

Aus dem Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin
Heinrich-Heine Universität Düsseldorf

Kommissarische Direktorin: Prof. Dr. med. Sieglinde Schwarze

**Auswirkungen der Dauerbelastung durch Fluglärm auf den
Gesundheitszustand von Anwohnern eines nachtaktiven Flughafens**

Dissertation

Zur Erlangung des Grades eines Doktors der
Medizin
der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität
Düsseldorf

vorgelegt von

Dirk Schult am Baum

2008

Als Inauguraldissertation gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

gez. Univ.-Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. Bernd Nürnberg
Dekan

Referentin: Borsch-Galetke

Korefferent: Boege

Für
Mama und Papa

Inhaltsverzeichnis

1.	Einführung und Grundlagen	7
1.1	Ziele der Arbeit	7
1.2	Definition, Erfassung und Messung von Schall	8
1.2.1	Physik des Schalls	8
1.2.2	Der Begriff der Lautstärke	12
1.2.3	Erfassung und Quantifizierung von Lärm	13
1.3	Was ist Lärm?	16
1.4	Wirkungen und Gesundheitsstörungen durch Schall	17
1.4.1	Aurale Wirkung von Schall	18
1.4.2	Extraaurale Wirkung von Schall	19
1.5	Hypothesen	22
2.	Material und Methode	26
2.1	Kollektiv	26
2.2	Datenerfassung	28
2.3	Statistik / Auswertung	29
3.	Ergebnisse	30
3.0	Beschreibung der Stichproben	30
3.0.1	Soziodemografische Daten (SD)	30
3.0.1.1	Geschlecht	30
3.0.1.2	Alter	30
3.0.1.3	Berufstätigkeit	31
3.0.1.4	Durchschnittliche Abwesenheit der Probanden an Wochentagen und Wochenenden	32
3.0.1.5	Größe und Gewicht	32
3.0.1.6	Rauchverhalten	33
3.0.1.7	Einzugsjahr	33
3.0.1.8	Allgemeine Lärmempfindlichkeit	34
3.0.2	Wohnsituation	35

3.0.2.1	Mieter oder Eigentümer	35
3.0.2.2	Wohnobjekt	35
3.0.2.3	Fensterart	36
3.1	Gesundheit	37
3.1.1	Allgemeine Gesundheit	37
3.1.1.1	Einschätzung des gegenwärtigen Gesundheitszustandes	37
3.1.1.2	Zufriedenheit mit dem Gesundheitszustand	38
3.1.1.3	Häufigkeit von körperlichem Unwohlsein	39
3.1.1.4	Einschätzen der Blutdruckwerte	40
3.1.1.5	Patienten in Behandlung wegen hohen Blutdrucks	41
3.1.1.6	Einnahme von blutdrucksenkenden Medikamenten	42
3.1.1.7	Körperliche Beschwerden	43
3.1.1.8	Summe der Symptome (ohne Lärm- und Geruchsbelästigung)	44
3.1.1.9	Zeitpunkt des letzten Arztbesuchs	45
3.1.2	Gesundheit und Fluglärm	46
3.1.2.1	Einschätzung des Einflusses von Flugverkehr auf die Gesundheit	46
3.1.2.2	Allgemeine Gesundheitsschädigung durch Fluglärm	47
3.1.2.3	Schädigung der eigenen Gesundheit durch Fluglärm	48
3.1.2.4	Arztbesuch infolge gesundheitlicher Probleme durch Fluglärm	49
3.1.2.5	Ärztliche Behandlung infolge der Beschwerden durch Fluglärm	50
3.1.2.6	Häufigkeit körperlichen Unwohlseins infolge von Flugverkehr	51
3.1.2.7	Häufigkeit von Bluthochdruck infolge von Flugverkehr	52
3.1.2.8	Häufigkeit von Atembeschwerden infolge von Flugverkehr	52
3.2	Schlafstörungen	53
3.2.1	Allgemeine Schlafstörungen	53
3.2.1.1	Akutes Auftreten von Schlafstörungen	53
3.2.1.2	Häufigkeit von Einschlafstörungen	54
3.2.1.3	Häufigkeit von Durchschlafstörungen	55
3.2.1.4	Häufigkeit des Aufwachens pro Nacht	56
3.2.2	Fluglärmbedingte Schlafstörungen	56

3.2.2.1	Häufigkeit von Einschlafschwierigkeiten infolge von Flugverkehr	56
3.2.2.2	Häufigkeit von nächtlichem Aufwachen infolge von Fluglärm und Häufigkeit der Wahrnehmung nächtlicher (unzumutbarer) Flugzeuggeräusche (22.00 Uhr bis 06.00 Uhr)	58
3.3	Belästigung	60
3.3.1	Allgemeine Belästigung durch störende Umwelteinflüsse	60
3.3.2	Belästigung durch Flugverkehr	61
3.3.2.1	Hinderung der Entspannung und Ruhe durch Flugverkehr	61
3.3.2.2	Bedürfnis sich wegen Flugverkehr nicht im Freien aufzuhalten	61
3.3.2.3	Belästigungsintensität von Fluglärm	62
3.3.2.4	Zumutbarkeit von Flugverkehr	63
4.	Diskussion	65
5.	Fazit	77
6.	Literatur	80
7.	Tabellenverzeichnis	86
8.	Abbildungsverzeichnis	88
9.	Anhang	90

1. Einführung und Grundlagen

1.1 Ziel der Arbeit

Fluglärm stellt in unserer schnelllebigen, ein hohes Maß an Flexibilität fordernden Gesellschaft ein immer größeres Problem dar.

Zunehmender Flugverkehr sorgt bei wachsenden Passagierzahlen und sich ausdehnenden Hafenanlagen dafür, dass eine steigende Anzahl von Anwohnern durch Lärm belastet wird.

Die Notwendigkeit, steigende Anforderungen der Fracht- und Personenbeförderung zu bewältigen, zwingt dazu, diese näher an industrielle und ökonomische Strukturen anzubinden, und führt dazu, dass mit Flugzeugen und -häfen auch der von ihnen ausgehende Lärm immer näher an private Wohnanlagen rückt.

Auch der Anspruch, insbesondere berufstätiger Menschen, „zentral“ zu wohnen, resultiert in einer zunehmenden Ausdehnung der Wohngebiete in Richtung Flughafen.

Bedingt durch diese Entwicklungen, stehen einst ruhige Bereiche nun unter dem Einfluss von Lärm, und neue Siedlungsgebiete erfüllen die Ansprüche für ungestörtes Wohnen oft nicht mehr. Gleichzeitig laufen kompensatorische Bestrebungen der Hersteller, mit neuer Technologie und leiser werdenden Triebwerken für weniger Lärmbelastung zu sorgen.

Da die direkte Nähe der Bevölkerung zum Flughafen steigt und somit immer größere Volksgruppen von Fluglärm beeinträchtigt werden (Brög et al. 1982), hat die nachfolgende medizinische Untersuchung zum Ziel zu objektivieren, ob durch diese Belastung eine Gesundheitsbeeinträchtigung insbesondere psychischer Art bei Anwohnern eines nachtaktiven Großflughafens in Nordrhein-Westfalen feststellbar ist.

1.2 Definition, Erfassung und Messung von Schall

Zur Beschreibung der Wirkungsweise von Lärm soll im Folgenden kurz auf die Physik des Schalls eingegangen werden.

1.2.1 Physik des Schalls

Als Schall bezeichnet man Schwingungen und Wellen im Frequenzbereich zwischen 16 Hz und 20 kHz, die über das menschliche Ohr Ton-, Klang- und Geräuschempfindungen hervorrufen. Die Bereiche außerhalb dieser Wellen zählen zum Infraschall (tieffrequent) oder zum Ultraschall (hochfrequent) und spielen für die Wahrnehmung keine Rolle.

Schall kann sich in verschiedenen Medien unterschiedlich schnell ausbreiten, und zwar in Luft mit ca. 330 m/s, in Wasser mit ca. 1.440 m/s.

Eine Quelle, z.B. das Triebwerk eines Flugzeugs, produziert Druckverdichtungs- und -verdünnungszonen, die sich in Form von *Wellen* (Abbildung 1), je nach Schallerzeuger mit unterschiedlicher *Amplitude* und *Frequenz* ausbreiten.

Die Anzahl der Perioden pro Sekunde nennt man Frequenz, die in der Einheit Hertz (Hz) angegeben wird.

Eine Periode entspricht einer vollständigen Schwingung (pro Periode gibt es zwei Nullpunkte).

Die Höhe, mit welcher die Schallwelle um den definierten Nullpunkt schwingt, nennt man Amplitude.

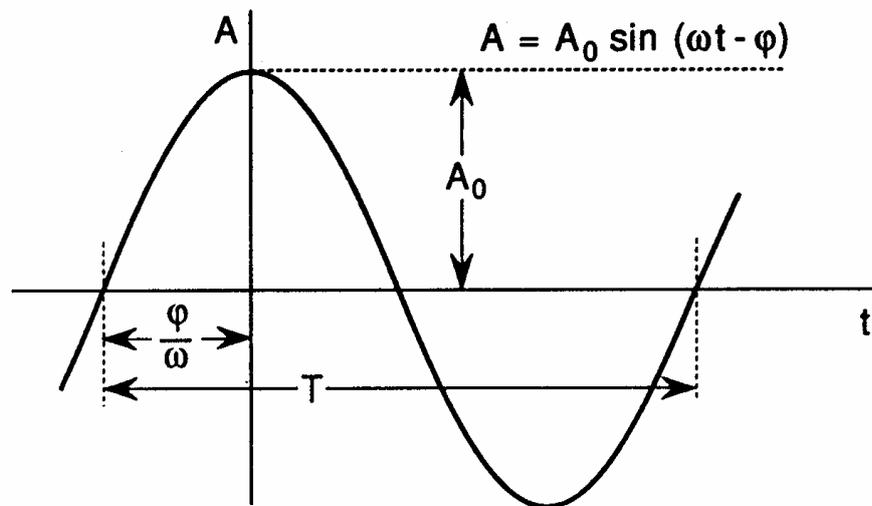


Abb. 1: Zeitliche Veränderung des Schalldruckes an einem festgehaltenen Raumpunkt bei der Ausbreitung einer Schallwelle
 T: Periodendauer, $1/T = f$ (Frequenz), $\omega = 2\pi f$
 A: Amplitude
 φ : Phase, Abstand zwischen dem Nulldurchgang und dem Koordinatenursprung im Bogenmaß
 Wellenlänge $\lambda = c/f$; c: Ausbreitungsgeschwindigkeit des Schalls.
 Aus Rebertsch et al: Gesundheitsgefahren durch Lärm (1994)

Dies bedeutet, dass Schall, bzw. Schallwellen Energie enthalten, die pro Zeiteinheit durch eine bestimmte Fläche hindurchströmt und Moleküle in Bewegung setzt. Hierdurch entstehen in der Luft Änderungen des Drucks (Schalldruck), welche in Mikrobar, Newton pro Quadratmeter oder in Pascal angegeben werden.

Um nun den Schall quantitativ messen und dokumentieren zu können, wurde der Begriff der Schallstärke eingeführt. Diese berechnet sich als Quotient aus Schalleistung und beschallter Fläche:

$$\text{Schallstärke} = \frac{\text{Schalleistung}}{\text{Beschallte Fläche}}$$

Die Schalleistung ist der Quotient aus übertragener Schallenergie ΔE und benötigter Zeit ΔT (Einheit: Watt).

Die Maßeinheit der Schallstärke im SI ist W/m^2 .

Da sich bei Messung von üblichen komplexen Geräuschen wie Musik oder Sprache Schallstärken im Bereich von 10^{-2} bis $10^{-10} W/m^2$ ergeben, wäre es notwendig, mit sehr kleinen, „unhandlichen“ Zahlen umgehen zu müssen.

Daher wurde die Einheit Dezibel eingeführt, die bis zum heutigen Tage internationale Gültigkeit hat.

Die Einheit Dezibel ist logarithmisch aufgebaut. Dezi-Bel heißt soviel wie Zehntel-Bel. Bel ist eine nach dem Erfinder des Telefons, dem Schotten Alexander Graham Bell (1847-1922), benannte logarithmische Vergleichseinheit.

Man schreibt SPL (Sound Pressure Level) oder L_p , um vom so genannten Schalleistungspegel L_w zu unterscheiden.

Der Schalleistungspegel ist ein Schallstärkepegel, bezogen auf eine Testfläche von einem Quadratmeter.

$$L_w \geq L_p = SPL$$

Der Schallstärkepegel = Schallintensitätspegel kann auf beliebige Testflächen bezogen werden.

Die Schallintensität kann nur über den Schalldruck bestimmt werden – daher SPL.

Folgende Definitionen gelten:

$$\text{Schallstärke in Bel} = \lg \text{ Schallstärkepegel/Vergleichspegel}$$

$$\text{Schallstärke in Dezibel} = 10 \lg \text{ Schallstärkepegel/Vergleichspegel}$$

Der Vergleichspegel ist als $10^{-12} W/m^2$ festgelegt, so dass sich folgende Schallstärkepegel entsprechend in Dezibelwerte umrechnen lassen:

- $10^{-12} \text{ W/m}^2 = 0 \text{ Dezibel}$
- $10^{-11} \text{ W/m}^2 = 10 \text{ Dezibel}$
- $10^{-10} \text{ W/m}^2 = 20 \text{ Dezibel}$
- $10^{-9} \text{ W/m}^2 = 30 \text{ Dezibel}$

In der Medizin spielt die Einheit Dezibel u.a. bei der Quantifizierung einer Hörminderung eine Rolle. Z.B. bedeutet ein Hörverlust von 13 dB, dass der Patient einen Ton nur dann gleichlaut hört wie ein Hörgesunder, wenn die Schallstärke um 13 dB größer ist. 13 dB entsprechen dem Faktor $10^{1,3} = 20$.

Wenn Schall verschiedener Frequenz als Schallstärkepegel gemessen wird, geschieht dies unter Bezug auf den frequenzunabhängigen Bezugsschalldruck p_0 . Somit wird bei der Definition des Schalldrucks die unterschiedliche Empfindlichkeit des Ohres bei unterschiedlichen Frequenzen nicht berücksichtigt.

Aus diesem Grund wurden bei der Schallpegelmessung Filter zwischengeschaltet, um verschiedene Frequenzanteile unterschiedlich bewerten zu können. Diese Filtercharakteristiken werden mit A, B, C, D bezeichnet (Abbildung 2).

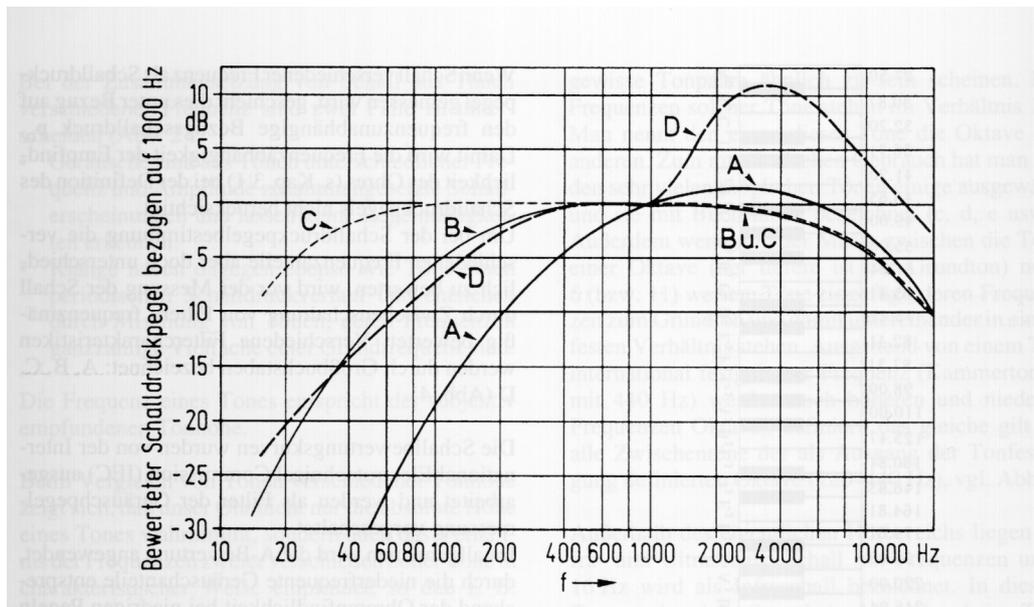


Abb. 2: Die verschiedenen Filtercharakteristiken (A, B, C, D) für die Schallstärkepegelmessung.
 Aus Rebentisch et al.: Gesundheitsgefahren durch Lärm (1994)

Meist wird eine A-Bewertung vorgenommen, durch die niederfrequente Geräuschanteile entsprechend der Ohrempfindlichkeit bei niedrigen Pegeln geringer bewertet werden als höherfrequente Anteile.

1.2.2 Der Begriff der Lautstärke

Wie aus obigen Ausführungen ersichtlich, beziehen sich Schallstärke und Schalldruck nur auf die *physikalischen* Eigenschaften von Schallwellen. Sie machen keinerlei Aussagen über die *Lautstärke* eines Schallereignisses. Diese ist aber genau das, was den Menschen im Normalfall an Schall interessiert, wenn es sich um „Umweltschall“ handelt.

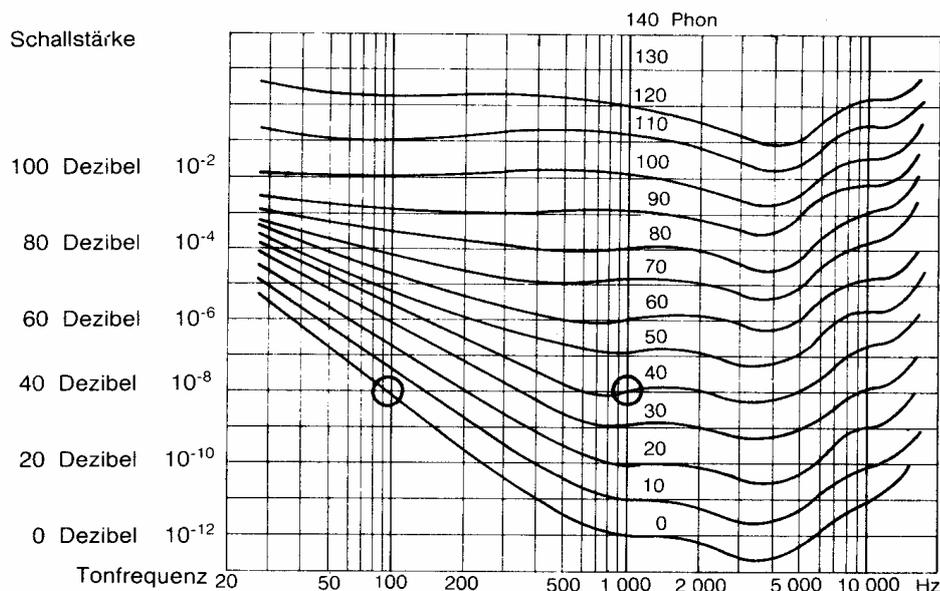


Abb. 3: Kurven gleicher Lautstärke in Phon nach Fletcher und Munson. Die x-Achse stellt die Frequenz dar, die y-Achse die Schallstärke, jeweils in logarithmischem Maßstab. Die Kurvenschar bezieht sich auf die Töne gleicher Lautstärke, wobei bei 1000 Hertz die Lautstärke in Phon gleich der Schallstärke in Dezibel ist. Die Kreise beziehen sich auf den Vergleich von Lautstärke- und Schallstärkeskala: Ein Ton von 40 Dezibel hat bei 1000 Hz die Lautstärke von 40 Phon und bei 90 Hz die Lautstärke von 0 Phon. Aus Harms: Physik für Mediziner und Pharmazeuten (1992)

Lautstärke ist eine physiologische Größe. Sie wird in der Einheit *Phon* angegeben (Abbildung 3).

Die Hörschwelle des menschlichen Ohres hängt von der Frequenz des Tones ab. Dies hat zur Folge, dass Töne gleicher Schallstärke, aber unterschiedlicher Frequenz als verschieden laut empfunden werden.

Man hat festgelegt, dass Töne, die gleichlaut erscheinen, denselben Lautstärkewert erhalten, also die gleiche Phonzahl. Zusätzlich ist definiert worden, dass Schallstärke- und Lautstärkeskalen in Dezibel und Phon bei 1.000 Hz übereinstimmen. Dies hat zur Folge, dass ein Ton beliebiger Frequenz von x Phon dieselbe Lautstärke hat, wie ein Ton von 1.000 Hz und x Dezibel.

1.2.3 Erfassung und Quantifizierung von Lärm

Im Zuge der Industrialisierung und Zunahme der Bevölkerung wurde als Lärm empfundener Schall ein immer stärker werdendes Problem, so dass es notwendig wurde, das psychische Phänomen Lärm zu quantifizieren. Ziel der Lärmforschung ist es, möglichst objektive Beschreibungsparameter für das Wirkpotenzial akustischer Situationen zu entwickeln.

Bis heute gilt als weitverbreitetes Maß der energetische Mittelungspegel L_{eq} (equivalent noise level), der auch energieäquivalenter Dauerschallpegel genannt wird. Er wird A-bewertet (LA_{eq}).

Die Einheit, in der er angegeben wird, ist dB(A).

$$L_{eq} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \int_0^T 10^{0,1 L(t)} dt \right) \text{ oder } L_{eq} = 10 \lg \left(\left[\int_0^T 10^{L(t)/10} dt \right] / T \right)$$

T = Zeit

Nach Jansen und Haas (1991), zitiert in Vogt (1993)

Um den L_{eq} zu ermitteln, wird in einem definierten Zeitraum die physikalische Schallenergie gemessen und über die Zeit gemittelt. Die akustische Situation hierfür wird mit einem Wert, der einem energieäquivalenten Dauergeräusch entspricht, beschrieben.

Die Energieäquivalenz ist gekennzeichnet durch den Halbierungsparameter $q = 3$. Dieser gibt bei zeitunabhängigem Pegel die Erhöhung an, die zum gleichen Mittelungspegel führt, wenn die Geräuschkdauer halbiert wird. Ein 1.000 Hz Sinuston von 10 Minuten Dauer und 87 dB wäre z.B. einem 1.000 Hz Sinuston von 5 Minuten Dauer und 90 dB energieäquivalent.

Die Skalierung des L_{eq} führt dabei zu folgenden Relationen: Er steigt um 3 dB(A) an, wenn sich die Kfz-Dichte verdoppelt, der Anteil der LKW-Dichte von 5 % auf 20 % ansteigt oder die innerörtliche Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h auf 80 km/h erhöht wird.

Es gab deutliche Kritik am A-bewerteten L_{eq} , da dieser die Frequenzabhängigkeit der Lautheitsempfindung berücksichtigt, dabei aber Phon-Kurven für geringe Lautstärken zugrunde gelegt werden. Hierbei wird aber nicht berücksichtigt, dass es Geräusche gibt, die trotz geringer Lautstärke als unangenehm empfunden werden, z.B. Flüstergeräusche von Sitznachbarn während des Theaterbesuchs, und es gibt auch Geräusche, wie z.B. Musik, die laut gehört als angenehm empfunden werden. Ein weiterer der vielen Kritikpunkte ist die Vernachlässigung der Pegel-Zeit-Beziehung. So wird ein kurzer lauter Knall einem leiseren, länger dauernden Geräusch gleichgesetzt.

Diese Problematik haben Brög et al. 1982 untersucht. Sie legten dar, dass kontinuierlicher Straßenverkehrslärm bei gleichem Mittelungspegel störender empfunden wird als intervallartig auftretender Fluglärm.

Dies würde bedeuten, dass Menschen, die an einer Hauptstraße mit hohem, gleichmäßigem Verkehrsfluss leben, stärker belästigt sind als Anwohner eines Flughafens. Dies scheint aber nicht die Empfindung der Bevölkerung widerzuspiegeln.

Fluglärm wird in der Regel als extrem störend empfunden. Diese Wirkung wird dadurch verschärft, dass die Intensität der Geräusche sehr hoch ist und er überraschend auftritt, d.h. nicht vorhersehbar ist.

In Folge der berechtigt scheinenden Kritik am oben genannten Verfahren wurde im Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm (1971) eine Messmodifikation beschlossen (BGBL I, 1971). So wurde festgelegt, dass der höchste Schallpegel am Immissionsort aus der Emission des Luftfahrzeuges unter Berücksichtigung des Abstandes zur Flugbahn und des Schallausbreitungsverhältnisses berechnet wird.

Die Dauer des Geräusches wird als der Zeitraum definiert (Vogt 1993), in dem das Geräusch weniger als 10 dB(A) unter dem Maximalpegel liegt. Aus diesen Daten berechnete man für die sechs verkehrsreichsten Monate einen äquivalenten Dauerschallpegel. Ferner änderte man den Halbierungsparameter von $q = 3$ zu $q = 4$. Somit wird die Erhöhung des Pegels eines Schallereignisses um 4 dB in der Wirkung einer Verdoppelung seiner Dauer gleichgesetzt. Daraus folgt, dass der Logarithmus der gemittelten Schallenergie nicht mit 10 (siehe Gleichung oben), sondern mit 13,3 multipliziert wird.

Der Wert, den man aus folgender Gleichung erhält, ist somit keine energieäquivalente Schallbewertung, da über $q = 4$ versucht wird, die Wirkungsabhängigkeit von Dauer **und** Pegel zu berücksichtigen.

$$13,3 \lg \sum g_i t_i/T 10^{L_i/13,3} \quad \text{oder} \quad L_{eq4} = 13,3 \lg \left[\int 10^{L(t)/13,3} dt/T \right]$$

Hauptunterschied zwischen diesem L_{eq} nach dem Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm und dem traditionellen L_{eq} mit $q = 3$ ist, dass die Anzahl der Schallereignisse die berechneten Werte beeinflusst. Sind wenig Schallereignisse zu verzeichnen, ergibt der L_{eq} mit $q = 3$ höhere Werte. Ist die Anzahl der Schallereignisse sehr groß, findet man höhere Werte beim L_{eq} mit $q = 4$.

Auch an diesem konkreten Erfassungsverfahren kann man Kritik üben. Ist nämlich die Anzahl der Flugbewegungen gering, könnte man bemängeln, dass Flugzeuge schwächer bewertet werden als andere Lärmemittenten, bei denen

der L_{eq3} zur Anwendung kommt. Dies würde zu einer Unterschätzung der Belastung – im Vergleich zu anderen Lärmquellen – führen.

All diese Kritik macht deutlich, dass das Phänomen „Lärm“ noch weiterer Klärung bedarf.

