da 15 Prozent der Probanden keine Aussagen zum Haushaltsnettoeinkommen machten, sind die Ergebnisse nur eingeschränkt interpretierbar.

Doch oft kam es gar nicht erst zur Befragung, wenn die Vorbehalte unüberwindlich waren. Haustür- und Telefonverhandlungen mit negativen Erfahrungen sind häufig als Begründung genannt worden.

Regelmäßige Interviewerschulungen und ein standardisiertes Vorgehen erwiesen sich als sehr nützlich, um Beobachtungsbias zu minimieren. Diese können zum einen vonseiten des Interviewers („interviewer bias“) und zum anderen vonseiten des Probanden („recall bias“) eingebracht werden [78]. „Interviewer bias“ entstehen leicht bei interviewgestützten Untersuchungen. In der vorliegenden Arbeit kam es vor, dass sich die Probanden gelegentlich nicht an den genauen Wortlaut der Antwortskala hielten und der Interviewer gezwungen war sie darauf hinzuweisen und eine Hilfestellung zu geben. Das Wissen des Interviewers um den Zustand des Probanden konnte die Aussage des Probanden durch die Hilfestellung beeinflussen.

Das Wissen um das Thema beim Befragten und das Interesse des Interviewers an der Meinung des Probanden zu Lärm sind mögliche Ursachen für „recall bias“. Gerade die Herzinfarktpatienten könnten bei ihrer persönlichen Suche nach einer Erklärung für ihren Zustand den Lärm überbewertet haben. Die Unterbewertung des Lärms durch Verdrängung oder das Festhalten an anderen Erklärungsversuchen wäre ebenfalls möglich. Durch die Angaben des Interviewers, dass allgemeine Umwelteinflüsse auf die Häufigkeit des Herzinfarktes untersucht werden sollten, wurde die Gefahr von „recall bias“ minimiert.



## 5.7 Schlussfolgerung

Es war eine statistisch signifikante Beziehung zwischen der Lärmempfindlichkeit und der Lärmbelästigung durch Straßenverkehrslärm nachweisbar. Doch die Stärke der Assoziation zeigte sich gering. Die stärkere Korrelation am Tag ( $r_p = 0.23$ ) gegenüber der Korrelation in der Nacht ( $r_p = 0.19$ ) stellte die wichtige Rolle der allgemeinen Umweltstressoren dar, die am Tag mehr zum Tragen kamen als in der Nacht. Meiner Meinung nach sprechen die Ergebnisse dieser Untersuchung gegen einen praktisch relevanten Zusammenhang zwischen der Lärmempfindlichkeit und der Lärmbelästigung durch Straßenverkehrslärm.

Es wurden 19 Prozent der Variationen der Lärmbelästigung am Tag neben der Lärmempfindlichkeit durch Geschlecht, Haushaltsnettoeinkommen und Familienstand erklärt. Das Alter und der Schulabschluss erklärten zusammen mit der Lärmempfindlichkeit 18 Prozent der Variationen der Lärmbelästigungsangaben in der Nacht.

Man kann nach diesem Schluss die Angaben zur Lärmbelästigung durch Straßenverkehrslärm als Spiegel der Wohnsituation betrachten. Hier hatten 32 Prozent der Befragten eine mittlere bis sehr starke Lärmbelästigung angegeben. Es sind deshalb Präventivmaßnahmen, wie die Verbesserung des Straßenbelags oder die Errichtung von Lärmschutzwänden zu begrüßen.

Auch mit der Berücksichtigung von Geschlecht, Alter und soziodemografischen Faktoren waren die Variationen der Lärmempfindlichkeit nur zu 17 Prozent erklärbar, wobei alle untersuchten Faktoren einen statistisch signifikanten Einfluss hatten.

Die Lärmempfindlichkeit ist unabhängig von der Lärmbelästigung und repräsentiert eher einen Teil der individuellen Persönlichkeit.

Diese Erkenntnisse stellen eine wichtige Grundlage für die Beurteilung der beiden Faktoren in klinischen Studien zu Herz- Kreislauf-Erkrankungen dar.