1.3 Was ist Lärm?

Lärm ist ein physiologisches Phänomen, mit dessen Definition sich schon zahlreiche Arbeiten beschäftigten:

Harris definierte beispielsweise schon 1957 Lärm als „unwanted sound“. Sader sagte 1966: „Ob eine akustische Gegebenheit als Lärm empfunden wird und/oder bezeichnet wird, ist vielmehr eine Frage der individuellen Apperzeption oder Auffassung, der raumzeitlichen Einbettung, der Einstellung gegenüber dem Geräusch und seinem Erzeuger, insgesamt also in erster Linie von psychischen Gegebenheiten abhängig.“

Die DIN 1320 (Baumüller et al. 1994) definiert: „Hörschall, der die Stille oder eine gewollte Schallaufnahme stört oder auch Hörschall, der zu Belästigungen führt, ist Lärm.“

1977 erklärten Backhausen et al. dann Schall zu Lärm, wenn er zu laut und zu oft zu unangenehm in Erscheinung tritt.

In der VDI-Richtlinie 2058/1 (1985) findet sich folgende Definition nach TA-LÄRM: Lärm ist Schall (Geräusch), der Nachbarn oder Dritte stören (gefährden, erheblich benachteiligen oder erheblich belästigen) kann oder stören würde.

Alle diese Definitionen hören sich unterschiedlich an, jedoch steht bei allen das Gleiche im Vordergrund, nämlich die subjektive, individuelle Bewertung eines Schallereignisses. Daher lässt sich Lärm vereinfacht folgendermaßen definieren:

Lärm gilt als allgegenwärtiger, negativ interpretierter Schall.

(Rebentisch et al. 1994)

Gleichlauter Schall wird (unter Außerachtlassung der möglicherweise unterschiedlichen Hörfähigkeit) teilweise als Lärm, teilweise als wohlklingender, angenehmer Schall erfahren. Jugendliche in der Diskothek empfinden die laute Musik als angenehm, wohingegen mancher Anwohner sich in seiner Nachtruhe gestört fühlt. Hier wird deutlich, dass der Mensch Schall in komplexer, von Individuum zu Individuum unterschiedlicher Weise bewertet.

Neben der reinen physikalischen Seite von Schall (Frequenz, Amplitude, Komplexität des Frequenzspektrums, Dauer der Beschallung, Pegelanstieg u.a.) spielt die psychologische Seite eine wichtige Rolle. Diese Wirkung ist nach Vogt (1993) von verschiedenen Determinanten abhängig.

So haben die Kontrollierbarkeit der Schallquelle und die persönliche Einstellung hierzu, die aktuelle persönliche Situation, die Erwartung an die Umweltqualität, Einsicht in die Notwendigkeit, Tageszeit, Jahreszeit, Erziehung und Tradition, sowie das Alter maßgeblichen Einfluss auf die qualitative Bewertung von Schall. Obwohl schon in mehreren Studien gezeigt werden konnte, dass Lärm zu messbaren Gesundheitsschäden führen kann, z.B. wies Neus (1981) eine Erhöhung des arteriellen Mitteldrucks beim Menschen bei Dauerbelärmung nach, ist die Akzeptanz negativer Auswirkungen gewisser Schallintensitäten im Vergleich zu anderen Umweltfaktoren in der Bevölkerung noch gering.

Dies mag darauf zurückzuführen sein, dass sich automatisch eine gewisse Indolenz gegenüber Schall bei allen Menschen einstellt, da dieser bzw. Lärm nahezu allgegenwärtig ist. Zu beachten ist in diesem Zusammenhang auch, dass an Lärm, im Gegensatz zu anderen Umwelteinflüssen, wie z.B. Geruch, keine Adaptation erfolgt.

1.4 Wirkungen und Gesundheitsstörungen durch Schall

Schall kann sich auf den menschlichen Organismus aural und extraaural auswirken.

1.4.1 Aurale Wirkung von Schall

Die auralen Wirkungen von Schall betreffen das schallaufnehmende Organ, also das Ohr mit seinen unterschiedlichen Anteilen selbst. Hierbei kommt es in erster Linie zu Störungen des Innenohres, welche direkt von der Höhe der physikalischen Belastung abhängig sind. Die Lärmschwerhörigkeit (NIPTS: Noise Induced Permanent Threshold Shift) ist eine sehr verbreitete Berufskrankheit in den industrialisierten Staaten. Im Jahr 2004 gab es laut Statistik der Berufgenossenschaften 9.593 Anzeigen wegen des Verdachts auf Vorliegen von beruflich bedingter Lärmschwerhörigkeit (BK 2301). Von diesen gemeldeten Verdachtsfällen wurden 6.274 anerkannt, dies entspricht 65,4%.

Im Vergleich mit allen anderen, in diesem Jahr beurteilten BK-Anzeigen nimmt die Lärmschwerhörigkeit Platz 2 ein, mit über 15 % Anteil. Sie tritt in der Regel nach langjähriger Lärmeinwirkung auf, wobei als gehörschädigend ein Dauerschallpegel von 85-90 dB(A) bei ganztägiger Exposition gilt.

Der Hörverlust, bei dem es sich um einen Haarzellschaden mit positivem Rekuritment handelt, kann anfangs reversibel sein. Dies bedeutet, dass der einseitig Innenohrschwerhörige zwar leise Töne auf dem geschädigten Ohr nicht hört, ab einer gewissen Lautstärke aber für beide Ohren subjektiv gleiche Lautstärke erreicht wird. Typischerweise sind deshalb Innenohrschwerhörige für laute Geräusche besonders empfindlich, da ein eingeschränkter Dynamikbereich des Gehörs mit reduziertem Abstand zwischen Hör- und Unbehaglichkeitsschwelle besteht.

Im Audiogramm ist typisch eine Schallempfindungsstörung mit c5-Senke, d.h. maximalem Hörverlust bei etwa 4.000 Hz. Dadurch sind vor allem Frequenzen der Flüstersprache betroffen, weshalb bei der Sprechabstandsprüfung eine auffallende Diskrepanz zwischen der Hörweite für Umgangssprache und derjenigen für Flüstersprache besteht. Bei fortgesetzter Lärmexposition kommt es zur Einbeziehung der hohen Frequenzen, während die tiefen erst spät betroffen sind.

Unangenehme Begleiterscheinung kann bei etwa 10 % der Betroffenen ein Tinnitus als Pfeifen oder Singen mit einer Frequenz von ungefähr 3.000 Hz sein. Von entscheidender Bedeutung für die Prophylaxe einer Lärmschwerhörigkeit sind technische Schutzmaßnahmen und die regelmäßige Anwendung von geeignetem Gehörschutz.

Impulsartiger Schall ist nach Rebentisch et al. (1994) schon bei Schalldruckpegeln über 135 dB gehörschädigend. Bei ausreichend hohen Pegeln, z.B. bei einem Knall mit 190 dB(A) effektivem Schalldruckpegel kann das ungeschützte Innenohr irreparabel geschädigt werden.

Entsteht zusätzlich eine Trommelfellperforation, eventuell mit Blutung aus dem Gehörgang, so spricht man von einem Explosionstrauma. Wegen der Mittelohrbeteiligung findet sich in solchen Fällen eine kombinierte Schwerhörigkeit im Audiogramm.

1.4.2 Extraaurale Wirkung von Schall

Durch die Aktivierung des neuro-endokrinen Systems mittels auditorischer Stimuli kommt es zu einer vermehrten Ausschüttung von Adrenalin/Noradrenalin und Cortisol. Dies führt zu Reaktionen des Körpers wie Blutdruckänderung, Herzfrequenzanstieg, Zunahme des Herzzeitvolumens, Anstieg der Serumlipide, Elektrolytverschiebungen und weiteren Reaktionen (Schmidt et al. 2000), die insgesamt als unspezifische Stressreaktionen zu bewerten sind. So sind bei Beschallungsexperimenten unter Laborbedingungen mit Pegeln von 90 dB(A) die Konzentrationen von Adrenalin/Noradrenalin und Cortisol sowohl im Plasma als auch im Urin angestiegen.

Ising et al. (1997) unterscheiden die direkten von den indirekten Lärmwirkungen. So ergaben Kurzzeit-Laborexperimente, dass eine Hormonerhöhung bei mittleren Schalldruckpegeln von ca. 60 dB(A) ausblieb. Erst in Kombination mit bestimmten situativen Bedingungen (geistige Tätigkeit) kam es zu einem Auftreten der beschriebenen Stressreaktionen. Neben den situativen

Bedingungen spielen auch individuelle Parameter wie vegetative Befindlichkeit, Lärmempfindlichkeit etc. eine moderierende Rolle.

Borsch-Galetke et al. (2005) stellten in Untersuchungen mittels Impulslärm dar, dass durch Lärm neben psychischen Reaktionen wie Störungen, Belästigung auch somatische im Bereich der durch das autonome Nervensystem gesteuerten Organe bzw. Organsysteme eintreten können, wie z.B. Gefäßkonstriktion, chronotrope Reaktionen des Herzmuskels und Änderung der Atemfrequenz. Eine wichtige Rolle für die Veränderungen durch Lärm wird den Elektrolyten, insbesondere dem Magnesium zugeschrieben. Dabei fördert Lärm den Ausstrom von Magnesium aus der Zelle und den Einstrom von Calcium. Hierdurch wird neben einem Energieverbrauch der Muskeltonus erhöht, der sekundär die Mikrozirkulation verschlechtert und damit zu Sauerstoffunterversorgung des Gehörorgans führen kann.

Diese Untersuchungsergebnisse stützen die von Ising et al. (1997): Sie führten aus, dass Langzeitstudien an Tieren gezeigt haben, dass es bei einer chronisch erhöhten Nordadrenalinfreisetzung durch andauernde Lärmbelastung zu einer Zunahme von Bindegewebe im Myokard kommt. Darüber hinaus wird eine Elektrolytverschiebung im Myokard im Sinne eines Anstiegs von Calcium und eines Abfalls von Magnesium bewirkt. In Rattenherzen, die einer chronischen Lärmbelastung ausgesetzt waren, kam es aufgrund dieser Elektrolytverschiebung zu einer Beeinträchtigung der Mikrozirkulation und einer Erhöhung des Blutdrucks. Ferner legten sie dar, dass die chronische Erhöhung von Katecholaminen im Serum arteriosklerotische Prozesse im Gefäßsystem fördern kann. Die Hauptursache eines Herzinfarktes liegt eben in dieser Makroangiopathie, die einen Myokardinfarkt zur Folge haben kann. Des Weiteren führen erhöhte Katecholaminwerte u.a. zu einem Anstieg von Thromboxan, welches die Thrombozytenaggregation fördert.

Laut Ising et al. (1997) bewirken sowohl ein Magnesiumdefizit, als auch die metabolische Wirkung der Katecholamine selber, eine Erhöhung der Serumlipide. Die Hyperlipoproteinämie gilt laut WHO als ein Risikofaktor erster

Ordnung für die Arteriosklerose (Breidung und Hager 1995) und somit als ein Wegbereiter für einen möglichen Herzinfarkt.

Die in den oben erwähnten Tierversuchen gefundenen Ca- /Mg-Verschiebungen im Myokard haben sich in Postmortem-Untersuchungen von Infarktverstorbenen bestätigt (Ising et al. 1997). Untersucht wurden sowohl bei der Belastungsgruppe, als auch bei der Kontrollgruppe jeweils Abschnitte des Myokards, welche nicht vom Infarkt betroffen waren. Das Magnesiumdefizit bei Infarkttherzen war etwa zweimal so hoch wie das der Nichtinfarkttherzen in jeweils derselben Altersgruppe. Die Ergebnisse waren auch nach Kontrolle verschiedener Störvariablen stabil.

Auch bei der physiologischen Alterung des Herzmuskels kommt es zu einer Verminderung von Magnesium und einer Erhöhung von Calcium (Ising et al. 1997).

Die Ergebnisse der oben angeführten Untersuchungen deuten darauf hin, dass sowohl stress- als auch altersabhängige Elektrolytveränderungen beim Menschen auftreten, die zu einer Erhöhung des Herzinfarkttrisikos beitragen können.

Epidemiologische Untersuchungen zum Thema *berufliche Lärmbelastung und ischämische Herzkrankheit* kommen zum Teil zu widersprüchlichen Ergebnissen. Während Ising et al. (1997) in ihrer Studie Arbeitslärm nach Rauchen als zweitwichtigsten Risikofaktor für den Eintritt von Herzinfarkt einstufen, kommt es in der Theriault-Studie (Theriault et al. 1988) zu keinem Zusammenhang zwischen Lärm am Arbeitsplatz und ischämischer Herzkrankheit. Auch die Caerphilly-Speedwell-Studie (Babisch et al. 1993 (1,2)) zeigt keinen signifikanten Anstieg der Herzinfarktrate. Allerdings hat diese Studie eine geringe Teststärke aufgrund zu geringer Probandenzahlen in den jeweiligen Gruppen mit hoher Lärmbelastung im Vergleich zu den Kontrollen.

Die Entwicklung einer Hypertonie auf dem Boden einer beruflichen Lärmbelastung wird in verschiedenen Studien sehr unterschiedlich beurteilt:

Die Ergebnisse reichen von keinerlei Effekt des Lärms auf die Hypertonierate (Kontosic et al. 1990) bis zu einer signifikanten, dosisabhängigen Zunahme dieser Rate (Zhao et al. 1991). Allerdings unterscheiden sich sowohl die Zahl der untersuchten Variablen, als auch die angewendete statistische Methode zur Kontrolle der Confounder. So kommen Jansen und Griefahn (1975) zu der Erkenntnis, dass sich in einer Gesamtbeurteilung eine Tendenz erkennen lässt, bei der eine Hypertonieentwicklung vor allem durch hohe Schalldruckpegel (um 100 dB(A)) und/oder lange Expositionszeiten (10 Jahre und länger) und mangelhaften Gebrauch von Gehörschutz begünstigt wird.

Bezogen auf Fluglärm, nahmen Cohen et al. (1980) vergleichende Blutdruckmessungen bei Kindern in Schulen unterhalb der Einflugschneisen des Flughafens von Los Angeles vor. Diese wiesen einen höheren Blutdruck auf als solche Kinder aus Schulen ohne Belastung durch Fluglärm. In einem Follow-up konnte dieses Ergebnis nicht bestätigt werden (Cohen et al. 1981). Kritisch ist auch anzumerken, dass die Werte der lärmbelasteten Kinder immer noch unterhalb normaler, durchschnittlicher Blutdruckwerte für Kinder derselben Altersgruppe lagen. Auch spätere Untersuchungen an den Flughäfen München (Evans et al. 1995, Evans et al. 1998, Hygge et al. 1998) und Sydney (Morrell et al. 1998) erbrachten ähnlich kontroverse Befunde.

1.5 Hypothesen

Dass Lärm, sei es Verkehrslärm oder Lärm am Arbeitsplatz, eine negative Wirkung auf die psychische und die physische Gesundheit hat, wurde in vielen Untersuchungen gezeigt.

Babisch et al. berichteten 1992 in ihren Ergebnissen zu zwei Fall-Kontroll-Studien in Berlin mit dem Titel „Verkehrslärm und Herzinfarkt“ von einem relativen Herzinfarktisiko durch Straßenverkehrslärm von 1,3 in der Vorstudie. In der Hauptstudie betrug das relative Risiko für denselben Gruppenvergleich 1,2.

Ising et al. beschrieben 1997 ein um 20% höheres Risiko für die Entstehung eines Herzinfarktes bei Menschen, die an lauten Straßen mit Verkehrslärmmittelungspegeln von mehr als 65-70 dB(A) wohnen.

Woelke et al. wiesen 1990 in ihrer Studie „Verkehrslärm und kardiovaskuläres Risiko“ eine signifikante Abhängigkeit zwischen Verkehrslärm und Herz-Kreislauf-Erkrankungen nach.

Hinsichtlich des Einflusses auf den Fluglärm zweier unterschiedlich belasteter Stichproben wurden von Hofbauer und Borsch-Galetke (2006) widersprüchliche Ergebnisse berichtet. Sowohl in einer ersten Messung als auch in den Self-Report-Daten der Probanden konnten signifikante Differenzen zwischen den beiden Gruppen bezüglich der Blutdruckwerte nachgewiesen werden. In einer späteren Messung zeigten sich diese Unterschiede nicht. Medick (2000) untersuchte in seiner Dissertation 200 Herzinfarkt-Patienten und fand keine signifikanten Hinweise auf einen Zusammenhang von Infarkt und (Verkehrs- und Arbeits-) Lärm. Trotzdem kommt er zu dem Schluss: *„Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse und unter Einschluss der Literatur ist nicht auszuschließen, dass eine erhöhte Lärmbelastung/-belästigung möglicherweise einen Beitrag innerhalb der multifaktoriellen Genese des Myokardinfarktes leistet.“*

Zu einem möglichen Zusammenhang von Lärm und der Entstehung von Herz-Kreislaufkrankungen äußerten sich Guski et al. (2004) in der „Stellungnahme des interdisziplinären Arbeitskreises für Lärmwirkungsfragen beim Umweltbundesamt“ deutlicher. Ohne ein relatives Risiko konkret zu beziffern, sehen die Autoren den Nachweis des Zusammenhangs von chronischer Fluglärmbelastung und erhöhtem Risiko für Herz-Kreislaufkrankungen als begrenzt bis hinreichend gesichert an.

Trotzdem muss unter Berücksichtigung der aufgeführten widersprüchlichen Ergebnisse davon ausgegangen werden, dass hinsichtlich der Entstehung einer Hypertonie bzw. eines Myokardinfarktes unter Lärmbelastung noch weiterer Klärungsbedarf besteht.

Auch hinsichtlich der Wirkung von Nachtfluglärm auf Schlaf und der daraus resultierenden Folgen bestehen nur wenige gesicherte Erkenntnisse.

Basner et al. untersuchten 2004 die Wirkung von Nachtfluglärm auf den Schlaf anhand von verschiedenen Beanspruchungsparametern. Hier wurde keine signifikante Wirkung auf Leistungsfähigkeit oder Ermüdung, jedoch aber ein signifikanter Anstieg des Stresshormons Cortisol im Nachturin gemessen. Dies wird gestützt durch die bereits erwähnten Untersuchungen von Guski et al. aus dem Jahr 2004, die belegen, dass wiederholte oder andauernde Schallreize im Schlaf eine Aktivierung des Nervensystems initiieren und Störungen des normalen Schlafzyklus, der für die Erholung zwingend erforderlich ist, herbeiführen. Kastka et al. (1999) konnten in ihrer Untersuchung keinen Nachweis einer erhöhten Cortisolausschüttung in Folge von Lärm darlegen. Zwar wiesen die Probanden der Kontrollgruppe den niedrigsten Cortisolwert im Urin auf, sie unterschieden sich aber nicht signifikant von den lärmbelasteten Gruppen. Problematisch war bei dieser Untersuchung, dass sich wenige Monate vorher eine Verschiebung der Belastungszonen durch die Inbetriebnahme einer neuen, bei gleichzeitiger Stilllegung der alten Start-/Landebahn ergeben hatte.

Hofbauer et al. untersuchten 2005 die Magnesiumausscheidung als Maß für eine Stressreaktion. Die Messungen ergaben, dass nächtlicher Fluglärm (60,4 bis 62,4 dB(A) im L_{eq}) zu einem Anstieg der mittleren Magnesiumausscheidung führt (Belastungsgruppe 56,5, Kontrollgruppe 41,0 mg/l).

Dass nächtlicher Fluglärm zu erhöhten Aufwachraten führt, wird in der Veröffentlichung von Kastka aus dem Jahr 2001 belegt. Bei dieser Untersuchung, im Bereich des Flughafen München, wurde jedes einzelne Flugereignis messtechnisch erfasst (L_{max}) und konnte so mit dem „Aufwachen“ der Anwohner in Verbindung gebracht werden. Während die spontane Rate (d.h. ohne zeitliche Koinzidenz mit einem Überflug) unabhängig von der Belastung für alle Gebiete konstant blieb, zeigte sich ein deutlicher pegelabhängiger Zusammenhang für das überflugbedingte Aufwachen. Dabei lag die fluglärm-

bedingte Rate in Gebieten mit 40 Überflügen mit mehr als 70 dB(A) (L_{\max}) gegenüber der spontanen Aufwachrate um den Faktor zwei höher.

In der vorliegenden Arbeit wurden fluglärmexponierte Anwohner mit einer nicht belasteten Gruppe verglichen. Ziel ist es, zu folgenden Hypothesen Stellung zu nehmen:

1. Hypothese

Fluglärm führt zu einer subjektiv wahrgenommenen Beeinträchtigung der eigenen Gesundheit.

2. Hypothese

Belastung durch Fluglärm während der Nachtstunden führt zu gestörtem Schlaf.

3. Hypothese

Über 24 Stunden auftretende Dauerbelastung durch Fluglärm führt zu erhöhtem Blutdruck.

4. Hypothese

Fluglärmbelastung führt zu vermehrten Arztbesuchen, die medizinische Behandlungen nach sich ziehen und temporäre Arbeitsunfähigkeit bedingen.

2. Material und Methode

2.1 Kollektiv

Der untersuchte Großflughafen ist im Unterschied zu den meisten Flughäfen Deutschlands besonders nachtaktiv, d.h. Lande- und Startgenehmigungen unterliegen hier keinen nächtlichen Beschränkungen. Dies hat zur Folge, dass Anwohner in der Umgebung des Flughafens 24 Stunden am Tag und 365 Tage im Jahr den Lärmgeräuschen ausgesetzt sind.

Die Probandenauswahl für die vorliegende Untersuchung erfolgte auf der Basis aktueller Telefonverzeichnisse. Pro Stichprobe wurden zwischen 70 und 150 Anwohner – in den nicht bzw. nur wenig belasteten Gebieten ist die Bereitschaft, bei einer solch aufwändigen Erhebung mitzuarbeiten, naturgemäß geringer – nach einer zufälligen Auswahl schriftlich kontaktiert. In dem Anschreiben wurden die Personen gebeten, an der Untersuchung teilzunehmen. Als Hintergrundinformation wurde ihnen eine Befragung zu „*allgemeinen Lebensbedingungen in ihrem Wohngebiet*“ angekündigt. Die Teilnahme an der Untersuchung war freiwillig. Die Probanden erhielten keine Vergütung.

Befragt wurden volljährige Personen, die der deutschen Sprache ausreichend mächtig waren. Außerdem sollten sie normal hörfähig und geistig in der Lage sein, dem Interview zu folgen. Pro Haushalt wurde nur eine Person in die Untersuchung einbezogen.

Ziel war es, im Einzugsbereich des Airports in je 40 – nach einem Entfernungsmodell ausgesuchten – Stichproben jeweils mindestens 30 Probanden zu untersuchen. Davon wurden 36 Stichproben so gewählt, dass sie alle wesentlichen An- und Abflugpfade des Flughafens berücksichtigten. Vier weitere Stichproben wurden in der weiteren Umgebung des Flughafens so gezogen, dass sie sowohl in der

- **Querentfernung zum Flugpfad** (→ das Lot wird vom Mittelpunkt der Stichprobe auf den nächstgelegenen Flugpfad gefällt)

als auch in der

- **Längsentfernung zum Flughafen** (→ Entfernung vom Schnittpunkt des Lots mit dem Flugpfad bis zum Start-/Aufsetzpunkt auf der Start-/Landebahn des Flughafens)

soweit entfernt lagen, dass für diese von einer geringfügigen bzw. nicht vorhandenen Belastung/Belästigung ausgegangen werden konnte.

Abbildung 4 zeigt schematisch die Ermittlung von Quer- und Längsentfernung für Anwohner des Flughafens.

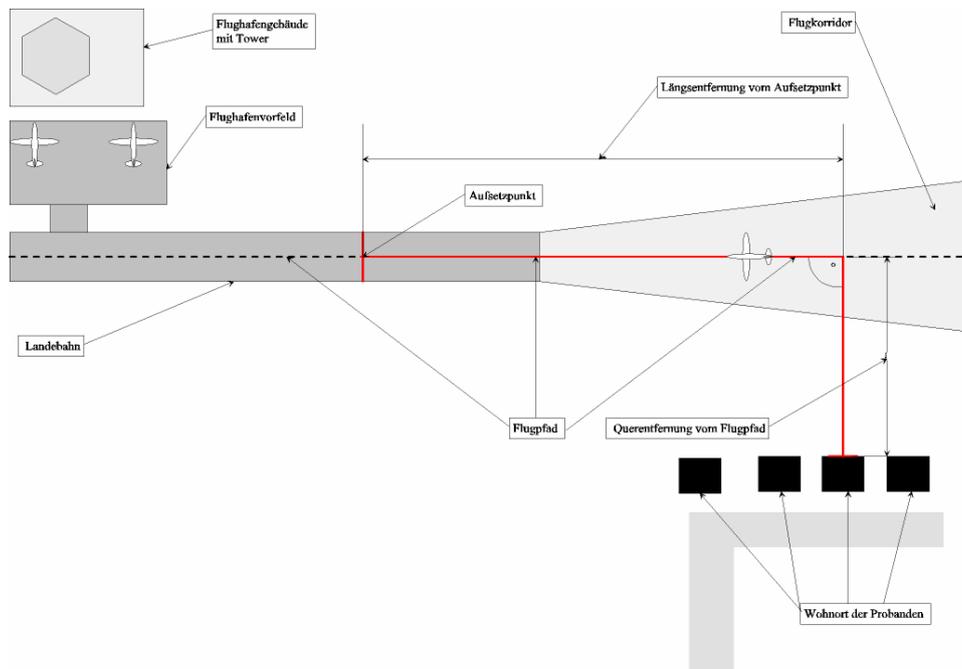


Abb. 4: Schematische Darstellung von Flughafen und Umgebung: Messrichtlinie zur individuellen Ermittlung von Quer- (direkter Abstand vom Wohnort bis zum Flugpfad in m – dabei wird das Lot vom Flugpfad auf den Wohnort gefällt) und Längsentfernung (Distanz vom Aufsetzpunkt bis zum Schnittpunkt des Lotes mit dem Flugpfad in m)

Von 2.984 erfolgreichen Kontaktaufnahmen führten 1.288 (43,2 %) zu einem vollständigen Interview, wobei die Erfolgsquote in den belasteten Gebieten etwas höher (44 %, n = 1.158) lag als bei den Kontrollen (37,1 %, n = 130).

Diese nicht ganz zufriedenstellende Quote lässt sich auf die ungewöhnliche Länge des zu Grunde liegenden Fragebogens zurückführen, der in der Regel ein 35- bis 70-minütiges Telefongespräch erforderte.

Für die weitere Analyse wurden die Stichproben 1-36 zur Belastungsgruppe und 37-40 zur Kontrollgruppe zusammengefasst. Tabelle 1 zeigt die mittlere Quer- und Längsentfernung in Metern für Kontroll- und Belastungsgruppe. Dabei ist zu beachten, dass ein Gebiet, das mit z.B. 3.350 m eine relativ geringe Querdistanz aufweist, bei entsprechend hoher Längsdistanz trotzdem nicht belastet ist, da die Bewegungen bereits in sehr hoher Flughöhe stattfinden.

Stichprobe	N	Querentfernung zum Flugpfad (m)			Längsentfernung zum Aufsetzpunkt (m)		
		Mittelwert	Minimum	Maximum	Mittelwert	Minimum	Maximum
Belastungsgruppe (1-36)	1.158	926,4	0	4.000	8.386,1	1.450	25.000
Kontrollgruppe (37-40)	130	4.687,5	3.350	6.900	40.212,5	9.600	59.250

Tab. 1: Anzahl der Befragten für Belastungs- und Kontrollgruppe sowie die mittlere Quer- bzw. Längsentfernung der Wohngebiete der verschiedenen Stichproben zur Start-/Landebahn in Metern mit Angabe der geringsten (Minimum) und der größten Distanz (Maximum)

2.2 Datenerfassung

Zur Erhebung wurde ein Fragebogen (Anhang 1) konzipiert, der einen besonderen Schwerpunkt im Bereich von Gesundheit, Befindlichkeit und Schlafverhalten der Anwohner hatte.

An mehreren aufeinanderfolgenden Wochenenden im Zeitraum September/ Oktober 1999 wurden die 2.984 angeschriebenen Personen von 35 speziell geschulten Interviewern telefonisch kontaktiert. Diese hatten die Aufgabe, die Bereitschaft der Probanden auszuloten und gegebenenfalls das Interview mit

dem Fragebogen (Anhang 1) direkt telefonisch zu führen. Neben allgemeinen Regeln der Fragetechnik wurden sie vorab auf diesen speziellen Bogen besonders geschult. Außerdem war während des gesamten Zeitraums ein Supervisor anwesend. Dieser fungierte auch als Ansprechpartner bei Problemen oder Nachfragen der Anwohner.

Die telefonische Erhebung wurde gewählt, weil sie gegenüber der herkömmlichen Face-to-Face-Methode, bei der ein Interviewer anhand vorgegebener Listen die Anwohner in ihren Wohnungen aufsucht, eine Reihe von Vorteilen aufweist, und zwar schnellere Durchführung, bessere Kontrollierbarkeit, höhere Erreichbarkeit und Mitarbeitsbereitschaft der Probanden (Mau et al. 1997) und zu vergleichbaren Ergebnissen führt. Zur Vermeidung von Interviewereffekten waren die Adressenlisten so verteilt, dass alle Mitarbeiter Probanden aus allen Stichproben bearbeiten mussten. Aus organisatorischen und Kostengründen ist dies bei einer herkömmlichen Face-to-Face-Methode in der Regel nicht möglich.

Zur Vermeidung von Hypothesenbildung auf Seiten der Fragenden wurden diese nicht über die Höhe der Belastung durch Fluglärm der jeweiligen Probanden/Stichproben aufgeklärt.

Der Bogen (Anhang 1) war zum größten Teil voll standardisiert. Einige offene Fragen wurden ergänzend integriert und sollten den Probanden die Möglichkeit geben, eigene Aspekte einzubringen.

2.3 Statistik / Auswertung

Zur statistischen Auswertung wurde das Programm SPSS in der Version 10.0.5 verwendet. Hiermit wurden Mittelwerte mit Hilfe von T-Tests für unabhängige Stichproben verglichen, sowie Häufigkeitsverteilungsprüfungen durch Chi²-Berechnungen (nach Pearson) vorgenommen.

Des Weiteren wurden nichtparametrische Tests durchgeführt (Kruskal-Wallis-Test für Stichproben mit ungleichen Varianzen).

3. Ergebnisse

3.0 Beschreibung der Stichproben

3.0.1 Soziodemografische Daten (SD)

Zur Überprüfung und Kontrolle der Homogenität der untersuchten Populationen wurden einige soziodemographische Parameter erhoben. Im folgenden Punkt werden die für diese Untersuchung relevanten Angaben dargestellt.

3.0.1.1 Geschlecht

Zur Sicherstellung, dass der Anteil von Frauen und Männern vergleichbar war, wurde das Geschlecht der jeweiligen Probanden bei der Erhebung erfragt. Die Verteilung ist in Tabelle 2 dargestellt. In der untersuchten Population bestand hinsichtlich der Verteilung des Geschlechts kein signifikanter Unterschied zwischen Kontroll- und Belastungsgruppe ($\text{Chi}^2 = 0,667$; $P > 0,05$).

Geschlecht	Kontrollgruppe		Belastungsgruppe	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
männlich	48,8	63	45,1	520
weiblich	51,2	66	54,9	634

Tab. 2: Absolute und relative Verteilung des Geschlechtes für Kontroll- und Belastungsgruppe

3.0.1.2 Alter

In der Belastungsgruppe lag der Mittelwert des Lebensalters bei 51,2 Jahren (jüngster Proband 18, ältester 89 Jahre) bei einer Probandenzahl von 1.149 (Standardabweichung 15,7).

Das Durchschnittsalter in der Kontrollgruppe betrug 50,3 Jahre (N = 129) (Standardabweichung 14,3; Minimum 23, Maximum 78 Jahre).

Dieser Unterschied von 0,9 Jahren ist nicht signifikant, so dass von zwei homogenen Gruppen hinsichtlich des Lebensalters ausgegangen werden kann.

3.0.1.3 Berufstätigkeit

Hinsichtlich des Beschäftigungsstatus der Probanden fand sich mit einem χ^2 von 0,561 ($P > 0,05$) kein signifikanter Unterschied zwischen Belastungs- und Kontrollgruppe (Abbildung 5). In beiden Gruppen waren deutlich mehr als 60 % berufstätig. Schüler und Studenten bildeten mit jeweils weniger als 5 % einen geringen Anteil. Zehn Probanden machten keine Angabe zu ihrem Beschäftigungs- bzw. Ausbildungsstand (Belastungsgruppe [BG] neun, Kontrollgruppe [KG] einer). Innerhalb der Gruppen zeigte sich jeweils kein signifikanter Altersunterschied. Zwischen den Gruppen ergibt sich die erwartete altersmäßige Rangfolge: Schüler, Studenten (KG 31,5 vs. BG 24,3 Jahre), berufstätige (KG 46,2 vs. BG 47,1) und die von Rentnern dominierte Gruppe der nicht berufstätigen (KG 61,2 vs. BG 62.,2).

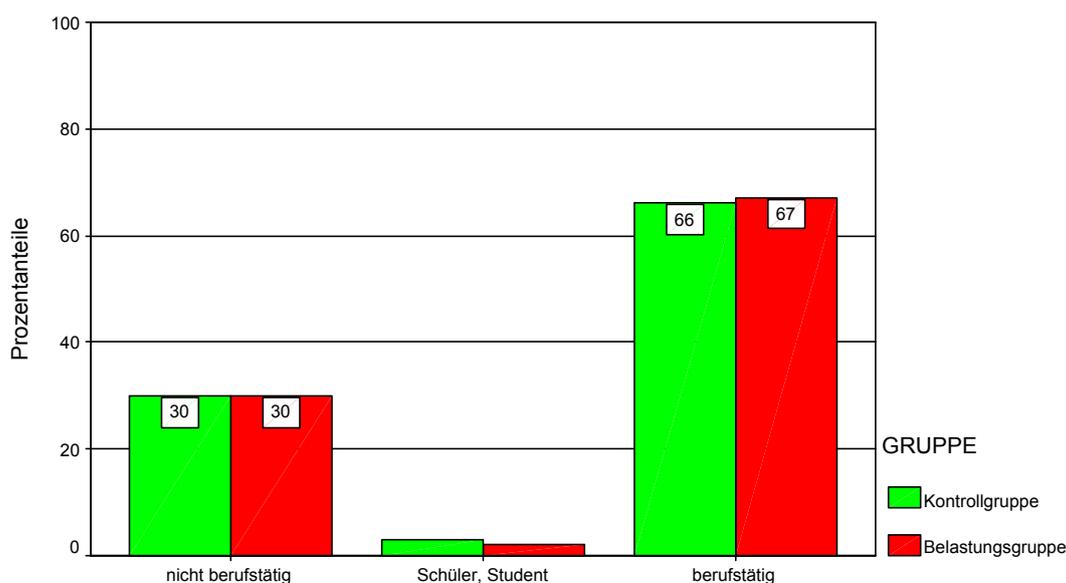


Abb. 5: Relativer Anteil von Nichtberufstätigen, Schülern/Studenten und Berufstätigen für Kontrollgruppe (KG) und Belastungsgruppe (BG)

3.0.1.4 Durchschnittliche Abwesenheit der Probanden an Wochentagen und Wochenenden

Zur Abschätzung der physikalischen Belastung wurde die jeweilige Abwesenheit der befragten Anwohner (Stundenzahl außer Haus am Wochenende und an Wochentagen) erfasst.

Mit einem Mittelwert von 6,8 Stunden Abwesenheit an Wochentagen waren die 1.134 Probanden der Belastungsgruppe im Vergleich zu 7,4 Stunden der 127 der Kontrollgruppe – entspricht einer Differenz von ca. einer halben Stunde – nur unwesentlich kürzer abwesend. Für die Wochenenden gaben die Anwohner der Belastungsgruppe eine durchschnittliche Abwesenheit von 4,8 Stunden, die der Kontrollgruppe von 5,0 Stunden pro Tag an.

Im Vergleich der Stichproben mittels T-Test erwiesen sich diese Unterschiede als nicht signifikant.

3.0.1.5 Größe und Gewicht

Hinsichtlich der Körpergröße und des Körpergewichtes bestand zwischen Belastungs- und Kontrollgruppe kein signifikanter Unterschied. Das mittlere Körpergewicht lag in der Kontrollgruppe bei 74,3 kg, bei der Belastungsgruppe bei 73,3 kg.

Probanden der Kontrollgruppe waren im Mittel 1,74 m groß, die der Belastungsgruppe 1,72 m (Tabelle 3).

Variable	Belastungsgruppe			Kontrollgruppe			Prüfgrößen		
	Anzahl	Mittelwert	STD	Anzahl	Mittelwert	STD	T	Df	P
Gewicht (kg)	1.117	73,3	14,4	126	74,3	14,39	0,77	154,5	0,44
Größe (m)	1.144	1,72	9,0	129	1,74	8,88	2,62	159,3	0,10

Tab. 3: Anzahl, Mittelwerte und Standardabweichungen (STD) für Größe und Gewicht der Probanden von Kontroll- und Belastungsgruppe sowie Prüfgrößen der Mittelwertvergleiche

3.0.1.6 Rauchverhalten

Abbildung 6 zeigt, dass in der Belastungsgruppe 46,2 % der Probanden angaben, Nichtraucher zu sein, 22,2 % hätten schon mal über einen längeren Zeitraum geraucht. 30,8 % waren zum Zeitpunkt der Datenerhebung Raucher. Neun Probanden machten hierzu keine Angaben.

Bei der Kontrollgruppe sagten 43,8 %, sie seien Nichtraucher, 28,5 % Ex-Raucher, 26,9 % rauchten zum Untersuchungszeitpunkt. Ein Proband machte keine Angabe.

Die Verteilung der beiden Untersuchungsgruppen unterschied sich bezüglich des Rauchverhaltens nicht signifikant ($\chi^2 = 2,738$; $P > 0,05$).

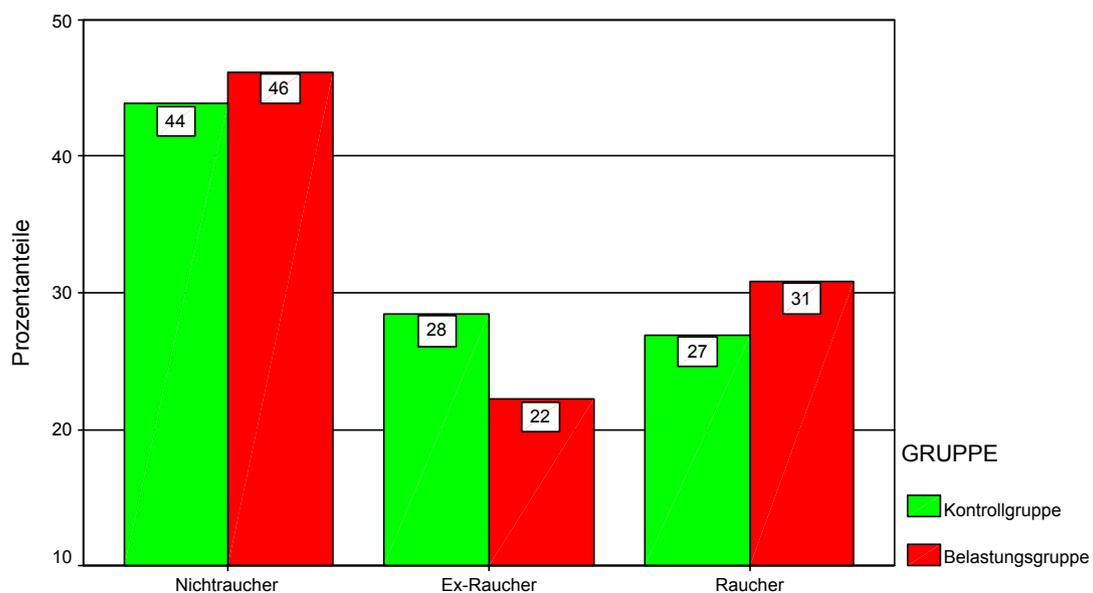


Abb. 6: Prozentualer Anteil der Raucher, Ex-Raucher und Nichtraucher für Kontroll- und Belastungsgruppe

3.0.1.7 Einzugsjahr

Im Fragebogen wurden die Probanden nach dem Einzugsjahr in die gegenwärtige Wohnung gefragt. Sowohl die aus der Belastungsgruppe, als auch die aus der Kontrollgruppe bezogen ihre gegenwärtigen Wohnungen im Durch-

schnitt zwischen 1982 und 1984 (Tabelle 4). Dieser Unterschied war nicht signifikant.

Stichprobe	Jahr des Einzugs (19..)		
	Anzahl	Mittelwert	STD
Belastungsgruppe (1-36)	1.157	82,3	13,8
Kontrollgruppe (37-40)	129	83,7	13,8

Tab. 4: Mittleres Einzugsjahr bezogen auf die aktuelle Wohnung und Anzahl der Befragten (STD als Standardabweichung für Kontroll- und Belastungsgruppe)

3.0.1.8 Allgemeine Lärmempfindlichkeit

Zur Erfassung ihrer allgemeinen Lärmempfindlichkeit konnten die Probanden in fünf Kategorien antworten („überhaupt nicht“, „etwas“, „ziemlich“, „stark“, „außergewöhnlich“). Abbildung 7 veranschaulicht die hohe Ähnlichkeit der Verteilung der Antworten bzgl. der Lärmempfindlichkeit beider Gruppen

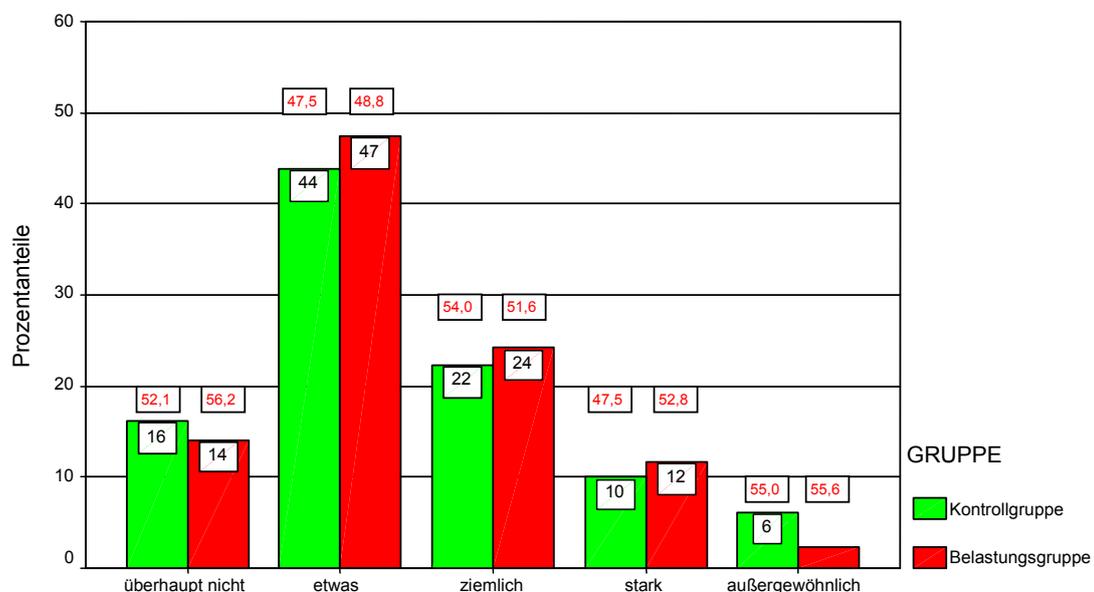


Abb. 7: Relative Verteilung der Antworten des Parameters „allgemeine Lärmempfindlichkeit“ für Kontroll- und Belastungsgruppe (die Daten über den Balken kennzeichnen das durchschnittliche Alter der jeweiligen Gruppe)

($\chi^2 = 7,457$; $P > 0,05$). Altersmäßig unterscheiden sich die beiden Gruppen sowohl für den gesamten Parameter Lärmempfindlichkeit, als auch für die einzelnen Ausprägungen nicht.

3.0.2 Wohnsituation

3.0.2.1 Mieter oder Eigentümer

Bei der Betrachtung der Eigentumsverhältnisse (Tabelle 5) fand sich bezüglich der Verteilung bei einem χ^2 von 0,8 kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Personenzahlen, die zur Miete wohnen und den selbstnutzenden Eigentümern.

Wohnsituation	Kontrollgruppe		Belastungsgruppe	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
Mieter	46,5	60	42,5	489
Eigentümer	53,5	69	57,5	662

Tab. 5: Relative und absolute Häufigkeit der Immobilieneigentümer und Wohnungsmieter für Kontroll- und Belastungsgruppe

3.0.2.2 Wohnobjekt

Beide Gruppen wurden hinsichtlich der Beschaffenheit der Immobilie, in der sie wohnen, befragt. Hierbei wurde die Größe des Hauses zum einen anhand der Etagenzahl erfragt, zum anderen wurden Informationen zur Gebäudelage und Anzahl der Mietparteien erhoben.

Es konnten nur wenige Bewohner von Hochhäusern und Wohngebäuden mit fünf bis acht Etagen erfasst werden, daher wurden diese zu einer Gruppe (Bewohner von Gebäuden mit mehr als vier Etagen) zusammengefasst (Tabelle 6). Ebenso wurde mit solchen aus ein- bis zweigeschossigen und Ein-

/Zweifamilienhäusern verfahren. Die meisten Probanden sowohl der Belastungsgruppe, als auch der Kontrollgruppe lebten in Einfamilienhäusern und Mehrfamilienhäusern mit 2-4 Etagen.

Zwischen den betrachteten Gruppen fand sich kein signifikanter Unterschied hinsichtlich des bewohnten Objekts ($\chi^2 = 10,4$; $P > 0,05$).

Wohnobjekt	Kontrollgruppe		Belastungsgruppe	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
Gebäude mit mehr als 4 Etagen	1,6	2	7,5	86
Gebäude mit 2-4 Etagen	39,5	51	29,2	336
Ein- bzw. Zweifamilienhäuser	56,6	73	60,7	698
Sonstige	2,3	3	2,6	30

Tab. 6: Absolute und relative Verteilung der Probanden von Kontroll- und Belastungsgruppe auf verschiedene Haustypen, gemessen an der Anzahl der Etagen oder der Wohneinheiten

3.0.2.3 Fensterart

Da erfahrungsgemäß viele Probanden, insbesondere diejenigen, die eine Wohneinheit gemietet haben, nicht wissen, ob die Doppelverglasung ihrer Fenster eine Schall- oder Wärmeisolierung ist und zwischen diesen beiden Fenstertypen auch nur marginale Unterschiede bzgl. der Schalldämmleistung bestehen (Kastka et al. 1991), wurden beide Fensterformen für die nachfolgenden Betrachtungen zusammengefasst. Entsprechend wurde – aufgrund ihres geringen Vorkommens – mit Kastenfenstern und dreifach verglasten Scheiben verfahren (Tabelle 7).

Insgesamt gaben 86,0 % der Probanden der Kontrollgruppe an, dass sie Fenster mit Doppelverglasung haben. In der Belastungsgruppe sind dies 86,9 %. Diese Fensterart stellte somit den häufigsten Typus in beiden Gruppen dar. Lediglich 3,1 % der Probanden der Kontroll- sowie der Belastungsgruppe

verfügten nach eigenen Angaben über Dreifachverglasung oder Kastenfenster (Chi² = von 0,1; n.s.).

Fensterart	Kontrollgruppe		Belastungsgruppe	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
einfach verglast	10,9	14	10,0	115
doppelt verglast	86,0	111	86,9	998
dreifach verglast/ Kastenfenster	3,1	4	3,1	36

Tab. 7: Relative und absolute Verteilung der Fenstertypen in der Kontroll- und Belastungsgruppe

3.1 Gesundheit

3.1.1 Allgemeine Gesundheit

3.1.1.1 Einschätzung des gegenwärtigen Gesundheitszustandes

Die Frage nach dem aktuellen Gesundheitszustand war bewusst allgemein gehalten und gab den Probanden die Gelegenheit, eine möglichst umfassende Beurteilung ihres gegenwärtigen Zustandes abzugeben.

Die Anwohner der Kontrollgruppe schätzten ihren jetzigen Gesundheitszustand als deutlich besser ein, als die der Belastungsgruppe. Aufgrund der geringen Häufigkeiten der Angaben in den Randkategorien „sehr gute“ und „gute“ Gesundheit, sowie „weniger gute“ und „schlechte“ Gesundheit wurden diese Gruppen jeweils mit der benachbarten Kategorie prozentual zusammengefasst (Abbildung 8). Danach gaben 68 % der Kontrollgruppe ihren gegenwärtigen Gesundheitszustand mit mindestens „gut“ an.

In der durch Fluglärm belasteten Gruppe lag dieser Prozentsatz bei 51,9 %. Dieser Unterschied war statistisch signifikant (Chi² = 13,1; P < 0,05).

Der Anteil der Probanden, die ihre Gesundheit als höchstens „weniger gut“ einschätzten, machte in der Kontrollgruppe 8,5 %, in der Belastungsgruppe 13,4 % aus. Acht Befragte gaben keine Auskunft über ihren gegenwärtigen Gesundheitszustand (Belastungsgruppe sieben – Kontrollgruppe einer).

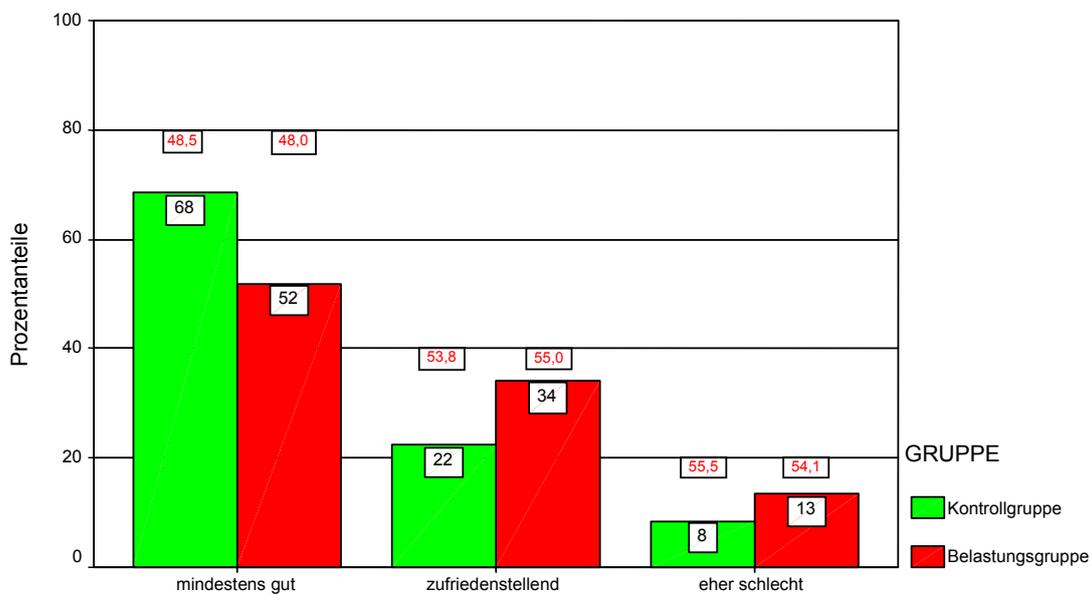


Abb. 8: Subjektive Einschätzung des gegenwärtigen Gesundheitszustandes der Probanden von Kontroll- und Belastungsgruppe (die Daten über den Balken kennzeichnen das durchschnittliche Alter der jeweiligen Gruppe)

Altersunterschiede bestehen in allen drei Kategorien für die Probanden der beiden Testgruppen nicht.

3.1.1.2 Zufriedenheit mit dem allgemeinen Gesundheitszustand

Auch zur Einschätzung der Zufriedenheit mit dem allgemeinen Gesundheitszustand lag den Probanden eine fünfteilige Skala vor. Hierbei unterschieden sich Anwohner der durch Fluglärm belasteten Gebiete nicht signifikant von den Probanden der Kontrollgruppe ($\chi^2 = 8,8$; $P > 0,05$). Tendenziell zeigte sich jedoch für die Kontrollgruppe eine höhere Zufriedenheit. 34,6 % waren hier „sehr zufrieden“ mit ihrer Gesundheit.

In den belasteten Gebieten belief sich der Anteil der „sehr zufriedenen“ auf 26,4 % (Abbildung 9). Auch hier liegen pro Kategorie der Zufriedenheit keine Altersunterschiede zwischen den Probanden der beiden Gruppen vor.