## 6 Zusammenfassung

Die hohe Inzidenz von 300 bis 400 Herzinfarkten pro 100000 Personen der Bevölkerung pro Jahr zeigt die hohe gesundheitspolitische Bedeutung der Vorsorge. Bei der Frage nach wirkungsvollen präventiven Ansätzen steht die Suche nach möglichen Risikofaktoren mit an erster Stelle. Die Betrachtung des Lärms als möglicher Kofaktor bei der Pathogenese des Herzinfarktes beziehungsweise des plötzlichen Herztodes bildete den Schwerpunkt der epidemiologischen Lärmstudie Berlin. Die vorliegende Arbeit beschäftigte sich dabei vorwiegend mit dem Zusammenhang zwischen der Lärmbelastigung durch Straßenverkehrslärm und der Lärmempfindlichkeit. In den Analysen wurde die Korrelation zwischen beiden Variablen und die mögliche Beeinflussung dieser Korrelation durch andere Faktoren wie Alter, Geschlecht, Einkommen, Schulbildung oder Wohnsituation bestimmt.

Im Rahmen einer Fall-Kontroll-Studie (Patientenrekrutierung von 1998 bis 2001) wurden für den Zeitraum von zwei Jahren die Angaben von 2235 Probanden ausgewertet. Die Datenerhebung fand im Rahmen eines ca. einstündigen Interviews im Krankenhaus statt. Die Gruppe der Fälle bildeten die Patienten mit akuten Herzinfarkt. Die Kontrollgruppe setzte sich aus chirurgischen Patienten zusammen, nach Alter, Geschlecht und Krankenhaus „gematcht“. Neben Lärmempfindlichkeit und Lärmbelastigung wurden unter anderem die Schulausbildung, das Haushaltsnettoeinkommen, die Personenanzahl im Haushalt und der Familienstand erfasst. Die Beschreibung der erhobenen Daten in Tabellen und Diagrammen ging der analytischen Bewertung voraus, in welcher der mehrfaktorielle Ansatz in Form einer multivariaten Analyse von besonderem Interesse war.

Insgesamt wurden 2235 Probanden untersucht. Darunter befanden sich 1679 Männer im Alter von  $55.8 \pm 14.5$  Jahren und 556 Frauen im Alter von  $57.4 \pm 14.9$  Jahren. Die Lärmbelastigung am Tag und die Lärmempfindlichkeit hatten eine geringe Korrelation von  $r_p = 0.23$ . Die Stärke der Korrelation zwischen der Lärmbelastigung in der Nacht und der Lärmempfindlichkeit betrug  $r_p = 0.19$ .

Die Lärmbelästigung am Tag zeigte sich in Bezug zu Alter, Geschlecht und soziodemografischen Faktoren mit dem weiblichen Geschlecht, dem Haushaltsnettoeinkommen und dem Familienstand positiv assoziiert. Für die Lärmbelästigung in der Nacht stellte sich eine positive Assoziation mit dem Schulabschluss dar. Alle erhobenen soziodemografischen Faktoren und das Alter waren mit der Lärmempfindlichkeit positiv assoziiert.

Im mehrfaktoriellen Modell zeigte sich, dass 19 Prozent der Variationen der Lärmbelästigung am Tag neben der Lärmempfindlichkeit durch Geschlecht, Haushaltsnettoeinkommen und Familienstand erklärt wurden. Nachts wurden 18 Prozent der Variationen der Lärmbelästigung durch die Lärmempfindlichkeit, das Alter und den Schulabschluss erklärt.

Betrachtete man die Lärmempfindlichkeit als abhängige Variable von der Lärmbelästigung, dem Geschlecht, dem Alter und den soziodemografischen Faktoren waren 17 Prozent der Variationen der Lärmempfindlichkeit durch die Faktoren erklärbar. Damit kann die Lärmempfindlichkeit als ein relativ stabiles Persönlichkeitsmerkmal angesehen werden, welches durch die untersuchten soziodemografischen und Lärmbelästigungs-Variablen nur wenig beeinflusst wurde.

Es besteht eine signifikante, aber nur geringgradige Beziehung zwischen der Lärmbelästigung und der Lärmempfindlichkeit. In klinischen Studien zu Herz-Kreislaufkrankungen, die die Lärmempfindlichkeit und die Lärmbelästigung durch Straßenverkehrslärm als Risikofaktoren einbeziehen, sollte daher eine unabhängige und separate Betrachtung beider Faktoren erfolgen. Der hohe Anteil der Probanden, die durch den Straßenverkehrslärm belästigt wurden, zeigt, dass präventive Strategien, wie zum Beispiel die Verbesserung des Straßenbelags oder die Einrichtung von Lärmschutzwänden, durchaus erforderlich sind.