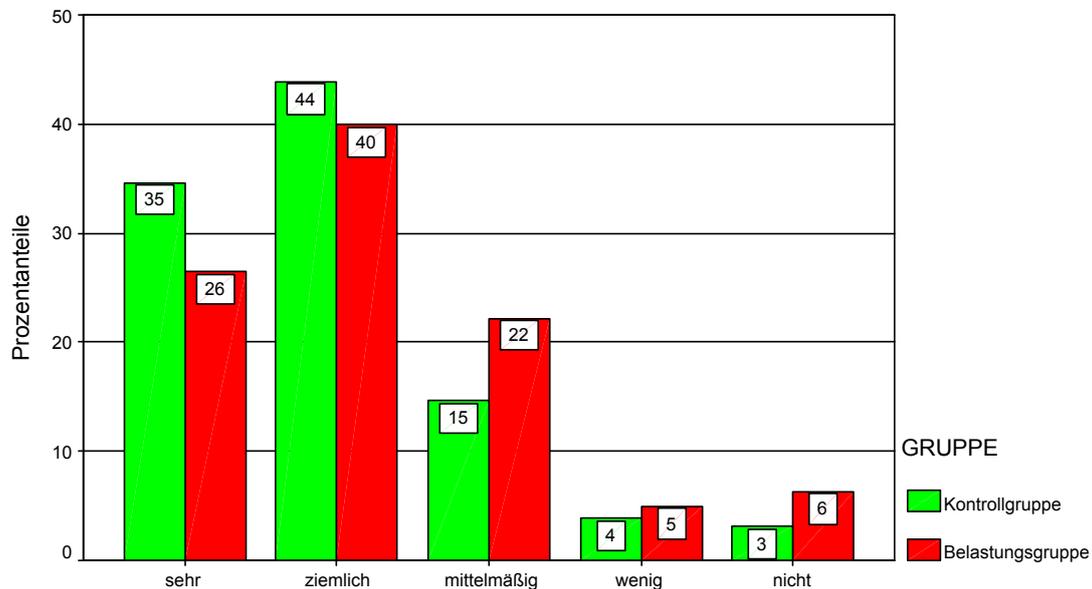


Abb. 9: Relative Verteilung auf fünf Kategorien der Skala „Zufriedenheit mit dem allgemeinen Gesundheitszustand“ der Probanden von Kontroll- und Belastungsgruppe

3.1.1.3 Häufigkeit von körperlichem Unwohlsein

Auch bezogen auf die 6-teilige Antwortskala zur „Häufigkeit von körperlichem Unwohlsein“, ergab sich – insbesondere für die Probanden der Kontrollgruppe – eine geringe Nutzung der Randwerte „sehr oft“ bis „ständig“, die infolgedessen mit der benachbarten Kategorie „oft“ zu „mindestens oft“ zusammengefasst wurden. Dabei zeigte sich, dass lärmbelastete Personen sich nicht signifikant häufiger körperlich unwohl fühlten, als solche in wenig oder nicht lärmbelasteten Gebieten.

Es ließ sich jedoch eine Tendenz feststellen (Tabelle 8): 13,1 % aus der lärmbelasteten Gruppe gaben an, „oft“ bis „ständig“ unter körperlichem Unwohlsein zu leiden, bei den Probanden der Kontrollstichprobe waren dies nur 3,8 %.

Dementsprechend klagten 86,9 % der belasteten Probanden „nie“ bis „manchmal“ über körperliches Unwohlsein. Bei der Kontrollstichprobe waren dies 96,1 % ($\chi^2 = 9,7$; $P > 0,05$).

Auftreten körperlichen Unwohlseins	Kontrollgruppe		Belastungsgruppe	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
Nie	23,1	30	20,1	232
Selten	41,5	54	36,0	416
manchmal	31,5	41	30,8	356
mindestens oft	3,8	5	13,1	151

Tab. 8: Relative und absolute Angaben über das Auftreten von körperlichem Unwohlsein bei Kontroll- und Belastungsgruppe

Auch für diesen Parameter zeigen sich keine Altersunterschiede zwischen den beiden Untersuchungsgruppen.

3.1.1.4 Einschätzen der Blutdruckwerte

Die Angaben zu erinnerten Blutdruckwerten (Self-Report) unterschieden sich nicht signifikant zwischen den beiden Untersuchungsgruppen (Tabelle 9).

56,9 % der Fluglärmexponierten und 56,0 % der Probanden der Kontrollgruppe zeigten einen normalen Blutdruck an.

Erhöhte Werte wurden von 20,0 % der Kontrollgruppe und von 19,3 % der Belastungsgruppe angegeben ($\chi^2 = 3,0$; n.s.).

Dabei zeigen sich, abgesehen von einer tendenziell erhöhten Anzahl „Nichtraucher“ in der Kontrollgruppe bei den Probanden mit „eher zu niedrigem Blutdruck“ ($\chi^2 = 5,44$; $p = 0,07$), weder für das Merkmal „Alter“ noch für den Parameter „Raucherstatus“ signifikante Zusammenhänge mit der Einschätzung des eigenen Blutdrucks.

Blutdruckwerte (Self-Report)	Kontrollgruppe		Belastungsgruppe	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
zu niedrig	19,2	25	22,8	262
normal	56,9	74	56,0	644
zu hoch	20,0	26	19,3	222
keine Angabe	3,8	5	1,8	21

Tab. 9: Relative Bewertung der Blutdruckwerte (Self-Report) der Probanden von Kontroll- und Belastungsgruppe

3.1.1.5 Patienten in Behandlung wegen hohen Blutdrucks

Der Anteil der wegen hohen Blutdrucks behandelten Personen in den belasteten Gebieten war gegenüber dem in der Kontrollgruppe nahezu identisch. Gleiches galt auch für die Mittelwerte der im Self-Report erhobenen Blutdruckwerte beider Gruppen.

Die bei der Datenerhebung erfragten Werte lagen für die Belastungsgruppe im Mittel bei 129/80 mmHg, für die Kontrollgruppe im Mittel bei 127/80 mmHg. Hierbei konnten für die Mittelwertberechnungen in der Kontrollgruppe 85 Werte und in der Belastungsgruppe 852 Werte berücksichtigt werden. Zugrunde lagen hier die aus der Erinnerung erfragten aktuellen Blutdruckwerte der letzten Messung.

Entsprechend verhielt es sich bei der Verteilung der wegen hohen Blutdrucks behandelten Probanden. 19,7 % der Kontrollgruppe und 19,0 % der Belastungsgruppe befanden sich aufgrund von hohem Blutdruck in ärztlicher Behandlung. Dieser Unterschied war nicht signifikant (Tabelle 10).

Behandlung wegen hohem Blutdruck?	Kontrollgruppe		Belastungsgruppe	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
ja	19,7	25	19,0	213
nein	80,3	102	81,0	910

Tab. 10: Relative und absolute Häufigkeit der Behandlung aufgrund von hohem Blutdruck in Kontroll- und Belastungsgruppe

Das durchschnittliche Lebensalter der Patienten, die sich wegen erhöhten Blutdrucks zum Zeitpunkt dieser Untersuchung in ärztlicher Behandlung befanden, betrug in der belasteten Gruppe 63,6 Jahre (in der Kontrollgruppe 60,1). Dieser Unterschied ist statistisch nicht relevant. Auch für den Parameter „Raucherstatus“ ergaben sich keine signifikanten Zusammenhänge mit dem Behandlungszustand der Probanden.

3.1.1.6 Einnahme von blutdrucksenkenden Medikamenten

Der Prozentsatz der Anwohner, welche blutdrucksenkende Medikamente einnahmen, unterschied sich zwischen den beiden Gruppen nicht.

19,7 % der Kontroll- und 18,3 % der Belastungsgruppe gaben an, antihypertensive Medikamente einzunehmen (Tabelle 11). Bei einem χ^2 von 0,1 ($P > 0,05$) war dieser Unterschied nicht signifikant.

Einnahme blutdrucksenkender Medikamente?	Kontrollgruppe		Belastungsgruppe	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
ja	19,7	25	18,3	203
nein	80,3	102	81,7	904

Tab. 11: Relative und absolute Häufigkeit der Einnahme von blutdrucksenkenden Medikamenten für Kontroll- und Belastungsgruppe

Dieses Ergebnis muss aber in Zusammenhang gesehen werden mit einem signifikanten Altersunterschied zwischen den beiden Untersuchungsgruppen.

Das durchschnittliche Lebensalter der Probanden der Kontrollgruppe betrug zum Zeitpunkt der Untersuchungen 59,9 Jahre (Belastungsgruppe 64,9). Dieser Unterschied von 5 Jahren ist statistisch signifikant ($T=-2,01$; $p < 0,05$). Einen Unterschied bzgl. des „Raucherstatus“ gibt es zwischen den beiden Gruppen nicht.

3.1.1.7 Körperliche Beschwerden

Das Erhebungsinstrument enthielt eine Anzahl Items (Fragen 7.10, 66 und 68), mit denen eine Reihe körperlicher Beschwerden abgefragt wurden, wie z.B. „Kopfschmerzen“ und „Schlafstörungen“. Ergebnisse zu diesen Daten wurden, soweit sie für diese Untersuchung relevant erschienen, in einer Tabelle (Anhang 2) zusammengefasst.

In der folgenden Tabelle 12 sind nur die symptombezogenen Beschwerden dargestellt, für die ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen nachzuweisen war. Die weiteren Ergebnisse finden sich im Anhang 2. Für alle hier nicht dargestellten Symptome ließen sich keine signifikanten Unterschiede aufzeigen („gehäufte Mandelentzündungen“, „Magen- Darm- Erkrankungen“, „Nervöse Beschwerden“, „Müdigkeit, Antriebsstörungen“, „Innere Unruhe/ Reizbarkeit“, „Kopfschmerzen“, „Leistungsknick“, „Infektanfälligkeit“, „Magen- Darm- Beschwerden“, „Beschwerden der unteren Atemwege“, „Beschwerden der oberen Atemwege“).

Symptom		Kontrollgruppe		Belastungsgruppe		Chi ²	P
		Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl		
häufige Kreislaufbeschwerden	ja	17,1	22	27,9	322	6,9	< 0,05
	nein	82,9	107	72,1	833		
Schlafstörungen in letzter Zeit	ja	24,0	31	36,1	416	7,5	< 0,05
	nein	76,0	98	63,9	736		

Tab. 12: Relative und absolute Verteilung der Antworthäufigkeiten für die Symptome „Häufige Kreislaufbeschwerden“ und „Schlafstörungen in letzter Zeit“ für Kontroll- und Belastungsgruppe und Testgröße Chi²

„Kreislaufbeschwerden“ sowie „Schlafstörungen in der letzten Zeit“ wurden signifikant häufiger von den Probanden der Belastungsgruppe berichtet.

Tendenziell ließ sich feststellen, dass auch bei allen weiteren abgefragten Beschwerden von den Probanden der Belastungsgruppe häufiger das Vorhandensein oder das Auftreten angegeben wurde, als bei den Probanden der Kontrollgruppe (Anhang 2). Diese Unterschiede waren jedoch nicht signifikant.

Zu beachten ist, dass das erhöhte Auftreten von Kreislaufbeschwerden in der Belastungsgruppe einhergeht mit einem unterschiedlichen „Raucherstatus“ in den beiden Gruppen. Während in der Kontrollgruppe 68,2 % der Anwohner nie geraucht haben, waren dies in der belasteten Stichprobe nur 48,9 % ($\text{Chi}^2 = 6,11$; $p < 0,05$). Bezüglich des Alters ergaben sich zwischen den beiden Untersuchungsgruppen keine Unterschiede.

Bzgl. des Auftretens von „Schlafstörungen“ ergaben sich keinerlei Unterschiede für „Raucherstatus“ und „Alter“ zwischen den Probanden der beiden Gruppen.

3.1.1.8 Summe der Symptome (ohne Lärm- und Geruchsbelästigung)

Aus den „Symptomen“ der Frage 7.10 wurde eine Summe gebildet, wobei Geruchs- und Lärmbelästigung nicht miteingerechnet wurden, da diese keine körperlichen Beschwerden darstellen und ihr unzweifelhaft häufigeres Vorkommen in der lärmbelasteten Population die Ergebnisse des Summenparameters verzerrt hätte.

Während die Zahl der berichteten Symptome für die Kontrollgruppe bei zweieinhalb liegt, gaben die belasteten Probanden im Durchschnitt beinahe ein Symptom mehr an (Tabelle 13).

	Belastungsgruppe			Kontrollgruppe			Prüfgrößen		
	Anzahl	Mittelwert	STD	Anzahl	Mittelwert	STD	T	df	P
Summe der Symptome	1.156	3,24	2,86	130	2,52	2,65	2,93	165,0	0,004

Tab. 13: Anzahl der Angaben und Mittelwerte der Summe der Symptome, deren Standardabweichung, sowie Signifikanzwerte für Kontroll- und Belastungsgruppe

Bezüglich der beiden Parameter „Raucherstatus“ und „Alter“ unterschieden sich die Probanden der beiden untersuchten Gruppen nicht.

3.1.1.9 Zeitpunkt des letzten Arztbesuchs

Unter Item 7.11 des Fragebogens (Anhang 1) wurde der Zeitpunkt des letzten Arztbesuchs (außer Zahnarzt) erfragt. Die erhobenen Daten wurden in Beziehung zum Datum des Interviews gesetzt, so dass eine Zeitspanne berechnet werden konnte, welche die Anzahl der Monate angibt, die seit der letzten Konsultation vergangen war. Alter und Rauchgewohnheiten unterschieden sich zwischen den beiden Testgruppen nicht.

Es zeigte sich ein – wenn auch geringer, so doch – signifikanter Zusammenhang zwischen dem vergangenen Zeitraum seit dem letzten Arztbesuch und dem Querabstand der Wohnung zur Flugbahn ($r = 0,06$; $p < 0,05$). Dies bedeutet, dass bei Anwohnern, die näher zur Flugbahn wohnten und somit einer höheren Belastung durch Fluglärm ausgesetzt waren, der letzte Besuch weniger lang zurücklag als bei jenen, die weiter von ihr entfernt lebten.

Der Zeitraum, der seit der letzten Konsultation vergangen war, wurde für alle Probanden der Kontroll- und Belastungsgruppe mit Hilfe eines nichtparametrischen Tests verglichen (Kruskal-Wallis-Test für Stichproben mit ungleichen Varianzen). Alle Angaben wurden in eine Rangfolge gesetzt (kürzester zeitlicher Abstand = 1; längster Abstand = 1.266). Die Summe der Rangzahlen für die Kontrollgruppe wurde durch die Anzahl ihrer Probanden ($N = 129$)

geteilt. Es ergab sich ein mittlerer Wert von 690,0. Für die Belastungsgruppe konnte eine mittlere Rangzahl von 627,1 berechnet werden. Dieser Unterschied war nicht signifikant, zeigte jedoch in der Tendenz, dass die lärmbelasteten Probanden eher niedrigere Ränge aufwiesen, d.h. kürzere Zeitspannen seit ihrem letzten Arztbesuch berichteten, als die der Kontrollgruppe.

Bei einem Vergleich der durchschnittlichen Anzahl der Monate seit dem letzten Kontakt mit einem Arzt fand man für die Kontrollgruppe, dass dieser im Mittel 12,4 (N = 129) Monate zurücklag, in der lärmbelasteten Gruppe halbierte sich diese Zeitspanne annähernd auf 6,5 Monate (N = 1.137).

3.1.2 Gesundheit und Fluglärm

Die folgenden Unterpunkte (3.1.2.ff) beschäftigen sich mit der Wahrnehmung von Fluglärm als Auslöser gesundheitlicher Beschwerden. Es soll also dargestellt werden, inwieweit die untersuchten Anwohner Symptomatiken kausal auf den Belastungsreiz zurückführen.

3.1.2.1 Einschätzung des Einflusses von Flugverkehr auf die Gesundheit

Im Vergleich von Kontroll- und Belastungsgruppe fällt auf, dass eine signifikant höhere Anzahl der physikalisch belasteten Personen Flugverkehr für ungesund hielt.

Wie Tabelle 14 zeigt, schätzten in der Belastungsgruppe 26,4 % der befragten Personen Fluglärm als „sehr“, 31,8 % als „ziemlich“ ungesund ein, in der Kontrollgruppe taten dies nur 16,8 %, bzw. 24,4 % ($\text{Chi}^2 = 20,5$; $P < 0,05$).

Auch für alle Ausprägungen dieses Parameters unterscheiden sich die beiden Untersuchungsgruppen bzgl. Alter und Rauchgewohnheiten nicht.

„Für wie ungesund halten Sie den Fluglärm?“	Kontrollgruppe		Belastungsgruppe	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
nicht	24,4	29	11,8	134
wenig	14,3	17	10,3	117
mittelmäßig	20,2	24	19,6	223
ziemlich	24,4	29	31,8	361
sehr	16,8	20	26,4	300

Tab. 14: Relative und absolute Häufigkeit der Bewertung von Flugverkehr hinsichtlich eines möglichen negativen Einflusses auf die Gesundheit bei Kontroll- und Belastungsgruppe

3.1.2.2 Allgemeine Gesundheitsschädigung durch Fluglärm

Abbildung 10 zeigt, dass der relative Anteil der Probanden, die an die grundsätzliche Möglichkeit einer Schädigung der Gesundheit durch Fluglärm glaubten, bei der Belastungsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant erhöht war.

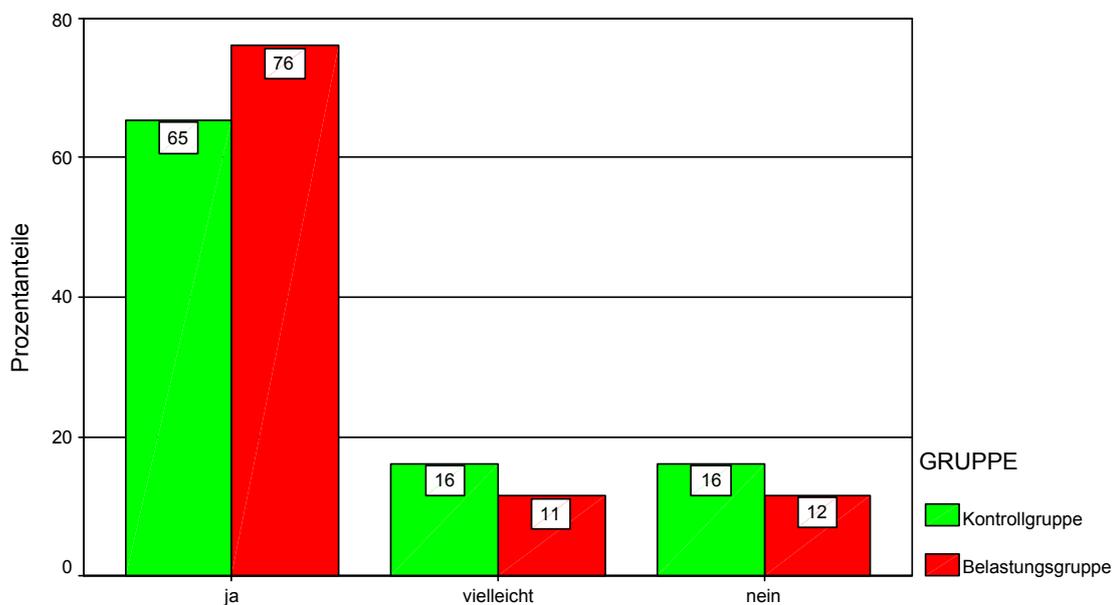


Abb. 10: Einschätzung einer allgemeinen Gesundheitsschädigung durch Fluglärm als Prozentanteil der Probanden aus Kontroll- und Belastungsgruppe

65,4 % der Kontrollgruppe gaben an, prinzipiell an eine gesundheitliche Schädigung durch Fluglärm zu glauben, bei der Belastungsgruppe waren es 76,1 %. ($\chi^2 = 6,1$; $P < 0,05$). 14 Probanden machten hierzu keine Angaben (elf in der Belastungsgruppe; drei in der Kontrollgruppe).

Für alle Ausprägungen dieses Parameters unterscheiden sich die beiden Untersuchungsgruppen bzgl. Alter und Rauchgewohnheiten nicht.

3.1.2.3 Schädigung der eigenen Gesundheit durch Fluglärm

Im Gegensatz zu Probanden aus den physikalisch wenig belasteten Gebieten fand sich bei den exponierten Personen erwartungsgemäß ein signifikant höherer Anteil von Anwohnern, die eine Schädigung ihrer eigenen Gesundheit durch Fluglärm vermuteten. 26,3 % der Belastungsgruppe gaben an zu glauben, ihre Gesundheit würde durch Fluglärm geschädigt, bei der Kontrollgruppe waren dies nur 3,1 % ($\chi^2 = 41,2$; $P < 0,05$) (Abbildung 11).

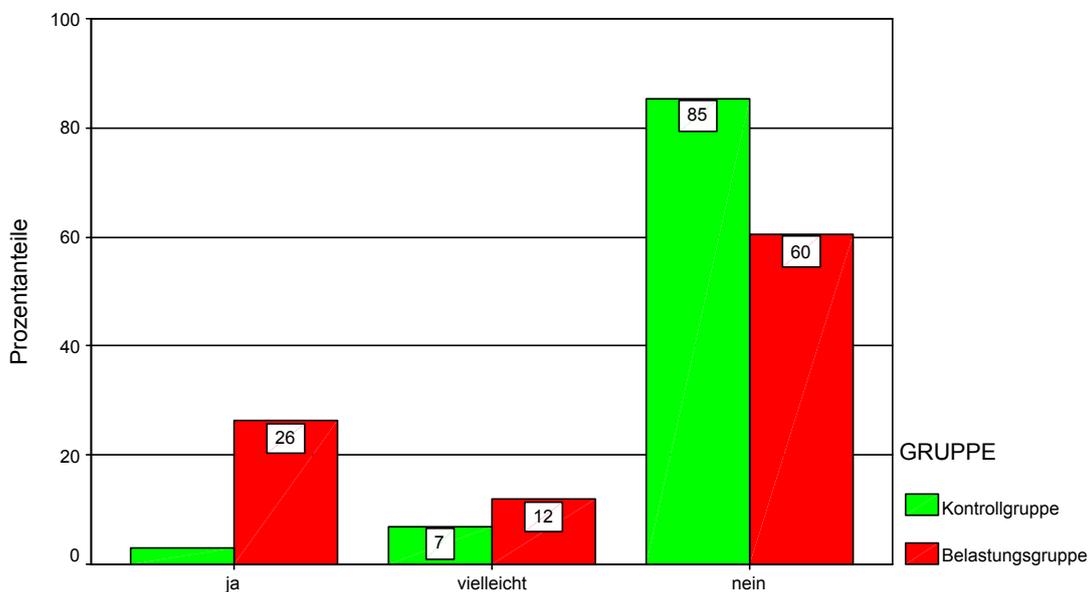


Abb. 11: Einschätzung der möglichen Gefährdung der eigenen Gesundheit durch Fluglärm als Prozentanteil der Probanden von Kontroll- und Belastungsgruppe

Insgesamt schlossen 393 Probanden der Belastungsgruppe – gegenüber zwölf der Kontrollgruppe – eine Schädigung ihrer Gesundheit (mindestens Antwortmöglichkeit „vielleicht“) nicht aus. 23 Probanden gaben keine Meinung ab (17 Probanden der Belastungs- und sechs aus der Kontrollgruppe).

Für alle Ausprägungen des Parameters „Schädigung der eigenen Gesundheit durch Fluglärm“ unterscheiden sich die beiden Untersuchungsgruppen bzgl. Alter und Rauchgewohnheiten nicht.

3.1.2.4 Arztbesuch infolge gesundheitlicher Probleme durch Fluglärm

Die Probanden der lärmbelasteten Gruppe, die eine Schädigung ihrer Gesundheit durch Fluglärm für wahrscheinlich hielten, konsultierten einen Arzt mit vergleichbarer Häufigkeit, wie jene aus der Kontrollgruppe. Entgegen ihrer Vorstellung, dass ihre eigene Gesundheit durch Fluglärm geschädigt sein könnte, gab mit 84,6 % der Kontroll- und 75,1 % der Belastungsgruppe jeweils die Mehrheit an, nicht zum Arzt gegangen zu sein.

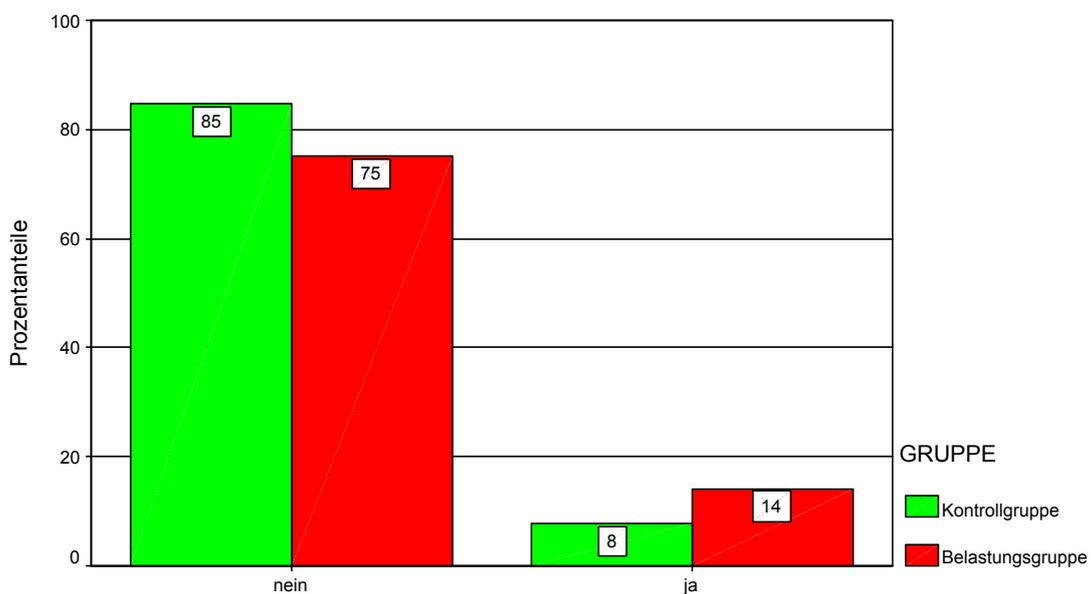


Abb. 12: Prozentuale Anteile der Probanden aus Kontroll- und Belastungsgruppe, die infolge einer angenommenen Schädigung durch Fluglärm einen Arzt aufsuchten (ja), bzw. trotz der Annahme einer Schädigung auf einen Arztbesuch verzichteten (nein)

7,7 % der unbelasteten (N = 1) und 14,1 % der lärmbelasteten Anwohner (N = 62) suchten ihren Vorstellungen entsprechend einen Arzt auf (Abbildung 12) ($\text{Chi}^2 = 0,5$; $P > 0,05$). Zu berücksichtigen war hierbei eine relativ große Anzahl von Probanden (N = 48) in der lärmbelasteten Gruppe, die keine Angabe zu dieser Frage machten (Kontrollgruppe: ein Proband).

Auch für die beiden Ausprägungen dieses Parameters unterscheiden sich die Untersuchungsgruppen bzgl. Alter und Rauchgewohnheiten nicht.

3.1.2.5 Ärztliche Behandlung infolge der Beschwerden durch Fluglärm

In der Kontrollgruppe suchte nur einer von insgesamt 130 Probanden aufgrund einer angenommenen Gesundheitsschädigung durch Fluglärm einen Arzt auf und wurde daraufhin auch therapiert. Aufgrund der geringen verbliebenen Probandenzahl der Kontrollgruppe (N = 1) wurde daher im weiteren Verlauf auf statistische Vergleiche zwischen belasteter und unbelasteter Gruppe verzichtet. Die folgenden Betrachtungen werden daher auf der beschreibenden Ebene fortgeführt.

In der Belastungsgruppe erfuhren von den verbliebenen 62, die einen Arzt aufgesucht hatten, 45 (von ursprünglich 1.158 Probanden) eine ärztliche Behandlung. Dies bedeutet, dass immerhin 72,6 % der Probanden der Belastungsgruppe, die einen Arzt konsultiert hatten, auch behandelt wurden. Bezogen auf die Gesamtzahl der Belastungsgruppe (N = 1.158) bedeutet dies, dass immerhin annähernd 4 % der Probanden wegen Fluglärm von einem Arzt therapiert wurden. Auf welche Weise diese Behandlung erfolgte, kann nur indirekt auf der Basis der weiteren Erhebungen (Verordnung von Medikamenten bzw. Bescheinigung von Arbeitsunfähigkeit) geschlossen werden.

So gaben von den 62 Probanden der Belastungsgruppe, die einen Arzt konsultiert hatten, 71 % (N = 44; 3,8 % der Ausgangsstichprobe) an, infolge der Beschwerden Medikamente verordnet bekommen zu haben. Dies traf auch auf den behandelten Probanden der Kontrollgruppe zu.

Schließlich wurde sowohl dem behandelten Probanden der Kontrollgruppe, als auch 12 (19,4 %) der Verbliebenen der Belastungsgruppe, die einen Arzt konsultiert hatten, aufgrund einer angenommenen Schädigung der Gesundheit vom Arzt eine Arbeitsunfähigkeit bescheinigt.

3.1.2.6 Häufigkeit körperlichen Unwohlseins infolge von Flugverkehr

Den im Folgenden dargestellten Ergebnissen liegt nun wieder die gesamte Stichprobe zugrunde.

Tabelle 15 zeigt, dass in der Kontrollgruppe, bezogen auf das „Körperliche Unwohlsein“ infolge von Flugverkehr, insgesamt nur 10 (8 %) Probanden eine Häufigkeit von „selten“ bis „sehr oft“ angaben. Aus diesem Grund wurden diese Antwortmöglichkeiten zusammengefasst (→ „mindestens selten“). Für diese neugebildete Variable mit den beiden Ausprägungen „nie“ und „mindestens selten“ bestand ein signifikanter Unterschied, bezogen auf das Auftreten von körperlichem Unwohlsein im Vergleich von Belastungs- und Kontrollgruppe ($\text{Chi}^2 = 31,6$; $P < 0,05$).

Auftreten von körperlichem Unwohlsein infolge Flugverkehr	Kontrollgruppe		Belastungsgruppe	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
nie	92,2	119	68,6	784
mindestens selten	7,8	10	31,4	359

Tab. 15: Absolute und relative Häufigkeit des Auftretens von körperlichem Unwohlsein für Kontroll- und Belastungsgruppe (die Antwortmöglichkeiten „selten“, „manchmal“, „oft“ und „sehr oft“ wurden zu „mindestens selten“ zusammengefasst)

Auch in diesem Fall unterscheiden sich die Untersuchungsgruppen bzgl. Alter und Rauchgewohnheiten nicht.

3.1.2.7 Häufigkeit von Bluthochdruck infolge von Flugverkehr

Knapp 10 Prozent der Probanden, die durch Fluglärm belastet waren, gaben an, „mindestens selten“ unter Bluthochdruck infolge von Flugverkehr zu leiden. Dies bedeutet im Vergleich mit den Anwohnern der unbelasteten Gruppe keinen signifikanten Unterschied ($\text{Chi}^2 = 4,0$; $P > 0,05$).

Aufgrund der geringen Häufigkeit bei der Kontrollgruppe für die Antwortmöglichkeiten „selten“, „manchmal“, „oft“, „sehr oft“ wurden diese auch hier zusammengefasst zu „mindestens selten“ (Tabelle 16).

Auftreten von Bluthochdruck infolge Flugverkehr	Kontrollgruppe		Belastungsgruppe	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
nie	96,1	122	90,8	1.021
mindestens selten	3,9	5	9,2	104

Tab. 16: Absolute und relative Häufigkeit des Auftretens von Bluthochdruck infolge von Fluglärm bei Kontroll- und Belastungsgruppe (die Antwortmöglichkeiten „selten“, „manchmal“, „oft“ und „sehr oft“ wurden zu „mindestens selten“ zusammengefasst)

Auch für die beiden Ausprägungen dieses Parameters unterscheiden sich die Untersuchungsgruppen bzgl. Alter und Rauchgewohnheiten nicht.

3.1.2.8 Häufigkeit von Atembeschwerden infolge von Flugverkehr

Auch hinsichtlich der Häufigkeit des Auftretens von Atemnot bestand kein signifikanter Unterschied: Innerhalb der Kontrollgruppe berichteten fast 98 % der Probanden, nie unter Atemnot zu leiden, innerhalb der Belastungsgruppe taten dies aber 87,5 %. 2,3 % der Probanden der Kontrollgruppe gaben an, mindestens selten unter Atemnot zu leiden, bei der Belastungsgruppe waren dies aber 12,5 %. ($\text{Chi}^2 = 11,8$; $p < 0,05$) (Tabelle 17).

Auftreten von Atembeschwerden infolge Flugverkehr	Kontrollgruppe		Belastungsgruppe	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
nie	97,7	126	87,5	1.001
mindestens selten	2,3	3	12,5	143

Tab. 17: Absolute und relative Häufigkeit des Auftretens von Atembeschwerden bei Belastung durch Flugverkehr für Kontroll- und Belastungsgruppe (die Antwortmöglichkeiten „selten“, „manchmal“, „oft“ und „sehr oft“ wurden zu „mindestens selten“ zusammengefasst)

Auch für die beiden Ausprägungen dieses Parameters unterscheiden sich die Untersuchungsgruppen bzgl. des Alters. Auffällig ist, dass es sich bei den drei Probanden der Kontrollgruppe, die über Atembeschwerden klagen, ausschließlich um Nichtraucher handelt, während sich die 143 Angehörigen der Belastungsgruppe relativ gleichmäßig in die Gruppe der Nicht- und Ex- bzw. Raucher verteilen. Dies sollte allerdings auf Grund der geringen Größe der Kontrollgruppe keine weitere Bedeutung haben.

3.2 Schlafstörungen

3.2.1 Allgemeine Schlafstörungen

3.2.1.1 Akutes Auftreten von Schlafstörungen

Abbildung 13 zeigt, dass Schlafstörungen bei den Probanden der Belastungsgruppe häufiger auftraten.

Insgesamt berichteten 36,1 % von ihnen gegenüber 24,0 % der Kontrollgruppe über akute Schlafstörungen ($\chi^2 = 7,5$; $P < 0,05$). Sieben Probanden machten hierzu keine Angaben.

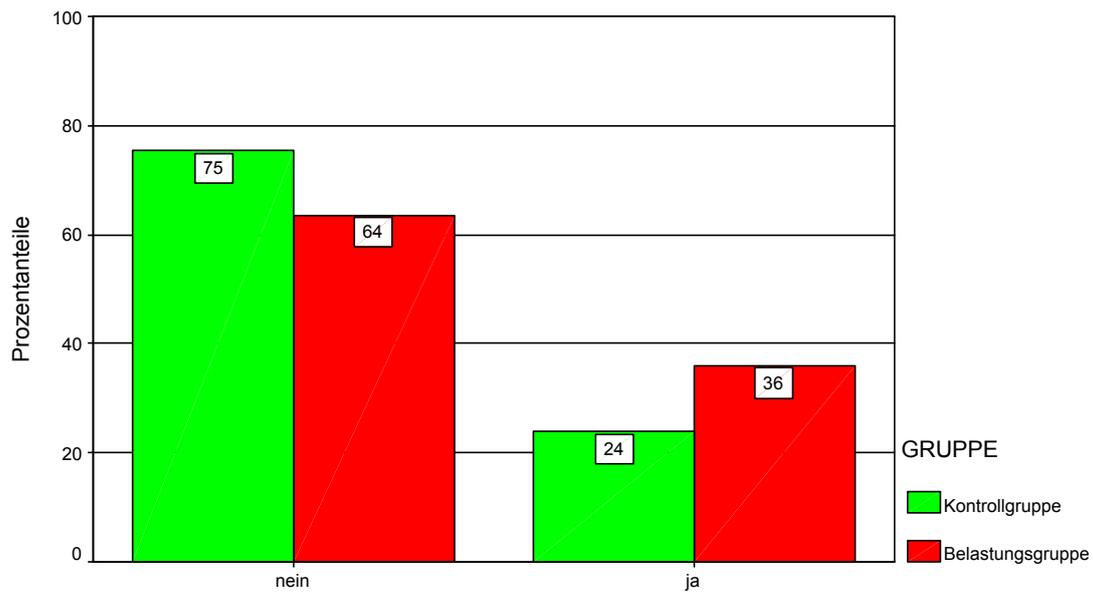


Abb. 13: Relative Häufigkeit akuter Schlafstörungen für die Probanden der Kontroll- und Belastungsgruppe

Alter und Rauchgewohnheiten unterscheiden sich für die beiden Ausprägungen dieses Parameters nicht.

3.2.1.2 Häufigkeit von Einschlafstörungen

Bezüglich des Auftretens von Einschlafstörungen unterschieden sich die durch Fluglärm belasteten Probanden nicht signifikant von der Kontrollgruppe ($\chi^2 = 4,5$; $P > 0,05$).

Häufigkeit von <u>Einschlafstörungen</u>	Kontrollgruppe		Belastungsgruppe	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
nie	49,2	64	40,7	470
selten	23,8	31	24,2	280
manchmal	14,6	19	17,7	205
mindestens oft	12,3	16	17,3	200

Tab. 18: Relative und absolute Häufigkeit von Einschlafstörungen für Kontroll- und Belastungsgruppe (die Antwortmöglichkeiten „oft“, „sehr oft“ und „ständig“ wurden zu „mindestens oft“ zusammengefasst)

12,3 % der Letzteren gaben an, „oft“ bis „ständig“ unter Einschlafschwierigkeiten zu leiden, bei der Belastungsgruppe waren es 17,3 %. Die Antwortmöglichkeiten „oft“, „sehr oft“ und „ständig“ wurden sehr selten benutzt und daher zur Antwortkategorie „mindestens oft“ zusammengefasst (Tabelle 18).

Die beiden Untersuchungsgruppen unterscheiden sich auf den verschiedenen Ausprägungen dieses Parameters bzgl. Alter und Rauchgewohnheiten nicht.

3.2.1.3 Häufigkeit von Durchschlafstörungen

Es bestand keine signifikant erhöhte Rate an Durchschlafstörungen bei den untersuchten Personen mit Lärmexposition im Vergleich zu den Probanden der Kontrollgruppe.

Häufigkeit von <u>Durchschlafstörungen</u>	Kontrollgruppe		Belastungsgruppe	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
nie	26,9	35	21,6	250
selten	31,5	41	28,0	323
manchmal	21,5	28	19,1	221
oft	13,1	17	15,4	178
sehr oft	5,4	7	8,8	102
ständig	1,5	2	7,0	81

Tab. 19: Relative und absolute Häufigkeit von Durchschlafstörungen bei Kontroll- und Belastungsgruppe

Auffällig war aber, dass in den belasteten Gebieten der Prozentsatz der Personen, die „oft“ bis „ständig“ über Durchschlafstörungen klagten, bei 31,2 % lag (Tabelle 19). In der Kontrollgruppe betrug dieser Prozentsatz 20,0 % ($\text{Chi}^2 = 9,8$; $P > 0,05$).

Zu beachten ist hier, dass die Probanden der Kontrollgruppe, welche nie unter Durchschlafstörungen leiden, im Durchschnitt um ca. 6,5 Jahre jünger sind, als die der belasteten Gruppe ($T = -2.21$; $p < 0.05$).

3.2.1.4 Häufigkeit des Aufwachens pro Nacht

Im Erhebungsinstrument wurde auch direkt nach der Häufigkeit nächtlichen Aufwachens gefragt. Die Probanden sollten hierzu eine absolute Anzahl angeben.

Die 1.143 Anwohner der belasteten Gruppe wachten nach eigenen Angaben im Durchschnitt 1,78 mal pro Nacht auf.

Bei der Kontrollgruppe lag die mittlere Aufwachhäufigkeit der 125 Probanden pro Nacht bei 1,38 ($T = -2,67$; $P < 0,05$). Das bedeutet, dass Anwohner der lärmbelasteten Stichproben ca. 0,4 mal häufiger pro Nacht im Schlaf gestört wurden, als jene nichtbelasteter – oder anders ausgedrückt: in annähernd jeder zweiten Nacht erlebten diese – zusätzlich zu „normalen“ Unterbrechungen des Nachtschlafes (Toilettengang oder ähnliches) – mit einer „Aufwachreaktion“ eine weitere maximale Störung des natürlichen Schlafrhythmus.

3.2.2 Fluglärmbedingte Schlafstörungen

3.2.2.1 Häufigkeit von Einschlafschwierigkeiten infolge von Flugverkehr

Unter Item 31 des anhängigen Fragebogens wurde die Auftretenshäufigkeit verschiedener Beschwerden infolge von Fluglärm erhoben.

Unter anderem wurde auch nach der Häufigkeit von Einschlafschwierigkeiten infolge von Flugverkehr gefragt. Wie Abbildung 14 zeigt, berichteten aus der Kontrollgruppe 79,2 % nie über flugverkehrbedingte Einschlafschwierigkeiten, bei der Belastungsgruppe waren dies 47,2 %.

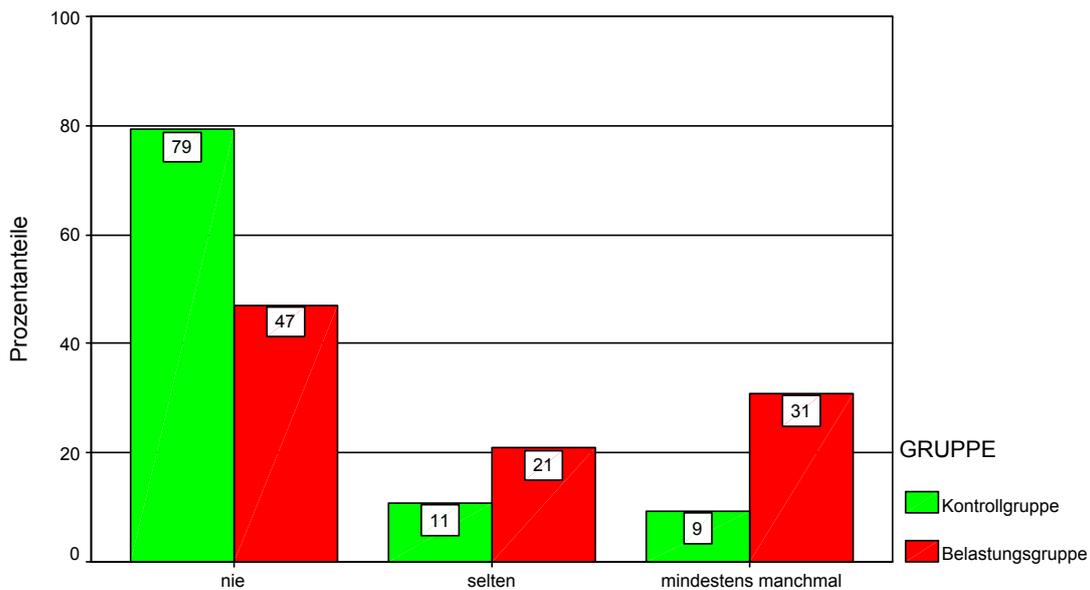


Abb. 14: Prozentuale Verteilung des Auftretens von Einschlafschwierigkeiten infolge von Flugverkehr für Kontroll- und Belastungsgruppe (die Antwortmöglichkeiten „manchmal“, „oft“, „sehr oft“ wurden zu „mindestens manchmal“ zusammengefasst)

Hingegen gaben, wie Tabelle 20 zeigt, 9,3 % der Kontrollgruppe an, „mindestens manchmal“ unter Einschlafschwierigkeiten aufgrund von Fluglärm zu leiden. Bei der belasteten Gruppe taten dies 31,2 %. Diese Verteilungsunterschiede waren hochsignifikant ($\chi^2 = 48,7$; $P < 0,05$).

Häufigkeit von Einschlafstörungen infolge Flugverkehr	Kontrollgruppe		Belastungsgruppe	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
nie	79,8	103	47,7	546
selten	10,9	14	21,1	241
mindestens manchmal	9,3	12	31,2	357

Tab. 20: Relative und absolute Verteilung der Angaben über die Häufigkeit von Einschlafstörungen durch Flugverkehr für Kontroll- und Belastungsgruppe

Die beiden Untersuchungsgruppen unterscheiden sich auf den drei Ausprägungen dieses Parameters bzgl. Alter und Rauchgewohnheiten nicht.

3.2.2.2 Häufigkeit von nächtlichem Aufwachen infolge von Fluglärm und Häufigkeit der Wahrnehmung nächtlicher (unzumutbarer) Flugzeuggeräusche (22.00 Uhr bis 06.00 Uhr)

Die Probanden der Belastungsgruppe gaben an, im Mittel 0,99 mal nachts durch Fluglärm geweckt worden zu sein (N = 1.140). In der Kontrollgruppe wachten die Probanden im Mittel 0,21 mal pro Nacht auf (N = 126). Dieser Unterschied war hochsignifikant (Tabelle 21). Dabei waren nicht alle Probanden in der Lage, eine solche Angabe zu machen. Auch die reduzierten Stichproben unterschieden sich bzgl. Alter und Rauchverhalten nicht.

Variable	Belastungsgruppe			Kontrollgruppe			Prüfgrößen		
	Anzahl	Mittelwert	STD	Anzahl	Mittelwert	STD	T	Df	P
Häufigkeit nächtlichen Aufwachens infolge Flugverkehr	1.140	0,99	1,87	126	0,21	0,70	-4,64	1.264	0,00

Tab. 21: Anzahl, Mittelwerte und Standardabweichungen sowie Prüfgrößen (T-Test) für die Häufigkeit nächtlichen Aufwachens infolge von Flugverkehr für Kontroll- und Belastungsgruppe

Bei der Beantwortung der Frage nach nächtlichen Flugzeuggeräuschen standen zwei Antwortmöglichkeiten zur Auswahl. In erster Linie sollten die Probanden eine Schätzung der nächtlichen Flugbewegungen in absoluten Zahlen angeben.

War dies nicht möglich, so bestand die Möglichkeit, eine Häufigkeitsangabe in Form von „nie“, „selten“, „manchmal“, „oft“, „immer“, bzw. „keine Angabe“ zu machen. 105 Probanden der Kontrollgruppe und 880 der Belastungsgruppe waren in der Lage, die Häufigkeit in absoluten Zahlen abzuschätzen. Auf der Basis dieser Werte wurden bei den Probanden der Kontrollgruppe im Mittel 1,3 gehörte Flugzeuggeräusche pro Nacht errechnet, in der Belastungsgruppe waren dies durchschnittlich 7,5 gehörte Geräusche. Dieser Unterschied war hochsignifikant (Tabelle 22). Die reduzierten Stichproben unterschieden sich bzgl. Alter und Rauchverhalten nicht.

Variable	Belastungsgruppe			Kontrollgruppe			Prüfgrößen		
	Anzahl	Mittelwert	STD	Anzahl	Mittelwert	STD	T	Df	P
Häufigkeit von gehörten Flugzeuggeräuschen in der Zeit von 22.00 bis 06.00 Uhr	880	7,5	13,0	105	1,3	2,37	-4,855	983	0,00

Tab. 22: Anzahl, Mittelwerte und Standardabweichungen sowie Prüfgrößen (T-Test) für die Häufigkeit von Flugzeuggeräuschen in der Zeit von 22.00 bis 06.00 Uhr für Kontroll- und Belastungsgruppe

25 Probanden der Kontrollgruppe und 278 der Belastungsgruppe waren nicht in der Lage, eine konkrete Schätzung zu dieser Frage abzugeben, und machten Gebrauch von der alternativ angebotenen relativen Skala. Aufgrund der geringen Häufigkeiten pro Antwortkategorie (insbesondere in der Kontrollgruppe) wurden die Möglichkeiten „selten“, „manchmal“, „oft“ und „immer“ zu „mindestens selten“ zusammengefasst.

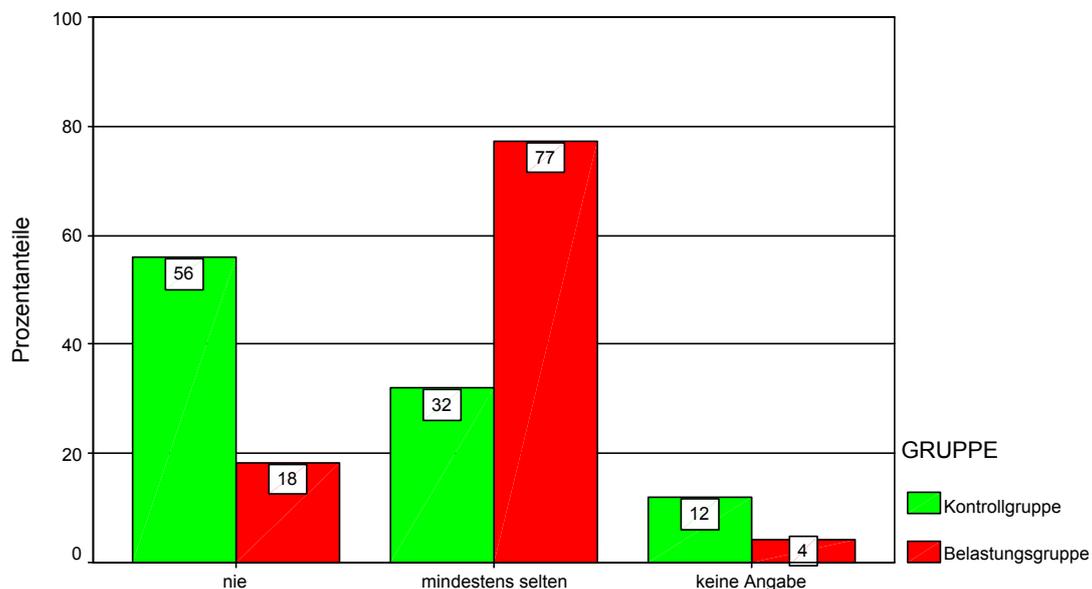


Abb. 15: Einschätzung der relativen Häufigkeit von unzumutbaren Flugzeuggeräuschen in der Zeit von 22.00 bis 06.00 Uhr (Antwortmöglichkeiten „selten“, „manchmal“, „oft“ und „immer“ wurden zu „mindestens selten“ zusammengefasst)

32 % der verbliebenen Probanden der Kontrollgruppe gaben an, „mindestens selten“ in der Zeit von 22.00-06.00 Uhr Flugzeuggeräusche zu hören, in der

Belastungsgruppe waren dies 77,3 %. Dieser Unterschied war ebenfalls hochsignifikant ($\text{Chi}^2 = 19,9$; $P < 0,05$) (Abbildung 15). Weder eine direkte Schätzung noch eine relative Angabe konnten 15 Probanden machen (Kontrollgruppe 3 – Belastungsgruppe 12). Auch diese Teilpopulation zeigte keine Unterschiede bzgl. Alter und Rauchverhalten.

3.3 Belästigung

3.3.1 Allgemeine Belästigung durch störende Umwelteinflüsse

51,2 % der Probanden der Belastungsgruppe klagten über das Vorhandensein störender Umwelteinflüsse in ihrer Wohngegend. Bei der Kontrollgruppe waren dies nur 33,1 %. Dieser Unterschied war mit einem Chi^2 von 16,0, bei $P < 0,05$ signifikant (Abbildung 16). Acht Probanden der Belastungsgruppe machten zu dieser Frage keine Angabe. Alter und Rauchgewohnheiten sind, ungeachtet dieser geringfügigen Veränderung, in beiden Populationen vergleichbar.

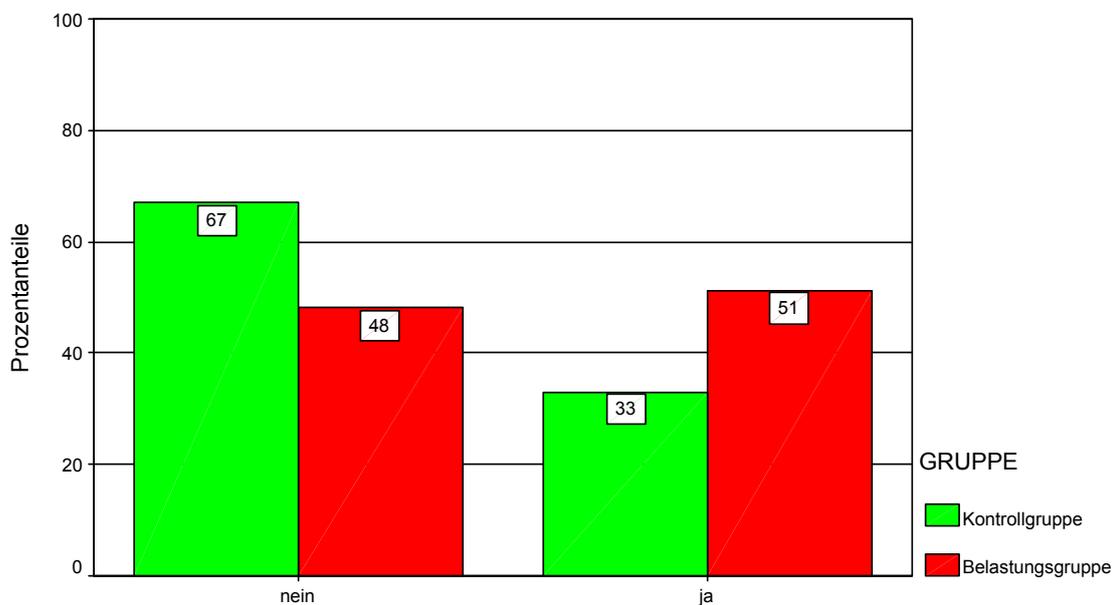


Abb. 16: Relative Häufigkeit störender Umwelteinflüsse für Kontroll- und Belastungsgruppe

3.3.2 Belästigung durch Flugverkehr

3.3.2.1 Hinderung der Entspannung und Ruhe durch Flugverkehr

Während sich in der Kontrollgruppe mehr als 80 % der untersuchten Anwohner „nie“ in der *Entspannung und Ruhe durch Fluglärm* gehindert fühlten, waren es in der Belastungsgruppe nur knapp die Hälfte (41,3 %) (Tabelle 23).