## 7 Literaturverzeichnis

---

- 1 Guski R. Lärm. Wirkungen unerwünschter Geräusche. Bern: Hans Huber; 1987(a).
- 2 Schick A. Schallwirkungen aus psychologischer Sicht. Stuttgart: Klett-Cotta; 1979.
- 3 Dornic S. Continuous noise, intermittent noise, and annoyance. *Percept Mot Skills*. 1989 Feb; 68 (1): 11-8.
- 4 Berglund B, Hassmen P, Job RF. Sources and effects of low-frequency noise. *J Acoust Soc Am*. 1996 May; 99 (5): 2985-3002.
- 5 Ising H, Sust CA, Plath P. Lärmwirkungen: Gehör, Gesundheit, Leistung. In: *Gesundheitsschutz*. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin; 1996.
- 6 Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung-ArbStättV) §15 vom 20.03.1975.
- 7 Abel SM. The extra-auditory effects of noise and annoyance: an overview of research. *J Otolaryngol*. 1990 Apr; 19 Suppl 1:1-13.
- 8 Ising H, Günther T, Markert B. Health effects of traffic noise. *Int Arch Occup Environ Health*. (1980); 47: 179-190.
- 9 Carter NL, Hunyor SN, Crawford G, Kelly D, Smith AJM. Environmental noise and sleep -A study of arousals, cardiac arrhythmia and urinary catecholamines. *Sleep*. 1994; 17, 4.

- 10 Maschke C, Arndt D, Ising H. Nächtlicher Fluglärm und Gesundheit: Ergebnisse von Labor-und Feldstudien. Bundesgesundhbl. 1995; 38 (4): 130-137.
- 11 Maschke C, Ising H, Hecht D. Schlaf-nächtlicher Verkehrslärm-Streß-Gesundheit:Grundlagen und aktuelle Forschungsergebnisse. Bundesgesundhbl. 1997; 40 (1): 3-10.
- 12 Knauer RH. Gefährliche Kakophonie. Fortschritte der Medizin. 1999; 117 ter Jg., Nr 14.
- 13 Sader M. Lautheit und Lärm- Gehörpsychologische Fragen der Schallintensität. Göttingen: Hogrefe; 1966.
- 14 Schomer PD. A survey of community attitudes towards noise near a general aviation airport. J Acoust Soc Am. 1983 Dec;74(6):1773-81.
- 15 Job RF. Community response to noise: A review of factors influencing the relationship between noise exposure and reaction. J Acoust Soc Am. 1988; 83: 991-1001.
- 16 Bjorkman M, Ahrlin U, Rylander R. Aircraft noise annoyance versus maximum noise levels. Arch Environ Health. 1992 Sep-Oct; 47 (5): 326-9.
- 17 Ellinghaus D. Lärm auf den Straßen. Uniroyal- Verkehrsuntersuchung Nr.14 (Ifaplan-Institut). Köln: Uniroyal-Presseinformation; 1989.
- 18 Baker CF. Annoyance to ICU noise: A model of patient discomfort. Crit Care Nurs Q. 1993; 16 (2): 83-90.

- 19 Kjellberg A, Skoldstrom B. Noise annoyance during the performance of different nonauditory tasks. *Percept Mot Skills*. 1991 Aug; 73 (1): 39-49.
- 20 Berglund B, Berglund U, Lindvall T. Scaling loudness, noisiness, and annoyance of aircraft noise. *J Acoust Soc Am*. 1975 Apr; 57 (4): 930-4.
- 21 Berglund B, Harder K, Preis A. Annoyance perception of sound and information extraction. *J Acoust Soc Am*. 1994 Mar; 95 (3): 1501-9.
- 22 Vera MN, Vila J, Godoy JF. Physiological and subjective effects of traffic noise: the role of negative self-statements. *Int J Psychophysiol*. 1992 May; 12 (3): 267-79.
- 23 Jonsson E, Sorensen S. Relation between annoyance reactions and attitude to source of annoyance. *Public Health Rep*. 1970 Dec; 85 (12): 1070-4.
- 24 Stansfeld SA, Haines MM, Brown B: Noise and health in the urban environment. *Rev. Environ Health*. 2000 Jan-June; 15 (1-2): 43-82.
- 25 Mackay CJ. The measurement of mood and psychophysiological activity using self-report techniques. In: Martin I, Venables PH, ed. *Techniques in psychophysiology*. Chichester: John Wiley & Sons, 1980: 501-62.
- 26 Kjellberg A. Subjective, behavioral and psychophysiological effects of noise. *Scand J Work Environ Health*. 1990; 16 (*suppl. 1*): 29-38.
- 27 Stansfeld SA, Clark CR, Jenkins LM, Tarnopolsky A. Sensitivity to noise in a community sample: I. Measurement of psychiatric disorder and personality. *Psychol Med*. 1985; 15: 243-254.