Hinderung der Entspannung und Ruhe infolge Flugverkehr	Kontrollgruppe		Belastungsgruppe	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
nie	82,2	106	41,3	478
selten	8,5	11	17,6	204
manchmal bis sehr oft	9,3	12	41,1	475

Tab. 23: Relative und absolute Häufigkeit für „Hinderung von Entspannung und Ruhe infolge Flugverkehr“ bei Kontroll- und Belastungsgruppe

In der letzteren berichteten mehr als 40 % „manchmal“ bis „sehr oft“ von solchen Störungen, wohingegen sich innerhalb der Kontrollgruppe nur 9,3 % „manchmal“ bis „sehr oft“ in ihrer Ruhe und Entspannung durch Fluglärm gehindert fühlten. Dieser Unterschied war signifikant ($\text{Chi}^2 = 79,3$; $P < 0,05$). Nur zwei Probanden konnten zu dieser Frage keine Angaben machen. Dies hatte keinen Einfluss auf die Vergleichbarkeit von Alter und Rauchgewohnheiten der beiden Stichproben.

3.3.2.2 Bedürfnis sich wegen Flugverkehr nicht im Freien aufzuhalten

Die Anzahl der Personen der Belastungsgruppe, die sich, bedingt durch Flugverkehr, ungern im Freien aufhielten, war im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant ($\text{Chi}^2 = 55,2$; $P < 0,05$) erhöht.

90,7 % der Probanden der Kontrollgruppe waren in ihrer Freude am „Aufenthalt im Freien“ in keiner Weise beeinträchtigt. In der Belastungsgruppe waren dies nur 57,0 %.

Entsprechend berichteten 43 % der Belastungsgruppe über einen Verlust von Lebensqualität bei der Nutzung von Außenflächen („mindestens selten“), gegenüber 9,3 % der Kontrollgruppe (Tabelle 24).

Beeinträchtigung der Freude am Aufenthalt im Freien als Folge von Flugverkehr	Kontrollgruppe		Belastungsgruppe	
	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl
nie	90,7	117	57,0	659
mindestens selten	9,3	12	43,0	498

Tab. 24: Relative und absolute Häufigkeit für „Beeinträchtigung der Freude am Aufenthalt im Freien als Folge von Flugverkehr“ für Kontroll- und Belastungsgruppe

Auch in diesem Fall haben die beiden unter 3.3.2.1 Probanden, die zu dieser Fragestellung keine Aussage machen konnten keinen Einfluss auf die Vergleichbarkeit von Alter und Rauchgewohnheiten der beiden Stichproben.

3.3.2.3 Belästigungsintensität von Fluglärm

Über 50 % der befragten Anwohner der Kontrollgruppe fühlten sich „nicht“ belästigt. In der Belastungsgruppe waren dies 14,5 %. Fast 38 % der Probanden der Belastungsgruppe empfanden die Belästigung durch Fluglärm als „stark“ bis „unerträglich stark“, in der Kontrollgruppe waren dies 6,2 % (Abbildung 17). Dieser Unterschied war hochsignifikant ($\text{Chi}^2 = 148,4$; $p < 0,05$).

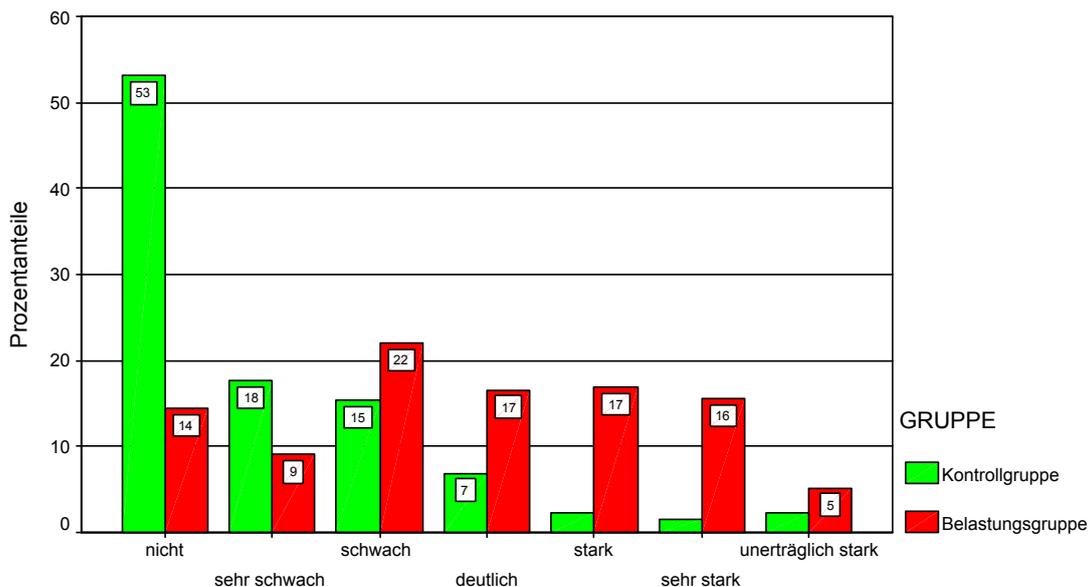


Abb. 17: Prozentuale Verteilung der Angaben zur Belästigungsintensität durch Fluglärm für die Probanden der Kontroll- und Belastungsgruppe

Auch hier zeigen sich bzgl. Alter und Rauchgewohnheiten keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen.

3.3.2.4 Zumutbarkeit von Flugverkehr

Die untersuchten Stichproben unterschieden sich erwartungsgemäß auch bezüglich ihrer Einschätzung der Zumutbarkeit des vorhandenen Fluglärms ($\chi^2 = 54,9$; $P < 0,05$) deutlich. Während in der Kontrollgruppe 91,4 % den Flugverkehr im allgemeinen für „zumutbar“ hielten, waren dies in der belasteten Stichprobe nur 57,8 %. 42,2 % vertraten hier dementsprechend die Meinung, dass die Belästigung durch Fluglärm unzumutbar war (Tabelle 25).

Betrachtet man die Bewertungen der Probanden getrennt nach Tageszeiten, so wird deutlich, dass die Flugbewegungen, die in die Nachtzeit fielen (22 bis 06 Uhr), als wesentlich unzumutbarer empfunden wurden, als der Flugverkehr tagsüber. Während mehr als 50 % der Probanden der Belastungsstichprobe diesen nachts als extrem störend wahrnahmen, wurde der Flugverkehr

tagsüber nur von knapp 20 Prozent der untersuchten Anwohner in den belasteten Stichproben so dargestellt (Tabelle 25).

Zumutbarkeit von Flugverkehr		Kontrollgruppe		Belastungsgruppe		Chi ²	P
		Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl		
insgesamt	ja	91,4	117	57,8	663	54,9	< 0,00
	nein	8,6	11	42,2	485		
tagsüber (06-22 Uhr)	ja	95,3	121	80,5	917	16,9	< 0,00
	nein	4,7	6	19,5	222		
nachts (22-06 Uhr)	ja	84,1	106	47,5	544	61,0	< 0,00
	nein	15,9	20	52,5	602		

Tab. 25: Absolute und relative Anteile der Zumutbarkeits-Urteile (insgesamt, tagsüber und nachts) für die Probanden der Kontroll- und Belastungsgruppe sowie Testgröße Chi²

Die Unzumutbarkeitsurteile der Kontrollstichprobe überschritten unabhängig von dem betrachteten Zeitfenster nicht die 20 %-Marke und unterschieden sich sowohl für die Tages- als auch die Nachtzeit deutlich von den Urteilen der Anwohner der belasteten Stichproben.

Alter und Rauchgewohnheiten unterscheiden sich für alle drei Fragestellungen zwischen den beiden untersuchten Populationen nicht.

4. Diskussion

Die Ergebnisse dieser luftverkehrsmedizinischen Untersuchung lassen ein insgesamt eher uneinheitliches Bild erkennen. Einerseits fällt die „Einschätzung des Gesundheitszustands“ in der physikalisch belasteten Gruppe – gegenüber der (in für fast alle Fragestellungen) soziodemographisch vergleichbaren Kontrolle – deutlich schlechter aus. Außerdem werden auch ein häufigeres Auftreten von Kreislaufbeschwerden und Schlafstörungen, eine im Durchschnitt höhere Anzahl von Krankheitssymptomen sowie häufigere Arztbesuche, verbunden mit Behandlungen, Medikamenteneinnahme und ggf. Krankenschreibungen berichtet.

Andererseits zeigen sich bzgl. der „Zufriedenheit mit dem Gesundheitszustand“ sowie auf allen direkten, den Blutdruck betreffenden Parametern keine signifikanten Unterschiede zwischen lärmbelasteten und nicht luftverkehrsbelasteten Anwohnern.

Der Gegensatz zwischen direkter „Einschätzung“ und „Zufriedenheit“ mit dem Gesundheitszustand könnte auf eine eher psychologisch aufzufassende Gewöhnung an den belasteten Zustand in Folge einer Verschiebung der Zufriedenheitsschwelle auf ein niedrigeres Niveau und somit auf kognitive Prozesse in der Verarbeitung der Lärmreize hindeuten.

Von den 16 untersuchten Krankheitssymptomen wurden in dieser Untersuchung nur Kreislaufbeschwerden, sowie akute Schlafstörungen von der Belastungsgruppe signifikant häufiger angegeben. Allerdings zeigt sich in der Summe insofern ein signifikanter Unterschied, als in der belasteten Gruppe im Durchschnitt knapp ein Symptom mehr angegeben wird.

Dies deutet darauf hin, dass sich die Unterschiede, bezogen auf einzelne Krankheitszeichen, für die Probanden subjektiv nicht so gravierend darstellen, in der Summe aber zu einem schlechteren Gesundheitsgefühl und einer höheren Anzahl von Missempfindungen insgesamt und – daraus resultierend – zu der schlechteren „Einschätzung des Gesundheitszustandes“ führen.

Der interdisziplinäre Arbeitskreis für Lärmwirkungsfragen beim Umweltbundesamt (1990) kommt zu ähnlichen Erkenntnissen: Auch hier führt eine

Lärmexposition, wie sie in der vorliegenden Untersuchung für die Belastungsgruppe besteht, zu einer Minderung des gesundheitlichen Wohlbefindens.

Die eher uneinheitlichen Ergebnisse zur subjektiv wahrgenommenen Beeinträchtigung der eigenen Gesundheit in der vorliegenden Untersuchung korrespondieren mit bekannten, ebenfalls eher uneinheitlichen Ergebnissen zu physiologischen Auswirkungen von Lärm.

In den Berliner und Hamburger Fluglärmstudien (Maschke et al. 1992, 1996 (2)) wurden Probanden nachts in ihren Wohnungen mit vorab aufgezeichneten Fluglärmgeräuschen beschallt. Im Versuchszeitraum wurde die Cortisolausscheidung im Urin gemessen und mit den derzeit gültigen Normwerten verglichen. In beiden Untersuchungen fanden sich unter Lärmexposition gesundheitlich bedenkliche Cortisolausscheidungen deutlich oberhalb der Normwertgrenze. Kastka et al. (1999) untersuchten ebenfalls Anwohner eines deutschen Flughafens auf die Höhe der Cortisolausscheidung, konnten aber keine Unterschiede zwischen lärmbelasteten Gruppen und Kontrollgruppe zeigen. Zwar waren die Werte in der nicht belasteten Gruppe am niedrigsten, unterschieden sich aber nicht signifikant von denen der belasteten. Auch konnte in vier unterschiedlich hoch schallbelasteten Stichproben keine Dosis-Wirkungsbeziehung zwischen Pegel und Cortisolausscheidung gezeigt werden. Problematisch bei dieser Untersuchung war aber die Inbetriebnahme einer neuen Start-/Landebahn ca. vier Monate vor Untersuchungsbeginn, wodurch sich die Höhe der Belastungen für die Anwohner der verschiedenen Stichproben deutlich veränderte.

Hofbauer et al. (2005) konnten in ihren Untersuchungen an einem deutschen Flughafen signifikante Unterschiede für die mittlere Magnesiumausscheidung zwischen nicht- und schallbelasteten Stichproben zeigen. Im Rahmen ihrer Untersuchung wurde von je zwei, hinsichtlich Geschlecht und Alter homogenen Gruppen nächtlicher Sammelurin gewonnen, aus dem sie die ausgeschiedene Magnesiummenge bestimmten. Parallel zur Uringewinnung erfolgten Messungen des nächtlichen Außenschallpegels (L_{eq}), sowie der Maximalpegel (L_{max}) der einzelnen Flugbewegungen. Im Ergebnis lag die mittlere Ausscheidung für Magnesium bei den Belastungsgruppen signifikant höher.

Auch fanden sie deutliche korrelative Zusammenhänge zwischen nächtlichem Dauerschallpegel und Magnesiumausscheidung im Sammelzeitraum auf individueller und Mittelwertsbasis.

Auch Köckemann (2002) untersuchte den Magnesiumhaushalt von Probanden unter Lärmbelastung. Er zeigte eine Verminderung der Magnesiumkonzentration im Serum bei gleichzeitigem Anstieg der Magnesiumausscheidung. Im Rahmen seiner Dissertation wurden 25 Probanden verschiedenen Schallreizen (Rosa Rauschen verschiedener Frequenzen, von 100 bis 109 dB – linear gemessen) ausgesetzt.

Ising et al. (1997) zeigten, dass es bei mittleren Schalldruckpegeln von ca. 60 dB(A) erst in Kombination mit bestimmten situativen Bedingungen (geistige Tätigkeit) zu einer Stresshormonerhöhung kommt. Neben diesen situativen Bedingungen spielen laut dieser Autoren auch individuelle Parameter wie Befindlichkeit und Lärmempfindlichkeit eine moderierende Rolle.

Die Befunde zur Auswirkung von nächtlicher Lärmbelastung auf den Schlaf der untersuchten Anwohner sind einheitlicher. Die Frage, ob Nachtfluglärm zu schlechterem Schlaf führt, kann auch aus den vorliegenden Daten bejaht werden. Die befragten Anwohner der belasteten Stichprobe berichteten von erhöhtem Auftreten von Schlafstörungen und gaben – bei vergleichbarem durchschnittlichem Alter – im Mittel höhere Anzahlen für nächtliches Aufwachen an. Allerdings zeigte sich auch hier ein ähnliches Phänomen, wie bei den Daten zum Gesundheitszustand. Obwohl die Probanden der lärmbelasteten Stichprobe die geschätzte Anzahl für „nächtliches Erwachen“ im Durchschnitt signifikant höher angaben, beurteilten sie das Auftreten von Schlaf- bzw. Durchschlafstörungen auf einer 6-teiligen Skala (von „nie“ bis „ständig“) statistisch nicht abweichend von den Anwohnern der Kontrollgruppe. Dies könnte ein weiterer Hinweis für eine Verschiebung von relativen Wertesystemen unter andauernder Lärmbelastung und das Einwirken moderierender Faktoren bei der Bewertung der lärminduzierten gesundheitlichen Auswirkungen auf die Anwohner der belasteten Gebiete sein.

In der Psychologie werden seit Mitte der 50er Jahre Konzepte diskutiert, die sich mit inkonsistenten Zuständen beschäftigen. Zu nennen sind in diesem Zusammenhang z.B. die Kongruenz-Theorie von Osgood und Tannenbaum (1955) sowie die Balancetheorie von Heider (1960). Beide Theorien beschäftigen sich mit Erklärungsansätzen für die Verarbeitung von inkongruenten Lebensbedingungen durch das Individuum.

Bezogen auf die Situation der lärmbelasteten Stichprobe wäre ein solcher Ablauf etwa in folgender Art vorstellbar: Die Anwohner wissen um ihren Gesundheitszustand und machen auch den Fluglärm als mögliche Ursache aus, gleichzeitig verlassen sie aber ihre Wohngegend nicht (weil sie sich aus anderen Gründen dort wohlfühlen oder finanziell dort gebunden sind). Dies erzeugt einen dissonanten oder inkongruenten Zustand, den sie durch Neubewertung ihrer Situation ändern müssen: „Ich fühle zwar bestimmte Krankheitssymptome und suche auch regelmäßig Ärzte auf – aber insgesamt bin ich mit meinem Gesundheitszustand relativ zufrieden.“

Griefahn (1977) beschäftigte sich mit der Frage, ob Nachtfluglärm zu subjektiv schlechterem Schlaf führt. Sie fasste einige Studien, die sich laborexperimentell mit Schlafverhalten und Schlafqualität der Probanden befassten, zusammen und legte auf dieser Basis dar, dass nächtlicher Lärm sicherlich zu gestörtem Schlaf führt. Man könne jedoch sehr wohl von einer Gewöhnung an diesen Zustand ausgehen. Dieser Vorgang wurde laborexperimentell zunehmend bis zur neunten Versuchsnacht beobachtet. Danach war keine wesentliche Steigerung mehr feststellbar. In vielen der von ihr berichteten Untersuchungen konnte dieser Befund aber nur tendenziell nachgewiesen werden. Als Grund hierfür führt sie das Versagen von Signifikanztests bei einer zu geringen Anzahl von Einzelversuchen an. Auch Jansen et al. (1995) schrieben dem Gewöhnungseffekt an nächtliche Geräusche große Bedeutung zu.

Eine Gewöhnung an den Lärm, wie von Griefahn und Jansen diskutiert, schließt der interdisziplinäre Arbeitskreis für Lärmwirkungsfragen beim Umweltbundesamt (1990) allerdings aus.

Auch auf der Basis der Befunde der vorliegenden Untersuchung muss man eher von kognitiv ablaufenden Veränderungen der Bewertung der vorhandenen Lärmbelastung ausgehen, als von einer Gewöhnung an die Situation. Trotz der hohen durchschnittlichen Wohndauer (im Durchschnitt ca. 16 Jahre) der untersuchten Anwohner scheint eine Gewöhnung – angesichts der weiterhin subjektiv empfundenen Einbußen bezogen auf den Gesundheitszustand – nicht stattgefunden zu haben. Stattdessen kommt es wohl eher zu der oben beschriebenen Neubewertung durchaus bewusst vorhandener Störungen des Schlafrhythmus.

Andere Untersuchungsansätze versuchten, Schlafstörungen als Folge von Lärmbelastung in häuslicher Umgebung (Berliner/Hamburger Fluglärmstudien, 1992, 1996) nachzuweisen. Hierbei kamen zum Einen objektive Methoden zur Erfassung von Schlafparametern, wie z.B. EEG-Ableitungen oder Videoüberwachungen der Probanden, zur Dokumentation von Bewegungen zum Einsatz, zum Anderen wurden jedoch auch, wie in der vorliegenden Untersuchung, Schlafprobleme mittels Fragebogen erfasst (Dora 1980).

Griefahn berichtete 1977 über Soldaten, die während eines Manövers oder im Gefecht in der Umgebung von Flugschneisen ungestört schlafen, und führte dies wiederum auf Gewöhnung zurück. Bei Soldaten im Einsatz oder während Übungen muss man allerdings von starker Erschöpfung und von ausgeprägtem Schlafmangel ausgehen, so dass eine Vergleichbarkeit mit den Schlafphasen der Normalbevölkerung vermutlich nicht gegeben ist. Der interdisziplinäre Arbeitskreis für Lärmwirkungsfragen beim Umweltbundesamt untermauerte diese Annahme 1992 durch die Feststellung, dass mit zunehmender Ermüdung Schlafstörungen weniger stark ausgeprägt sind.

Für die DORA-Studie (1980) wurden in Großbritannien schriftliche Befragungen an mehr als 3.000 Anwohnern zum Thema Schlafverhalten durchgeführt. Es konnte – entsprechend der Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung – ein Zusammenhang zwischen Einschlaf- und Durchschlafschwierigkeiten und dem energieäquivalenten Dauerschallpegel (L_{eq}) durch nächtlichen Fluglärm nachgewiesen werden.

Hofbauer und Borsch-Galetke (2006) konnten in einer weiteren Untersuchung ebenfalls signifikante Zusammenhänge zwischen Schlafqualität und Belastungspegel zeigen. Dabei unterschied sich eine lärmbelastete Stichprobe signifikant von einer Kontrollgruppe auf drei von fünf Faktoren des Schlaffragebogens SF-A. Außerdem fühlten sich die lärmbelasteten Anwohner im Vergleich zur Kontrollgruppe morgens weniger ausgeruht, schliefen schlechter und hatten häufiger nach nächtlichem Aufwachen Einschlafschwierigkeiten. In diesem Zusammenhang muss kritisch auf die derzeit normativ zugrunde liegende Standardnacht (22.00 bis 06.00 Uhr) eingegangen werden. Sowohl in Bezug auf das heutige Schlafverhalten, als auch insbesondere unter Fluglärmbelastung erscheint diese Normierung nicht mehr zeitgemäß. Kastka et al. (2001) zeigten in ihrer Erhebung, dass sich der Schlafzeitraum der untersuchten Population in die frühen Nacht- bzw. die späten Morgenstunden um ca. eine Stunde verschoben hat. Das bedeutet, dass man unter Berücksichtigung der intensiven flugtechnischen Nutzung gerade für diese Morgenstunde von 06.00 bis 07.00 Uhr von einem noch höheren Störpotenzial durch den Fluglärm ausgehen muss, als dies durch die normativ begründete Abfrage in unserer Untersuchung erfasst werden konnte.

In diesem Zusammenhang muss auch auf die Ergebnisse von Maschke et al. (2001) verwiesen werden, wonach Menschen in den frühen Morgenstunden (06.00 bis 08.00 Uhr) eine besondere Störungsempfindlichkeit aufweisen.

Guski et al. (2004) postulierten, dass wiederholte oder andauernde Schallreize im Schlaf eine Aktivierung des Nervensystems initiieren, sowie eine Störung des normalen Schlafzyklus, der für die Erholung zwingend notwendig ist, herbeiführen.

Dies wird gestützt von Ortscheid und Wende (2000), die festhielten, dass Einzelereignisse oberhalb von 50 dB(A) (L_{max} , innen gemessen) zu Veränderungen des Schlafablaufes bis hin zum Aufwachen führen. Bei Dauerschallpegeln ($L_{eq} < 30$ dB(A), innen) dürfte nach Ortscheid ein weitgehend ungestörter Nachtschlaf noch möglich sein. Bei Dauerschallpegeln ($L_{eq} > 50$ dB(A), außen) ist mit zunehmendem Belästigungserleben der Betroffenen zu rechnen. Nach Jansen et al. (1999) ist auf der Basis der Daten

früherer Laborexperimente von gesundheitsbeeinträchtigenden Störungen des Schlafes durch Fluglärm bei Außenmaximalpegeln von mindestens 6 x 75 dB(A) auszugehen. Maschke et al. (1996 (1)) kommen, bezogen auf die Innenraumbelastung – legt man eine Dämmung von ca. 30 dB bei geschlossenen Fenstern zu Grunde – zu ähnlichen Ergebnissen. Sie zeigen, dass bei Überschreitung von Innenraumpegeln von 45 dB(A) L_{max} mit Aufwachreaktionen, Störungen des Schlafrhythmus sowie Leistungseinbußen und Herzrhythmusstörungen zu rechnen ist.

Die in der vorliegenden Untersuchung erhobenen Daten weisen – geschätzt auf der Basis der Entfernungen zu Flughafen und Flugbahn – für die Kontrollgruppe energieäquivalente Dauerschallpegel von deutlich unter 45 dB(A) auf, wohingegen die lärmbelasteten Gebiete geschätzte nächtliche Dauerschallpegel von ca. 51 bis 65 dB(A) (außen) erreichen. Unter Berücksichtigung der Belastungsdaten von Hofbauer und Borsch-Galetke, die eine Teilmenge der vorliegenden Stichproben auch messtechnisch erfassen konnten (2006), kann dabei von mindestens zehn Überschreitungen des Maximalpegels von 70 dB(A) (L_{max}) pro Nacht ausgegangen werden. Insofern können die Befunde von Jansen und Maschke auch hier bestätigt werden.

Störungen, die zeitlich in die Einschlafphase fallen, können besonders unangenehm sein, da die „Störschwelle“ für Lärm nachts als geringer im Vergleich zum Tag angesehen werden muss. Der „Hintergrundpegel“ ist niedriger und, die Geräusche des Fluglärms werden hierdurch nicht „quasi kaschiert“. Somit wird gerade in der Einschlafphase Lärm besonders deutlich wahrgenommen und kann auch über die gesamte restliche Nacht zu Veränderungen der einzelnen Schlafphasen führen. Nach Jansen et al. (1995) kann es insbesondere zu Veränderungen der Tiefschlafrhythmik kommen, die sich in Folge negativ auf die Befindlichkeit auswirken können.

In der vorliegenden Untersuchung wachten die Probanden der Kontrollgruppe mit durchschnittlich 1,38 mal (pro Nacht) deutlich seltener auf, als die der Belastungsgruppe (1,78 mal). Dieser Unterschied ist hochsignifikant.

Plausibel werden diese Befunde durch die Angaben zur Häufigkeit von gehörten Flugzeuggeräuschen in der Zeit von 22.00 Uhr bis 06.00 Uhr. Die Probanden der Belastungsgruppe nahmen, bei vergleichbarem Alter, erwartungsgemäß in oben genanntem Zeitraum signifikant häufiger Flugzeuggeräusche wahr, als die nicht (Nachtfluglärm-) Belasteten. Dieser an sich nicht ungewöhnliche Befund ist insofern von Bedeutung, als das nächtliche Aufwachen nicht zwingend an Geräuschereignisse gebunden ist, vielmehr unterliegt der Schlaf einer zirkadianen Rhythmik bis hin zum nächtlichen Aufwachen, welches in einem solchen Fall als physiologisch normaler Vorgang anzusehen ist.

Tendenziell stimmen die Daten dieser Untersuchung auch mit den Ergebnissen der bereits zitierten Studie von Kastka (2001) zur Lärmbelastung der Anwohner des Großflughafens München überein. Die Gesamtaufwachrate der Belastungsgruppe unterschied sich gegenüber der Kontrollgruppe hier – im Vergleich zu den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung sogar noch etwas deutlicher – um mehr als den Faktor zwei (0,99 vs. 0,49 mal pro Nacht im Kontrollgebiet). Im Belastungsgebiet war jedoch auch der Anteil der spontanen – zeitlich nicht mit einem Überflugereignis in Verbindung zu bringenden – Aufwachreaktionen doppelt so hoch, wie jener der fluglärmbedingten. Dies deutet auf einen insgesamt gestörten Ablauf des Schlafes mit verkürzten Tiefschlafphasen hin, in dessen Folge möglicherweise auch geringfügige – nicht fluglärmbedingte – äußere Störungen zu „Aufwachreaktionen“ führen können. Das Aufwachen wurde dabei über einen Zähler mit gleichzeitiger Zeitnahme von den Anwohnern direkt beim Auftreten registriert. Über parallel stattfindende Messungen der Lärmbelastung und der Identifikation der einzelnen Überflüge gelang so eine eindeutige Zuordnung von Aufwachzeitpunkten und ggf. gleichzeitigen Überflügen.

Kastka stellte eine in der Nacht um 5 dB(A) höhere Empfindlichkeit im Bereich von 40 bis 50 dB(A) bei den Probanden der Belastungsgruppe fest. Er legte ferner dar, dass im Vergleich der Münchner Daten mit Ergebnissen früherer Untersuchungen von allen vier untersuchten deutschen Flughäfen die Belastung am Kölner Flughafen nachts am höchsten ausgeprägt ist, da die

Lärmpegel in der Nacht gegenüber dem Tag um weniger als 10 dB(A) absinken.

Jansen et al. (1995) geben die Aufwachschwelle mit 60 dB(A) L_{max} an. Gleichzeitig postulieren die Autoren, dass nur Aufwachphasen am folgenden Tag erkennbar sind, die mindestens vier Minuten gedauert haben. Dies könnte eine Erklärung für die zum Teil nur tendenziell unterschiedlichen Ergebnisse in der vorliegenden Arbeit sein, da durch die Erfassungsmethode – im Gegensatz zu den Untersuchungsansätzen von Kastka (2001) – nur Daten erhoben werden konnten, an die sich die Probanden erinnerten.

Ein Einfluss von Fluglärm auf den Bluthochdruck kann im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht nachgewiesen werden. Alle diesbezüglichen Parameter zeigten keinen signifikanten Unterschied zwischen belasteter und unbelasteter Population. Zu beachten ist allerdings, dass für die untersuchten Sub-Sets zumindest tendenzielle Altersunterschiede zwischen Kontrollgruppe und Belasteter Gruppe nachgewiesen wurden. Direkte Blutdruckmessungen wurden in dieser Studie nicht durchgeführt.

Hofbauer et al. (2005 (1)) haben auf der Basis von Messwerten und Self-Report-Daten die Vergleichbarkeit der Ergebnisse beider Untersuchungsansätze vorgestellt. Dabei ergab sich ein Unterschied von 10 mmHg für den systolischen und 6 mmHg für den diastolischen Blutdruck.

In der Literatur wird der Zusammenhang zwischen Lärm und der Entstehung von Herz-Kreislauferkrankungen kontrovers diskutiert. Nach Darstellung des interdisziplinären Arbeitskreises für Lärmwirkungsfragen beim Umweltbundesamt (Guski et al. 2004) gilt es als erwiesen, dass Lärm während des Schlafes zu Veränderungen des Cortisolhaushaltes führt, darüber hinaus zu unphysiologischer Beeinflussung des Sympathikus und Parasympathikus, was wiederum Veränderungen von Kreislaufparametern nach sich zieht. Ferner beschreibt der Arbeitskreis für Lärmwirkungsfragen beim Umweltbundesamt

(1990) eine auf Gefäßverengung zurückzuführende Steigerung des diastolischen Blutdrucks infolge von Lärmexposition.

In den Caerphilly und Speedwell Herzinfarktstudien (Babisch et al. 1993 (1,2)) konnte jedoch nur für die Plasnaviskosität ein signifikantes bzw. grenzwertig signifikantes relatives Risiko von 1,5 festgestellt werden, nicht dagegen eine Gefäßverengung mit sekundär resultierender Steigerung des Blutdrucks. Hingegen konnte Griefhahn (1994) eine Gefäßverengung unter Lärmbelastung und somit sekundär eine (geringfügige) Blutdrucksteigerung nachweisen. Sie legte ferner dar, dass bei manchen Probanden bestimmte extreme Schall-druckpegel keine Blutdrucksteigerung erkennen lassen, z.B. laute, gewohnte Geräusche am Arbeitsplatz, wohingegen z.B. Verkehrslärm während der Freizeit zu deutlichen Reaktionen führen kann. Dies deutet auf eine kognitive Beteiligung hin, im Sinne der Erwünschtheit bzw. Kontrolle von Geräuschen oder Lärmereignissen. Das bedeutet, dass Lärm, der erwünscht oder zumindest geduldet ist (z.B. Lärm am Arbeitsplatz, der indirekt dem Lebensunterhalt dient), eine höhere Akzeptanz erfährt, als z.B. Nachbarschaftslärm oder aber auch Fluglärm, der während der Erholungsphasen nicht toleriert wird.

Diese These von Griefhahn wird gestützt durch die Ergebnisse von Borsch-Galetke et al. (2005): Die Autoren untersuchten Veränderungen im Magnesiumhaushalt im Rahmen ihrer Studie zu Auswirkungen von Waffenlärm auf Bedienstete der Bundeswehr. Die Ergebnisse zeigen, dass es unter Einwirkung von Schusslärm (über 100 dB(A)) zu einem Austausch des in der Zelle befindlichen Magnesiums gegen Calcium kommt. Durch den resultierenden Abfall des zellulären Magnesiumgehalts und den Anstieg des Calciumspiegels in der Zelle erfolgt ein erhöhter Muskelzelltonus, der einen Blutdruckanstieg durch Vasokonstriktion nach sich zieht.

Die Frage nach dem Zusammenhang von Fluglärmbelastung und Anzahl von Arztbesuchen, sowie den daraus resultierenden Folgemaßnahmen, wie medizinische Behandlung und temporäre Arbeitsunfähigkeit, führte zu den überraschendsten, weil in ihrer Deutlichkeit in der Literatur noch nicht dargestellten Ergebnissen.

Mehr als ein Viertel (ca. 27 %) der Probanden der Belastungsgruppe war der Ansicht, dass die eigene Gesundheit durch den Fluglärm in Mitleidenschaft gezogen sei. Von diesen konsultierten immerhin 18,3 % aufgrund ihrer Beschwerden einen Arzt. Der Zeitpunkt des letzten Arztbesuchs der Anwohner der lärmbelasteten Stichprobe unterscheidet sich statistisch signifikant von dem der Kontrollgruppe: Die Teilnehmer der belasteten Gruppe suchen, bei vergleichbarem Alter und ähnlichen Rauchgewohnheiten, nicht nur häufiger einen Arzt auf, viel mehr ist noch beachtlich, dass die deutliche Mehrheit von ihnen auch als behandlungsbedürftig erachtet wurde, wobei zum größten Teil auch Medikamente verordnet wurden.

Des Weiteren erhielten immerhin 19,4 % der 62 Probanden der Belastungsgruppe, die wegen Fluglärm einen Arzt aufsuchten, eine temporäre Bescheinigung ihrer Arbeitsunfähigkeit. Dies entspricht immerhin, bezogen auf die gesamte belastete Stichprobe, einem Anteil von mehr als einem Prozent (1,04 %), wobei diese Rate in der unbelasteten Gruppe nur bei 0,77 % liegt. Die nächtliche Exposition gegenüber Fluglärm scheint in Folge der subjektiv empfundenen Beeinträchtigungen des Gesundheitszustandes, sowie der Störungen der Erholung durch den Schlaf, zu einer deutlichen Minderung der Lebensqualität der betroffenen Anwohner zu führen. Dies mündet in der beschriebenen Häufung von Arztbesuchen und den daraus resultierenden ärztlichen Behandlungen bzw. Arbeitsunfähigkeiten.

Betrachtet man die Ergebnisse im Zusammenhang mit den gesundheitlichen Unterschieden zwischen belasteter und unbelasteter Stichprobe, so wird deutlich, dass Fluglärmbelastung (insbesondere auch nächtliche Belastung) ein auch volkswirtschaftlich zu beachtendes Problem darstellt. Die erfragten subjektiv wahrgenommenen Beeinträchtigungen der eigenen Gesundheit in Zusammenhang mit den berichteten Schlafstörungen – unter Berücksichtigung der in dieser Untersuchung nicht erfassten Parameter, wie Magnesiumhaushalt und direkte Blutdruckmessung – zeigen einen Handlungsbedarf zum Schutz vor nächtlicher Belastung durch Fluglärm. Angesichts der dargestellten Zahlen wird deutlich, dass insbesondere nächtlicher Fluglärm ein nicht unerhebliches

Schädigungspotenzial für die Wirtschaft einer Gesellschaft aufweisen kann, sei es durch vermehrte Kosten im Gesundheitssystem, aber auch durch Schmälerung des Bruttosozialproduktes durch Arbeitsunfähigkeit.

5. Fazit

Aus der vorliegenden Untersuchung zur gesundheitlichen Situation bei Nachtfluglärm belasteten Anwohnern eines Großflughafens lassen sich folgende Ergebnisse zusammenfassen:

- **Die Beurteilungen zur empfundenen Gesundheitssituation der Anwohner der Belastungsgruppe sind uneinheitlich. Es überwiegt die Tendenz zu einer eher negativen Einstellung zur Gesundheit. Dabei spielen Alter und Rauchgewohnheiten für die Vergleiche der Sub-Sets von Kontrollgruppe und belasteter Gruppe keine Rolle.**

Der gegenwärtige Gesundheitszustand wird von den Probanden der Belastungsgruppe signifikant schlechter (51,9 % vs. 8,5 %; $\text{Chi}^2 = 13,1$; $p < 0,05$) eingeschätzt als von der Kontrollgruppe. Als besondere Symptome ragen aber nur Kreislauf- und Schlafstörungen heraus. Allerdings berichten die Anwohner der belasteten Gruppe in der Summe knapp ein Symptom mehr als die der Kontrollgruppe (3,2 vs. 2,5; $T = 2,93$; $p < 0,05$). In der lärmexponierten Gruppe lässt sich eine Neigung aufzeigen, vorhandene gesundheitliche Beschwerden auf Fluglärm zurückzuführen.

- **Anwohner, die in einem nachtflugaktiven Gebiet leben, schlafen schlechter als nicht durch Nachtfluglärm belästigte Personen und nehmen, auch durch ihr häufigeres Aufwachen bedingt, signifikant häufiger nächtliche Flugzeuggeräusche wahr.**

Akute Schlafstörungen treten bei den Probanden der Belastungsgruppe signifikant häufiger auf (36,1 vs. 24,0 %; $\text{Chi}^2 = 7,5$; $p < 0,05$). Einschlaf- und Durchschlafstörungen werden jedoch nur tendenziell häufiger angegeben. Hingegen ist die Gesamtaufwachhäufigkeit pro Nacht signifikant erhöht (1,8 vs.

1,4 Aufwachreaktionen pro Nacht; $T = -2,67$; $p < 0,05$). Hier treten möglicherweise psychologisch begründet, kognitive Gewöhnungs- und Relativierungsmechanismen in Kraft, welche die relativen Urteile der Probanden beeinflussen. Einschlafschwierigkeiten infolge von Fluglärm treten ebenfalls signifikant häufiger (31,2 vs. 9,3 % mindestens „manchmal“; $\text{Chi}^2 = 48,7$; $p < 0,05$) auf. Die Anzahl der wahrgenommenen nächtlichen Flugzeuggeräusche ist erwartungsgemäß in der belasteten Gruppe deutlich höher als in der Kontrollgruppe.

- **Ein Einfluss von Fluglärm auf den Blutdruck (Self-Report) kann nicht gezeigt werden.**

Sowohl die Einschätzung der eigenen Blutdruckwerte, als auch die Häufigkeit der Behandlungen und Medikamenteneinnahme aufgrund von hohem Blutdruck zeigen keine Unterschiede zwischen beiden Untersuchungsgruppen. Lediglich das Auftreten von erhöhten Blutdruckwerten infolge von Fluglärm wird in der Belastungsgruppe tendenziell häufiger angegeben. Zu beachten ist hier allerdings, dass die Anwohner der hier untersuchten Teile der Kontrollgruppe zumindest tendenziell jünger waren, als diejenigen der belasteten Gruppe. Auch hier muss davon ausgegangen werden, dass kognitive Bewertungsschemata eine Rolle spielen.

- **Nächtlicher Fluglärm führt verstärkt zu Krankheitsgefühl, häufigeren Arztbesuchen, Behandlungen und ggf. auch zu temporärer Arbeitsunfähigkeit.**

Mehr als drei Viertel der Probanden der Belastungsgruppe führen an, dass Fluglärm die Gesundheit schädigen kann. Immerhin noch mehr als ein Viertel sieht die eigene Gesundheit als bereits hierdurch geschädigt an. In der Kontrollgruppe sind dies nur noch 3 % der Befragten ($\text{Chi}^2 = 41,2$; $p < 0,05$). In der Konsequenz konsultieren zwar nur tendenziell mehr Probanden der lärm-

exponierten Anwohner einen Arzt, von diesen wurden aber 71 % medikamentös behandelt und darüber hinaus immerhin noch 19,2 % zeitweilig arbeitsunfähig „geschrieben“. Bezogen auf die gesamte belastete Population, ist dies immerhin ein Anteil von 1,04 %, der aufgrund von gesundheitlichen Problemen durch Fluglärm einen Arzt konsultierte und als temporär arbeitsunfähig erachtet wurde. Dies erscheint aus gesundheitspolitischer und volkswirtschaftlicher Sicht beachtenswert.

6. Literatur

Babisch W, Ising H, Kruppa B, Wiens D:

Verkehrslärm und Herzinfarkt, Ergebnisse zweier Fall-Kontroll-Studien in Berlin. WaBoLu Hefte 2/92, Umweltbundesamt, 1992

Babisch W, Ising H, Elwood PC, Sharp DS, Bainton D:

Traffic noise and cardiovascular risk: The Caerphilly and Speedwell Studies, second phase. Risk estimation, prevalence, and incidence of ischemic heart disease. Archives of Environmental Health 48 (6), 1993 (1), 406-413

Babisch W, Ising H, Gallacher JE, Sharp DS, Baker IA:

Traffic noise and cardiovascular risk: the Speedwell study, first phase. Outdoor noise levels and risk factors. Archives of Environmental Health 48 (6), 1993 (2), 401-405

Backhausen W, Jeschke R, Scheermann R, Pütz J:

Hifi, Ultraschall und Lärm. Die Welt des Schalls. VGS Verlagsgesellschaft, Köln, 1977

Basner M, Buess H, Elmenhorst D, Gerlich A, Luks N, Maaß H, Mawet L, Müller EW, Müller U, Plath G, Quehl J, Samel A, Schulze M, Vejvoda M, Wenzel J:

Nachtfluglärmwirkungen – Band 1: Zusammenfassung. DLR-Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, 2004

Baumüller J, Hoffmann, U, Reuter U:

Städtebauliche Lärmfibel, DIN 1320. Innenministerium Baden-Württemberg (Hrsg.), 1994

BGBL I:

Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm. Hrsg.: Bundesjustizministerium: Bundesgesetzblatt, Bundesanzeiger, Bonn. 1971, 282

Breidung R, Hager K:

Innere Medizin systematisch. Uni-Med-Verlag, Bremen, 1995

Borsch-Galetke E, Siegmann S, Siegmund K:

Extraurale Wirkung von tieffrequentem Schall / Infraschall auf Bedienstete im Bereich des Bundesverteidigungsministeriums und auf kultivierte Zellen. Forschungsbericht aus der Wehrmedizin, Bundesminister der Verteidigung – InSan I 0801 -V-6304, 2005

Brög W, Häberle GF, Mettler-Meibom B:

Vergleich der Lästigkeit von Straßenverkehrslärm und Fluglärm. Interview und Analyse 9, 1982, 326-333

Cohen S, Evans GW, Krantz DS, Stokols D:

Physiological, motivational and cognitive effects of aircraft noise on children: moving from the laboratory to the field. *Am Psychol* 35, 1980, 231-243

Cohen S, Krantz DS, Evans GW, Stokols D, Kelly S:

Aircraft noise and children: Longitudinal and cross sectional evidence on adaption to noise and the effectiveness of noise abatement. *Journal of Personality and Social Psychology* 40, 1981, 331-345

DORA:

Aircraft noise and sleep disturbance, Civil aviation Authority, Cheltenham, 1980

Evans GW, Hygge S, Bullinger M:

Chronic noise exposure and physiological response: a prospective study of children living under environmental stress. *Psychological Science* 9, 1998, 75-77

Evans GW, Hygge S, Bullinger M.

Chronic noise and psychological stress. *Psychological Science* 6, 1995, 333-338

Griefahn B:

Zum Problem der Gewöhnung an Schallreize während des Schlafs. *Sozial- und Präventivmedizin* 22, 1977, 116-120

Griefahn B:

Lärmwirkung und Hypertonie. *Zeitschrift für Lärmbekämpfung*, 1994

Guski R, Ising H, Jansen G, Költzsch P, Scheuch K, Schick A, Schönpflug W, Spreng M:

Fluglärm 2004, Stellungnahme des interdisziplinären Arbeitskreises für Lärmwirkungsfragen beim Umweltbundesamt. Umweltbundesamt, 2004

Harris JD:

Peak vs. total energy in thresholds for very short tones. *Acta Otolaryngologica* 47 (2), 1957, 134-40

Harms V:

Physik für Mediziner und Pharmazeuten. Harms Verlag, 12. Auflage, Kiel, 1992

Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG):

BG-Statistiken für die Praxis 2004, 2005, 2006

Heider F,:

The gestalt theory of motivation. In Jones MR. *Nebraska Symposium on Motivation*. Lincoln Nebraska, 1960, 145-172

Hofbauer C, Anduleit N, Hofbauer U, Linnemeier A, Muth T, Borsch-Galetke E:

Auswirkungen von chronischer Belastung durch nächtlichen Fluglärm. In: Nowak D, Praml G (Hrsg), Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin, Rindt-Verlag, Fulda, 2005

Hofbauer C, Borsch-Galetke E:

Zusammenhang zwischen Anzahl nächtlicher Überflüge, Schlafqualität, Blutdruck und Magnesiumhaushalt an Anwohnern eines Großflughafens. Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed, Gentner Verlag, Stuttgart, eingereicht

Hygge S, Evans GW, Bullinger M:

The Munich airport noise study - effects of chronic aircraft noise on children's cognition and health. 7th International Congress on Noise as a Public Health Problem, Sydney, Australia, 1998, 268-274

Interdisziplinärer Arbeitskreis für Lärmwirkungsfragen beim Umweltbundesamt:

Beeinträchtigung des Schlafes durch Lärm, Zeitschrift für Lärmbekämpfung, 1992

Interdisziplinärer Arbeitskreis für Lärmwirkungsfragen beim Umweltbundesamt:

Belästigung durch Lärm: Psychische und körperliche Reaktionen, Zeitschrift für Lärmbekämpfung, 1990

Ising H, Babisch W, Günther T, Kruppa B:

Risikoerhöhung für Herzinfarkt durch chronischen Lärmstress. Zeitschrift für Lärmbekämpfung 44, 1997, 1-7

Jansen G, Griefahn B:

Schallwirkungen beim Menschen und Fragen des Gehörschutzes. In: Heckl M, Müller HA (Hrsg): Taschenbuch der technischen Akustik, Springer Verlag, Berlin, 1975

Jansen G, Linnemeier A, Nitzsche M:

Methodenkritische Überlegungen und Empfehlungen zur Bewertung von Nachtfluglärm, Zeitschrift für Lärmbekämpfung 42, 1995, 91-106

Jansen G, Notbohm G, Schwarze S:

Gesundheitsbegriff und Lärmwirkungen. In: Rat der Sachverständigen für Umweltfragen (Hrsg.) Materialien zur Umweltforschung 33. Metzger-Poeschel-Verlag, Stuttgart, 1999, 158-237

Kastka J, Mau U, Paulsen R, Ritterstaedt U:

Erforderliche Schalldämmung gegen Außenlärm, Fortschritte der Akustik, DAGA 1991, Bad Honnef, 1991

Kastka J, Faust M, Weber K, Losberg S, Borsch-Galetke E, Kühn-Velten

WN, Krauth J:

Cortisolausscheidung als Nachweis einer Stressreaktion von Anwohnern eines Großflughafens. In: Rettenmeier A, Feldhaus C (Hrsg.), Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin, Rindt-Verlag, Fulda, 1999, 655-657

Kastka J:

Untersuchung der Fluglärmbelastungs- und Belästigungssituation im Nachtzeitraum in der Umgebung des Verkehrsflughafens München. Forschungsbericht im Auftrag der Regierung von Oberbayern – Luftamt Süd, München, 2001

Köckemann R:

Extraaurale Wirkungen von appliziertem Schall. Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Dissertation, 2002

Kontosic I, Vukelic M, Grubisic-Greblo H:

Noise as a risk factor for arterial hypertension in sailors. Arhiv za higijenu rada i toksikologiju, 1990, 187-199

Maschke C, Druba M, Pleines F:

Beeinträchtigung des Schlafes durch Lärm. Umweltbundesamt. Forschungsbericht Nr. 195-01-213/07, 1996 (1)

Maschke C, Hecht K, Niemann H:

Auswirkungen von Lärm auf Schwangere und Mütter in der postpartalen Phase. Umweltmedizinischer Informationsdienst 2, 2001, 11-17

Maschke C:

Der Einfluß von Nachtfluglärm auf den Schlafverlauf und die Katecholaminausscheidung, TU Berlin, Dissertation, 1992

Maschke C, Ising H, Balzer H-W:

Lärmmedizinisches Gutachten für den Flughafen Hamburg, TU Berlin, 1996 (2)

Mau U, Muth T, Kastka J, Borsch-Galetke E:

Belästigungswirkung und Gesundheitszufriedenheit von Anwohnern am Flughafen Düsseldorf: Vergleich zweier Erhebungsmethoden in: Borsch-Galetke E, Struwe F (Hrsg): Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin, Rindt-Verlag, Fulda, 1997, 453-454

Medick HE:

Herzinfarkt durch Arbeits- und Verkehrslärm? Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Dissertation, 2000

Morrell S, Taylor R, Carter N, Job S, Peplow P:

Cross-sectional relationship between blood pressure of school children and aircraft noise, 7th International Congress on Noise as a Public Health Problem, Sydney, Australia, 1998, 275-279

Neus H:

Auswirkungen des Lärms auf den Blutdruck. Zeitschrift für Lärmbekämpfung 28, 1981, 105-110

Osgood CE, Tannebaum PH:

The principle of congruity in the prediction of attitude change. Psychol Review 62, 1955, 42-55

Ortscheid J, Wende H:

Fluglärmwirkungen, Umweltbundesamt, 2000

Rebentisch E, Lange-Asschenfeld H, Ising H:

Gesundheitsgefahren durch Lärm. BGA-Schriften, Münchner Medizin Verlag, München, 1994

Sader M:

Lautheit und Lärm. Gehörpsychologische Fragen der Schallintensität. Hogrefe-Verlag, Göttingen, 1966

Schmidt RF, Thews G, Lang F:

Physiologie des Menschen, Springer Verlag, 2000

Thériault GP, Tremblay CG, Armstrong BG:

Risk of ischemic heart disease among primary aluminium production workers. Am J Ind Med 13:1988, 659-666.