- 28 Borsky PN. Soziopsychological factors affecting the human response to noise exposure. *Otolaryngol Clin North Am.* 1979 Aug; 12 (3): 521-35.
- 29 Schulze B, Wolke G, Morstedt R, Ullmann R, Grossman G. Straßenverkehrslärm und Belästigungserlebnis. *Z Gesamte Hyg.* 1990 Apr; 36 (4): 201-3.
- 30 Topf M. Stress effects of personal control over hospital noise. *Behav Med.* 1992 Summer; 18 (2): 84-94.
- 31 Aparicio-Ramon DV et al. Subjective annoyance caused by environmental noise. *J Environ Pathol Toxicol Oncol.* 1993 Oct-Dec; 12 (4): 237-43.
- 32 Obst U, Reinhardt H. Probleme bei der Bewertung der Lästigkeit von Aufzugslärm. *Z Gesamte Hyg.* 1980; 26 (9): 681-3.
- 33 Bayo MV, Garcia AM, Garcia A. Noise levels in an urban hospital and workers' subjektive responses. *Arch Environ Health.* 1995 May-Jun; 50 (3): 247-51.
- 34 Meijer H, Knipschild P, Salle H. Road traffic noise annoyance in Amsterdam. *Int Arch Occup Environ Health.* 1985; 56 (4): 285-97.
- 35 Haines MM, Stansfeld SA, Job RF, Berglund B, Head J. Chronic aircraft noise exposure, stress responses, mental health and cognitive performance in school children. *Psychol Med.* 2001 Feb; 31 (2): 265-77.
- 36 Melamed S, Luz J, Green MS. Noise exposure, noise annoyance and their relation to psychological distress, accident and sickness absence among blue-collar workers- the Cordis Study. *Isr J Med Sci.* 1992 Aug-Sep; 28 (8-9): 629-35.

- 37 Morell S, Taylor R, Lyle D. A review of health effects of aircraft noise. Aust N Z J Public Health. 1997 Apr; 21 (2): 221-36.
- 38 Stansfeld SA, Gallacher J, Babisch W, Shipley M. Road traffic noise and psychiatric disorder: prospective findings from the Carphilly study. BMJ. 1996; 313: 266-7.
- 39 Gast PL, Baker CF. The CCU patient: Anxiety and annoyance to noise. Crit Care Nurse Q. 1989; 12 (3): 39-54.
- 40 Topf M. Personal and environmental predictors of patient disturbance due to hospital noise. J Applied Psychol. 1985; 70: 22-28.
- 41 Topf M, Dillon E. Noise-induced stress as a predictor of burnout in critical care nurses. Heart Lung. 1988 Sep; 17 (5): 567-74.
- 42 van Dijk FJ, Verbeek JH, de Fries FF. Non auditory effects of noise in industry.V.A field study in a shipyard. Int Arch Occup Environ Health. 1987; 59 (1): 55-62.
- 43 Schulze B, Mörstedt G, Ullmann R. Aspekte des subjektsspezifischen Hintergrundes von Lärmeingaben. Z Gesamte Hyg. 1981 27 H.11.
- 44 Zimmer K, Ellermeier W. Eine deutsche Version der Lärmempfindlichkeitsskala von Weinstein. Zeitschrift für Lärmbekämpfung. 1997; 44: 107-111.
- 45 Weinstein ND. Individual differences in reactions to noise: a longitudinal study in a college dormitory. J Appl Psychol. 1978 Aug; 63 (4): 458-66.



- 
- 46 Belojevic G. Subjektive sensitivity to noise. *Srp Arh Celok LEK*. 1991 Jul-Aug; 119 (7-8): 221-3.
- 47 Meister A, Benning Y, Brumm LM. Der NSI-eine Methode zum Nachweis akuter körperlicher Beschwerden bei Schall und Kombinationsbelastung. *Z Gesamte Hyg* 1989; 35 (8): 502-5.
- 48 Paul I. Individuelle Gehörempfindlichkeit und Schadensrisiko bei Lärmeinwirkung. *Z Gesamte Hyg*. 1987; 33 (5): 244-6.
- 49 Babisch W, Gallacher J, Ising H. Schallpegel oder subjektive Störung? *Bundesgesundhbl*. 1995; 4.
- 50 Neus H, Rüdell H, Schulte W. Traffic noise and Hypertension: An epidemiological study on the Role of subjective reactions. *Int Arch Occup Environ Health*. 1983; 51: 223-229.
- 51 Mc Kennell AC. Aircraft noise annoyance around London (Heathrow ) Airport. London: Central Office of Information; 1963 S.S. 337.
- 52 Anderson CM. The Measurement of Attitudes to Noise and Noises. National Physical Laboratory Acoustics Report, 1971 Ac 52.
- 53 Ekehammer B, Dornic S. Weinstein's noise sensitive scale: Reliability and construct validity. *Percept Mot Skill*. 1990 Feb; 70 (1): 129-130.
- 54 Stansfeld SA. Noise, noise sensitivity and psychophysiological studies. *Psychol Med*. 1992; *Suppl 22*: 1-44.

- 
- 55 Sanden A, Axelsson A. Comparison of cardiovascular responses in noise-resistant and noise-sensitive workers. *Acta Otolaryngol. Suppl* 1981; 377: 75-100.
- 56 Ellermeier W, Eigenstetter M, Zimmer K. Psychoacoustic correlates of individual noise sensitivity. *J Acoust Soc Am.* 2001 Apr; 109 (4): 1464-73.
- 57 Stansfeld SA, Clark CR, Turpin G, Jenkins LM, Tarnopolsky A. Sensitivity to noise in a community sample: II. Measurement of psychophysiological indices. *Psychol Med.* 1985; 15: 255-263.
- 58 Belojevic G, Ohrstrom E, Rylander R. Effects of noise on mental performance with regard to subjective noise sensitivity. *Int Arch Occup Environ Health.* 1992; 64 (4): 293-301.
- 59 Jelinkova Z, Picek M, Hyncica V. Psychophysiological factors determining responses to noise load. *Act Nerv Super (Praha).* 1988 Jun; 30 (2): 146-7.
- 60 Dudek B, Marszal-Wisniewska M, Merez-Kot D, Sulkowski W, Bortkiewicz A. Effects of noise on cognitive processes of individuals in a laboratory experiment. *Pol J Occup Med.* 1991; 4 (3): 269-79.
- 61 de Barbenza CM, de Uhrlandt MS, de Vila SN. Possible incidental factors in the treatment of noise sensitivity. *Acta Psiquiatr Psicol Am Lat.* 1989 Jul-Dez.; 35 (3-4): 152-9.
- 62 Belojevic G, Jakovljevic B. Subjective reactions to traffic noise with regard to some personality traits. *Environment International.* 1997 Vol.23, No 2, pp.221-226.
- 63 Eysenck & Eysenck. *Manual of the Eysenck Personality Questionnaire.* London: Hodder and Stoughton; 1975.

- 64 Ohrstrom E, Bjorkman M, Rylander R. Noise annoyance with regard to neurophysiological sensitivity, subjective noise sensitivity and personality variables. *Psychol Med.* 1988 Aug; 18 (3): 605-13.
- 65 Spielberger CD, Gorsuch RL & Lushene RE. *State Trait Anxiety Inventory*. California Consulting Psychologists Press: Palo Alto; 1970.
- 66 Nivison ME, Endresen IM. An analysis of relationships among environmental noise, annoyance and sensitivity to noise, and the consequences for health and sleep. *J Behav Med.* 1993 Jun; 16 (3): 257-76.
- 67 Lercher P, Kofler WW. Behavioral and health responses associated with road traffic noise exposure along alpine through-traffic routes. *The science of the total environment* 1996; 89/190: 85-89.
- 68 Topf M. Noise-induced stress in hospital patients: coping and nonauditory health outcomes. *J Human Stress.* 1985 Fall; 11 (3): 125-134.
- 69 Siegrist J. Adverse Health Effects of high effort / low-reward Conditions. *J Occup Health Psychol.* 1996;1 (1): 27-41.
- 70 Herold G. *Innere Medizin, Köln* 2001.
- 71 Staples SL. Human response to environmental noise. Psychological research and public policy. *Am Psychol.* 1996 Feb; 51 (2): 143-50.
- 72 Moran SV, Gunn WJ, Loeb M. Annoyance by aircraft noise and fear of overflying aircraft in relation to attitudes toward the environment and community. . *J Aud Res.* 1981 Oct; 21 (3): 217-25.

- 73 Zimmer K, Ellermeier W. Konstruktion und Evaluation eines Fragebogens zur Erfassung der individuellen Lärmempfindlichkeit. *Diagnostica*. 1998; 44 (1): 11-20.
- 74 Stansfeld SA, Sharp DS, Gallacher G, Babisch W. Road traffic noise, noise sensitivity and psychological disorder. *Schriftenr Ver Wasser Boden Lufthyg*. 1993; 88: 167-88.
- 75 Hellbrück J, Oguey MC, Seiler C. Sind geschlechtsspezifische Unterschiede in der Lautstärkeempfindung ein Artefakt der Gehörgangsgröße? *Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie*. 1984; 31 (3): 439-446.
- 76 Statistisches Bundesamt. *Statistisches Jahrbuch der Bundesrepublik Deutschland*. Stuttgart: Verlag Metzler-Poeschel; 2000.
- 77 Fidell S. Community response to noise. Jones, D. M. & Chapman, A.J. (Hrsg.): *Noise and society*. Chichester: Wiley; 1984: 247-277.
- 78 Hennekens CH, Buring JE. *Epidemiology in Medicine*. Boston/Toronto: Little, Brown and Company; 1987: 34-5.

## **Danksagung**

Sehr herzlich bedanken möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Willich für die freundliche Aufnahme in das Institut für Sozialmedizin, Epidemiologie und Gesundheitsökonomie der Medizinischen Fakultät Charité der Humboldt-Universität zu Berlin und für die Überlassung dieses Themas.

Bedanken möchte ich mich auch bei Herrn Dr. Keil für die kreativen wissenschaftlichen Beiträge zu allen Fragen der Epidemiologie.

Bei den vielen Stationsärzten der verschiedenen Krankenhäuser für ihre Geduld und ihr Verständnis bei der Suche nach geeigneten Patienten

## Lebenslauf

### Persönliche Daten:

Name, Vorname:	Stölzel, Katharina geb. Rayner
Geburtsdatum/ort	10.04.1976, Berlin
Wohnort	Brahmsstr. 9a, 81677 München
Staatsangehörigkeit:	deutsch
Familienstand	verheiratet, 1 Kind

### Ausbildung:

1982–1990	Polytechnische Oberschule, Bad Freienwalde
1990-1995	Bertolt Brecht-Gymnasium, Bad Freienwalde
1995	Erlangung der Allgemeinen Hochschulreife, Note 1,4
Mrz. 1995	Landeswettbewerb „Jugend forscht“ 2. Preisträger
Okt. 1995- Okt. 1999	Studium der Humanmedizin an der Humboldt-Universität zu Berlin
Aug. 1997	Ärztliche Vorprüfung, Note 1,6
Aug. 1998	1. Staatsexamen, Note 1
Okt. 1999	Studienplatzwechsel an die LMU München
Apr. 2001	2. Staatsexamen, Note 1,6
Nov. 2002	3. Staatsexamen, Note 1

**Famulaturen:**

Feb. 1998

Innere: Bad Saarow

Sept. 1998

HNO: Bad Saarow

Aug. 1999

Chirurgie: München

Aug. 2000

Orthopädie: Bad Freienwalde

**Praktisches Jahr:**

Aug. 2001- Nov. 2001

Chirurgie: KKH Harlaching, München

Dez. 2001- Mrz. 2002

HNO: Klinikum Großhadern, München

Apr. 2002- Jul. 2002

Innere: KKH Harlaching, München

**Ärztin im Praktikum:**

seit Dez. 2002

HNO: Klinikum Großhadern, München

München, den 18.06.2003

**Erklärung an Eides Statt**

Ich erkläre eidesstattlich, dass die Dissertation von mir ist und ohne die Hilfe Dritter verfasst wurde. Sie stellt auch nicht in Teilen Kopien anderer Arbeiten dar und die benutzten Hilfsmittel sowie die Literatur sind vollständig angegeben.

München, den 18.6.03