VDI-Richtlinie 2058/1:

Beurteilung von Arbeitslärm in der Nachbarschaft. 1985

Vogt J:

Laborexperimentelle Untersuchung zur Wirkungskontingenzierung von Fluglärm. Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Diplom-Arbeit, 1993

Wolke G, Mahr B, Kahl G, Moerstedt R, Schulze B:

Verkehrslärm und Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Forum Städte-Hygiene 41, 1990,

Zhao YM, Zhang SZ, Selvin S, Spear RC:

A dose response relation for noise induced hypertension. *British Journal of Industrial Medicine* 48 (3), 1991, 179-84

7. Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Anzahl der Befragten für Belastungs- und Kontrollgruppe sowie die mittlere Quer- bzw. Längsentfernung der Wohngebiete der verschiedenen Stichproben zur Start-/Landebahn in Metern mit Angabe der geringsten (Minimum) und der größten Distanz (Maximum)	28
Tab. 2	Absolute und relative Verteilung des Geschlechtes für Kontroll- und Belastungsgruppe	30
Tab. 3	Anzahl, Mittelwerte und Standardabweichungen (STD) für Größe und Gewicht der Probanden von Kontroll- und Belastungsgruppe sowie Prüfgrößen der Mittelwertvergleiche	32
Tab. 4	Mittleres Einzugsjahr bezogen auf die aktuelle Wohnung und Anzahl der Befragten	34
Tab. 5	Relative und absolute Häufigkeit der Immobilieneigentümer und Wohnungsmieter für Kontroll- und Belastungsgruppe	35
Tab. 6	Absolute und relative Verteilung der Probanden von Kontroll- und Belastungsgruppe auf verschiedene Haustypen, gemessen an der Anzahl der Etagen oder der Wohneinheiten	36
Tab. 7	Relative und absolute Verteilung der Fenstertypen in der Kontroll- und Belastungsgruppe	37
Tab. 8	Relative und absolute Angaben über das Auftreten von körperlichem Unwohlsein bei Kontroll- und Belastungsgruppe	40
Tab. 9	Relative Bewertung der Blutdruckwerte (Self-Report) der Probanden von Kontroll- und Belastungsgruppe	41
Tab. 10	Relative und absolute Häufigkeit der Behandlung aufgrund von hohem Blutdruck in Kontroll- und Belastungsgruppe	42
Tab. 11	Relative und absolute Häufigkeit der Einnahme von blutdrucksenkenden Medikamenten für Kontroll- und Belastungsgruppe	42
Tab. 12	Relative und absolute Verteilung der Antworthäufigkeiten für die Symptome „Häufige Kreislaufbeschwerden“ und „Schlafstörungen in letzter Zeit“ für Kontroll- und Belastungsgruppe und Testgröße χ^2	43

Tab. 13	Anzahl der Angaben und Mittelwerte der Summe der Symptome, deren Standardabweichung, sowie Signifikanzwerte für Kontroll- und Belastungsgruppe	45
Tab. 14	Relative und absolute Häufigkeit der Bewertung von Flugverkehr hinsichtlich eines möglichen negativen Einflusses auf die Gesundheit bei Kontroll- und Belastungsgruppe	46
Tab. 15	Absolute und relative Häufigkeit des Auftretens von körperlichem Unwohlsein für Kontroll- und Belastungsgruppe	51
Tab. 16	Absolute und relative Häufigkeit des Auftretens von Bluthochdruck infolge von Fluglärm bei Kontroll- und Belastungsgruppe	52
Tab. 17	Absolute und relative Häufigkeit des Auftretens von Atembeschwerden bei Belastung durch Flugverkehr für Kontroll- und Belastungsgruppe	53
Tab. 18	Relative und absolute Häufigkeit von Einschlafstörungen für Kontroll- und Belastungsgruppe	54
Tab. 19	Relative und absolute Häufigkeit von Durchschlafstörungen bei Kontroll- und Belastungsgruppe	55
Tab. 20	Relative und absolute Verteilung der Angaben über die Häufigkeit von Einschlafstörungen durch Flugverkehr für Kontroll- und Belastungsgruppe	57
Tab. 21	Anzahl, Mittelwerte und Standardabweichungen sowie Prüfgrößen (T-Test) für die Häufigkeit nächtlichen Aufwachens infolge von Flugverkehr für Kontroll- und Belastungsgruppe	58
Tab. 22	Anzahl, Mittelwerte und Standardabweichungen sowie Prüfgrößen (T-Test) für die Häufigkeit von Flugzeuggeräuschen in der Zeit von 22.00 bis 06.00 Uhr für Kontroll- und Belastungsgruppe	59
Tab. 23	Relative und absolute Häufigkeit für „Hinderung von Entspannung und Ruhe infolge Flugverkehr“ bei Kontroll- und Belastungsgruppe	61
Tab. 24	Relative und absolute Häufigkeit für „Beeinträchtigung der Freude am Aufenthalt im Freien als Folge von Flugverkehr“ für Kontroll- und Belastungsgruppe	62
Tab. 25	Absolute und relative Anteile der Zumutbarkeits-Urteile (insgesamt, tagsüber und nachts) für die Probanden der Kontroll- und Belastungsgruppe sowie Testgröße χ^2	64

8. **Abbildungsverzeichnis**

Abb. 1	Zeitliche Veränderung des Schalldruckes an einem fest gehaltenen Raumpunkt bei der Ausbreitung einer Schallwelle	9
Abb. 2	Die verschiedenen Filtercharakteristiken (A, B, C, D) für die Schallstärkepegelmessung	11
Abb. 3	Kurven gleicher Lautstärke in Phon nach Fletcher und Munson	12
Abb. 4	Schematische Darstellung von Flughafen und Umgebung	27
Abb. 5	Relativer Anteil von Nichtberufstätigen, Schülern/Studenten und Berufstätigen für Kontrollgruppe und Belastungsgruppe	31
Abb. 6	Prozentualer Anteil der Raucher, Ex-Raucher und Nicht-raucher für Kontroll- und Belastungsgruppe	33
Abb. 7	Relative Verteilung der Antworten des Parameters „allgemeine Lärmempfindlichkeit“ für Kontroll- und Belastungsgruppe	34
Abb. 8	Subjektive Einschätzung des gegenwärtigen Gesundheitszustandes der Probanden von Kontroll- und Belastungsgruppe	38
Abb. 9	Relative Verteilung auf fünf Kategorien der Skala „Zufriedenheit mit dem allgemeinen Gesundheitszustand“ der Probanden von Kontroll- und Belastungsgruppe	39
Abb. 10	Einschätzung einer allgemeinen Gesundheitsschädigung durch Fluglärm als Prozentanteil der Probanden aus Kontroll- und Belastungsgruppe	47
Abb. 11	Einschätzung der möglichen Gefährdung der eigenen Gesundheit durch Fluglärm als Prozentanteil der Probanden von Kontroll- und Belastungsgruppe	48
Abb. 12	Prozentuale Anteile der Probanden aus Kontroll- und Belastungsgruppe, die infolge einer angenommenen Schädigung durch Fluglärm einen Arzt aufsuchten (ja), bzw. trotz der Annahme einer Schädigung auf einen Arztbesuch verzichteten (nein)	49
Abb. 13	Relative Häufigkeit akuter Schlafstörungen für die Probanden der Kontroll- und Belastungsgruppe	54
Abb. 14	Prozentuale Verteilung des Auftretens von Einschlaf-Schwierigkeiten infolge von Flugverkehr für Kontroll- und Belastungsgruppe	57

Abb. 15	Einschätzung der relativen Häufigkeit von unzumutbaren Flugzeuggeräuschen in der Zeit von 22.00 bis 06.00 Uhr	59
Abb. 16	Relative Häufigkeit störender Umwelteinflüsse für Kontroll- und Belastungsgruppe	60
Abb. 17	Prozentuale Verteilung der Angaben zur Belästigungsintensität durch Fluglärm für die Probanden der Kontroll- und Belastungsgruppe	63

9. Anhang

Anhang A

Fragebogen

0.1 Seit wann leben Sie in dieser Wohnung?

1	9		
---	---	--	--

1.1 Hat Ihre Wohngegend Vorteile?

₀ ₁
Nein Ja

Wenn ja, welche? _____

1.2 Hat Ihre Wohngegend Nachteile?

₀ ₁
Nein Ja

Wenn ja, welche? _____

1.3 Gibt es in Ihrer Wohngegend irgendwelche Lebens- oder Umweltbedingungen, die Sie stören, die man ändern sollte?

₀ ₁
Nein Ja

Wenn ja, welche? _____

1.4 Wie zufrieden sind Sie mit folgenden Bedingungen Ihrer Wohnsituation?

<i>Liste 1</i>	sehr zufrieden	ziemlich	mittel- mäßig	wenig	nicht zufrieden
04. Mit dem äußeren Erscheinungsbild der Wohngegend?	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅
05. Mit den Nachbarn.....	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅
06. Mit den gesundheitlichen Bedingungen der Wohngegend (nicht ärztliche Versorgung)?	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅
07. Mit dem Anschluss an das öffentliche Verkehrsnetz?	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅
08. Mit der Reinheit der Luft bzgl. Gerüche und Abgase?	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅
09. Mit der Lautstärke des Verkehrs der Anliegerstraße?	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅
13. Mit den Erholungs- und Entspannungsmöglichkeiten der Wohngegend?	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅
14. Mit den Einkaufsmöglichkeiten der Wohngegend?	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅
16. Mit der Ruhe der Wohngegend?	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅

Liste 1

sehr zufrieden ziemlich mittel-
mäßig wenig nicht
zufrieden

2. **Wie zufrieden sind Sie mit Ihrem Gesundheitszustand?** ₁ ₂ ₃ ₄ ₅

23. Bitte sagen Sie mir, wie oft bei Ihnen die folgenden Symptome auftreten:

Liste 2

	nie	selten	manchmal	oft	sehr oft	ständig
04 Durchschlafstörungen	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅
06 Erschöpfungszustände	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅
10 Nervosität	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅
13 Körperliches Unwohlsein	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅
23 Atembeschwerden	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅
24 Einschlafschwierigkeiten	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅
30 Verdauungsstörungen	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅
35 Leberfunktionsstörungen	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅
42 Gefühl, keine Luft zu bekommen	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅

64.1 Bitte sagen Sie mir, wie Ihr Blutdruck normalerweise ist.

	zu niedrig	normal	zu hoch	keine Angabe
	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₉

64.2 Befinden Sie sich wegen zu hohen Blutdrucks in ärztlicher Behandlung?

<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
Nein	Ja

64.3 Nehmen Sie Medikamente gegen zu hohen Blutdruck?

<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
Nein	Ja

64.4 Bitte sagen Sie mir, so gut Sie sich erinnern können, wie Ihre aktuellen Blutdruckwerte sind.

a) systolisch (1., hoher Wert)	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	b) diastolisch (2. niedriger Wert)	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
--------------------------------	--	-------------------------------------	--

66. Haben Sie häufig Erkältungskrankheiten, wie Grippe oder Mandelentzündung oder hatten Sie schon einmal eine Rippenfellentzündung?

<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
Nein	Ja

67. Wie häufig waren Sie in den letzten 12 Monaten erkältet oder hatten eine 'Grippe'?

<input type="text"/>	<input type="text"/>	Anzahl
----------------------	----------------------	--------

68. Haben Sie häufig Kreislaufbeschwerden?

<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
Nein	Ja

7.11 Wann waren Sie das letzte Mal beim Arzt (nicht Zahnarzt)? *nach Möglichkeit Monat erfragen*

		/	1	9						

Wenn ja, warum _____

Liste 3

3.1 Für wie lärmempfindlich – ganz allgemein, gegen Lärm jeder Art – halten Sie sich?

überhaupt nicht	etwas	ziemlich	stark	außerge- wöhnlich
<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

39. Nehmen wir an, dies sei ein Thermometer, mit dem man die Empfindlichkeit gegenüber Lärm messen kann. 10 bedeutet, dass Sie gegenüber dem Verkehrslärm/ Fluglärm außergewöhnlich empfindlich sind. 0 bedeutet, dass Sie überhaupt kein bisschen empfindlich sind. Wo würden Sie sich auf diesem Thermometer einstufen?

Liste 13

VL	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆	<input type="checkbox"/> ₇	<input type="checkbox"/> ₈	<input type="checkbox"/> ₉	<input type="checkbox"/> ₁₀
FL	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆	<input type="checkbox"/> ₇	<input type="checkbox"/> ₈	<input type="checkbox"/> ₉	<input type="checkbox"/> ₁₀

überhaupt nichtaußergewöhnlich

3.2 Wie stark werden Sie durch die folgenden Geräusche belästigt, wenn Sie diese hören?

	nicht	schwach	stark
1. Türen knallen	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂
2. Tropfender Wasserhahn	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂
3. Quietschende Kreide auf der Tafel	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂
4. Klingelnde Telefone	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂
5. Trittgeräusche von Personen über Ihnen	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂
6. Geräusche von Pressluftschlämmern	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂

3.3 Im folgenden lese ich Ihnen einige Aussagen vor. Bitte sagen Sie mir, ob Sie diesen Aussagen zustimmen oder nicht?

	stimmt	stimmt nicht
1. Ich kann mich gegen Lärm ganz gut schützen.	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
2. Wenn es mir zu laut wird, mache ich einfach die Fenster zu, dann stört es mich nicht mehr.	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
3. Manchmal fühle ich mich dem Lärm richtig ausgeliefert.	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
4. Den Lärm hier höre ich schon gar nicht mehr.	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
5. Wenn es sehr laut wird, schalte ich einfach ab.	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
6. Ich habe mich damit abgefunden, dass der Lärm nun einmal da ist.	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁

4.1.1 Wie häufig hören Sie am Tag zwischen 06 und 22 Uhr unzumutbare Geräusche von Flugzeugen?

Geräusche

nur wenn Proband nicht in der Lage ist eine Zahl anzugeben, unten stehende Skala vorgeben.

Liste 4

nie ₁ selten ₂ manchmal ₃ oft ₄ immer ₅ keine Angabe ₉

4.1.2 Wie häufig hören Sie im Durchschnitt pro Nacht zwischen 22- und 06 Uhr Geräusche von Flugzeugen?

Geräusche

nur wenn Proband nicht in der Lage ist eine Zahl anzugeben, unten stehende Skala vorgeben.

Liste 4

nie ₁ selten ₂ manchmal ₃ oft ₄ immer ₅ keine Angabe ₉

4.1.3 Halten Sie den Lärm vom Flugverkehr hier insgesamt für zumutbar oder für unzumutbar?

₀ zumutbar ₁ unzumutbar

4.1.4 Halten Sie den Lärm vom Flugverkehr hier tagsüber für zumutbar oder für unzumutbar?

₀ zumutbar ₁ unzumutbar

4.1.5 Halten Sie den Lärm von Nachtflügen hier in der Zeit von 22 bis 06 Uhr für zumutbar?

₀ zumutbar ₁ unzumutbar

70. Zu welchen Tageszeiten (0-24 Uhr) werden Sie durch Fluglärm besonders stark belästigt?

von bis von bis von bis

Bitte nur volle Stunden angeben

70.1 Zu welchen Tageszeiten (0-24 Uhr) herrscht bzgl. des Fluglärms ausreichende Ruhe?

von bis von bis von bis

Bitte nur volle Stunden angeben

70.2 Zu welchen Tageszeiten (0-24 Uhr) sind die Pausen zwischen zwei Überflügen zu kurz?

von bis von bis von bis

Bitte nur volle Stunden angeben

7. Wie oft treten bei Ihnen folgende Störungen als Folge von Fluglärm auf?

<i>Liste 5</i>	nie	selten	manchmal	oft	sehr oft
01 Man muss das Radio oder den Fernseher lauter stellen.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅
02 Man kann die Fenster nicht öffnen.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅
07 Man ist gereizt.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅
08 Stört Unterhaltungen mit Freunden und Bekannten.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅
10 Verdirbt die Freude an der Freizeit.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅
11 Zitternde Haus- und Zimmerwände.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅
12 Klirren von Fensterscheiben und Geschirr.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅
15 Hindert Entspannung und Feierabendruhe.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅
16 Man erschreckt sich.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅
18 Hindert beim Einschlafen.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅
19 Hindert am Lesen und Nachdenken.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅
22 Man hält sich ungern im Freien auf.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅

7.0.1 Wenn Sie das als Zahl nennen sollen, wie oft werden Sie dann tagsüber beim Reden durch Fluglärm gestört? Anzahl

50. In welcher Stellung halten Sie nachts im Sommer während Sie schlafen die Fenster im Schlafzimmer? geschlossen gekippt offen
₀ ₁ ₂

7.1.1 Wie häufig wachen Sie pro Nacht auf? Anzahl

7.1.2 Wenn Sie nachts aufwachen, weswegen wachen Sie dann auf? _____

7.1.3 Wie häufig wachen Sie nachts wegen Fluglärm auf? Anzahl

7.1.4 Wann gehen Sie im Durchschnitt ins Bett und wann stehen Sie auf?

an Wochentagen	am Wochenende
ins Bett	aufstehen
<input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> Uhr	<input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> Uhr
<input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> Uhr	<input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> Uhr

Bitte geben Sie die Stunden in der Form 00-24 (z. b.: 23.15 und 7.30) an

39. Nehmen wir an, dies sei ein Thermometer, mit dem man die Störung durch Verkehrslärm/ Fluglärm messen kann. 10 bedeutet, dass der Verkehrslärm/ Fluglärm zu Hause fast unerträglich stört. 0 bedeutet, dass er überhaupt kein bisschen stört. Wo würden Sie auf diesem Thermometer den Verkehrslärm/Fluglärm einstufen?

Liste 13

VL	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆	<input type="checkbox"/> ₇	<input type="checkbox"/> ₈	<input type="checkbox"/> ₉	<input type="checkbox"/> ₁₀
FL	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆	<input type="checkbox"/> ₇	<input type="checkbox"/> ₈	<input type="checkbox"/> ₉	<input type="checkbox"/> ₁₀

überhaupt nicht unerträglich

6. Wie stark fühlen Sie sich durch folgende Lärmarten belästigt?

<i>Liste 6</i>	nicht	sehr schwach	schwach	deutlich	stark	sehr stark	unerträglich
01 Verkehrslärm von der Anliegerstraße	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆
02 Fluglärm	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆
03 Starts von Flugzeugen	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆
04 Landungen von Flugzeugen	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆
05 Wirbelschleppen von Flugzeugen	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆
06 Fluglärm nachts (22-06 Uhr)	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆
07 Fluglärm tagsüber (06-22 Uhr)	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆
09 Betriebslärm	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆
10 Eisenbahnlärm	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆
11 Autobahnlärm	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆
12 Lärm von Nachbarn	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆
13 Fluglärm draußen auf der Straße	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆
14 Fluglärm tagsüber (06-22 Uhr) in der Wohnung bei geschlossenem Fenster	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆
15 Fluglärm nachts (22-06 Uhr) in der Wohnung bei geschlossenem Fenster	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄	<input type="checkbox"/> ₅	<input type="checkbox"/> ₆

5. Wie beurteilen Sie die Lautstärke der Flugzeuge?

<i>Liste 6</i>		nicht	sehr schwach	schwach	deutlich	stark	sehr stark	unerträglich
5.00	Lautstärke der Flugzeuge in der Wohnung tagsüber bei geschlossenem Fenster.	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6
5.01	Lautstärke der Flugzeuge in der Wohnung nachts bei geschlossenem Fenster.	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6
5.02	Lautstärke der Flugzeuge tagsüber draußen auf der Straße.	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6
5.03	Lautstärke der Flugzeuge im Schlafzimmer nachts bei gekipptem Fenster.	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6

9. Wie schätzen Sie die Lebensbedingungen im Sinne von Umweltqualität in Ihrer Straße ein?		<i>Liste 7</i>		unerträglich schlecht	sehr schlecht	schlecht	durchschnittlich	gut	sehr gut	ideal
		<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6		

L74a Ich möchte jetzt einmal auf den Flugverkehr ganz allgemein kommen. Dabei soll es nicht um die Geräusche gehen, sondern um den Flugverkehr selbst, wie Sie den bewerten.

<i>Liste 8</i>		nicht	wenig	mittelmäßig	ziemlich	sehr
	Bewerten Sie den Flugverkehr . . .					
1.	als nützlich	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
2.	als umständlich für den Nutzer	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
3.	als interessant	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
4.	als gefährlich für Sie	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
5.	als notwendig	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
6.	als typisch für die Gegend	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
7.	als ungesund für die Anwohner	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
8.	als bequem für die Nutzer	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
9.	als umweltfreundlich	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

10. Haben Sie sich schon einmal in irgendeiner Form an Aktivitäten gegen den Fluglärm beteiligt? 0 Nein 1 Ja

Wenn ja, aus welchem Anlass? _____

10.2 Haben Sie folgende Aktivitäten schon einmal durchgeführt?

- | | Nein | Ja |
|--|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. Einer Organisation gegen Fluglärm beigetreten. | <input type="checkbox"/> ₀ | <input type="checkbox"/> ₁ |
| 2. Aktiv in einer Organisation mitgearbeitet. | <input type="checkbox"/> ₀ | <input type="checkbox"/> ₁ |
| 3. An einer öffentlichen Veranstaltung teilgenommen. | <input type="checkbox"/> ₀ | <input type="checkbox"/> ₁ |
| 4. Beim Flughafen direkt Beschwerde geführt. | <input type="checkbox"/> ₀ | <input type="checkbox"/> ₁ |
| 5. Die zuständigen Behörden angeschrieben. | <input type="checkbox"/> ₀ | <input type="checkbox"/> ₁ |
| 6. An einer Unterschriftensammlung beteiligt. | <input type="checkbox"/> ₀ | <input type="checkbox"/> ₁ |

10.4 Haben Sie sich schon einmal an Aktivitäten für den Flughafen beteiligt?

- | | Nein | Ja |
|--|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | <input type="checkbox"/> ₀ | <input type="checkbox"/> ₁ |

10.5 Alles in allem, was glauben Sie, wie groß die Chancen sind, etwas gegen den Fluglärm zu unternehmen?

- | | sehr gut | gut | mittelmäßig | schlecht | sehr schlecht |
|----------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <i>Liste 9</i> | <input type="checkbox"/> ₁ | <input type="checkbox"/> ₂ | <input type="checkbox"/> ₃ | <input type="checkbox"/> ₄ | <input type="checkbox"/> ₅ |

10.6 Wie sicher sind Sie, dass die Verantwortlichen beim Flughafen sowie in Politik, Verwaltung und Industrie alles tun, was sie können, um die Beeinträchtigung der Bevölkerung durch den Flugverkehr so gering wie möglich zu halten?

- | | sehr | ziemlich | mittelmäßig | wenig | nicht |
|---|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <i>Liste 12</i> | | | | | |
| 1. Die Piloten? | <input type="checkbox"/> ₁ | <input type="checkbox"/> ₂ | <input type="checkbox"/> ₃ | <input type="checkbox"/> ₄ | <input type="checkbox"/> ₅ |
| 2. Die Fluggesellschaften und –Linien (z.B. Lufthansa)? | <input type="checkbox"/> ₁ | <input type="checkbox"/> ₂ | <input type="checkbox"/> ₃ | <input type="checkbox"/> ₄ | <input type="checkbox"/> ₅ |
| 3. Die Flughafenleitung? | <input type="checkbox"/> ₁ | <input type="checkbox"/> ₂ | <input type="checkbox"/> ₃ | <input type="checkbox"/> ₄ | <input type="checkbox"/> ₅ |
| 4. Die Hersteller von Flugzeugen? | <input type="checkbox"/> ₁ | <input type="checkbox"/> ₂ | <input type="checkbox"/> ₃ | <input type="checkbox"/> ₄ | <input type="checkbox"/> ₅ |
| 5. Der Gesetzgeber und die in Bund und Ländern zuständigen Ministerien und Ämter? | <input type="checkbox"/> ₁ | <input type="checkbox"/> ₂ | <input type="checkbox"/> ₃ | <input type="checkbox"/> ₄ | <input type="checkbox"/> ₅ |
| 6. Die Gemeinde- bzw. Stadtverwaltung? | <input type="checkbox"/> ₁ | <input type="checkbox"/> ₂ | <input type="checkbox"/> ₃ | <input type="checkbox"/> ₄ | <input type="checkbox"/> ₅ |

18. Halten Sie Fluglärm im allgemeinen für gesundheitsschädigend?

- | | <input type="checkbox"/> ₀
Ja | <input type="checkbox"/> ₁
vielleicht | <input type="checkbox"/> ₂
Nein |
|--|---|---|---|
| | | | |

18.1 Glauben Sie, dass man deswegen zum Arzt gehen sollte?

- | | <input type="checkbox"/> ₀
Ja | <input type="checkbox"/> ₁
vielleicht | <input type="checkbox"/> ₂
Nein |
|--|---|---|---|
| | | | |

18.2 Was hat Sie darauf gebracht, dass der Fluglärm gesundheitsschädigend ist?

wenn Frage 18. „nein“, weiter mit Frage 19

	Nein	Ja
1. eigene Erfahrung	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
2. wissenschaftliche Experten	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
3. der Freundes- und Bekanntenkreis	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
4. Ärzte	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
5. politische Gruppen /Parteien	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
6. Presse /Fernsehen	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
7. Literatur /Bücher	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
8. Bürgerinitiativen	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
9. Andere Quelle _____	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁

19. Glauben Sie, dass Ihre eigene Gesundheit durch den Flugbetrieb geschädigt wird?	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂
<i>wenn nein, weiter mit Frage 31</i>	Ja	vielleicht	Nein

wenn Ja: Woran merken Sie, dass der Lärm Ihre Gesundheit beeinträchtigt?

19.1 Sind Sie selber deswegen zum Arzt gegangen?	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
<i>wenn nein, weiter mit Frage 31</i>	Nein	Ja

	Nein	Ja
19.2.1 Hat der Arzt Ihnen deswegen Medikamente verordnet?	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
19.2.2 Hat der Arzt Sie deswegen behandelt?	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁
19.2.3 Hat der Arzt Sie deswegen krank geschrieben?	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁

31. Bitte überlegen Sie, ob und wie häufig die folgenden Beschwerden bei Ihnen als Folge von Fluglärm aufgetreten sind.

<i>Liste 10</i>	nie	selten	manchmal	oft	sehr oft
02 Einschlafschwierigkeiten	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
03 Atembeschwerden	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
07 Weinkrämpfe	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
11 Körperliches Unwohlsein	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
15 Nervosität	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
19 Erschöpfungszustände	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
21 Durchschlafstörungen	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
24 Wutausbrüche	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
26 Bluthochdruck	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

30. **Wie hoch schätzen Sie die Unfallgefahr durch den Flugverkehr vom Flughafen in Ihrer Nähe ein?** *Liste 12*
- | | | | | | |
|--|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | sehr | ziemlich | mittel-
mäßig | wenig | nicht |
| | <input type="checkbox"/> ₁ | <input type="checkbox"/> ₂ | <input type="checkbox"/> ₃ | <input type="checkbox"/> ₄ | <input type="checkbox"/> ₅ |
- 30.1 **Wie häufig fliegen Flugzeuge so niedrig, dass sie die Sicherheit der Anwohner gefährden?** *Liste 10*
- | | | | | | |
|--|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | nie | selten | manchmal | oft | sehr oft |
| | <input type="checkbox"/> ₀ | <input type="checkbox"/> ₁ | <input type="checkbox"/> ₂ | <input type="checkbox"/> ₃ | <input type="checkbox"/> ₄ |
33. **Sind Sie der Meinung, dass sich die Fluglärmsituation hier in den letzten Jahren verändert hat?**
- | | | | |
|--|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | <input type="checkbox"/> ₀ | <input type="checkbox"/> ₁ | <input type="checkbox"/> ₂ |
| | verbessert | gleich geblieben | verschlechtert |

Wenn verändert, warum? _____

45. **Die zukünftige Entwicklung des Flughafens in Ihrer Nähe kann mit unterschiedlichen Maßnahmen gesteuert werden. Bitte sagen Sie mir, ob Sie den folgenden Maßnahmen zustimmen oder nicht**

	Ja	vielleicht	Nein
01 Beschränkung des Flugbetriebes auf die Zeit von 08.00 bis 20.00 Uhr.	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂
35 Keine Begrenzung des Wachstums des Flugverkehrs (keine Bewegungseinschränkungen).	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂
09 Mehr Flugbewegungen, wenn dafür alle sehr lauten Flugzeuge wegfallen.	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂
31 Starke Beschränkungen für Fluglinien, die vorwiegend sehr laute Flugzeuge verwenden.	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂
32 Strengere Kontrolle der Einhaltung der Flugpfade.	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂
	Ja	vielleicht	Nein
33 Verschärfung der Sanktionen (Strafen, Bußgelder) für laute bzw. regelwidrige Flugbewegungen.	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂
34 Grundsätzliches Startverbot für besonders laute Flugzeuge in der besonders lärmempfindlichen Tageshälfte (d.h.: 20-08 Uhr).	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂
36 Erweiterung der Auskunftspflicht des Flughafens über alle Flugbewegungen (z.B.: Typ, Flughöhe, Linie).	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂
37 Ausbau des Flughafens um der steigenden Nachfrage nach Flugreisen gerecht zu werden.	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂
02 Keine weitere Steigerung der aktuellen Anzahl der Flugbewegungen.	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂
18 Alte, ungeschützte Häuser in der Nähe des Flughafens durch neue, aufwendig geschützte Häuser ersetzen.	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂

06 Teilweise Verlagerung des Flugbetriebs auf andere Flughäfen.	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂
12 Schließung des Flughafens wegen der Nachteile für die Anwohner des Flughafens.	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂
13 Langfristig Wohngebiete in Flughafennähe in Gewerbegebiete umwandeln.	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂
17 Verstärkt Schallschutzfenster einbauen.	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂
22 Förderung von Umzügen der Anwohner in Flughafennähe (mit Entschädigung).	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂
27 Ersatz von lauten Flugzeugen durch eine festgelegte, größere Anzahl von leiseren Flugzeugen.	<input type="checkbox"/> ₀	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂

61. Sind Sie der Meinung, dass von jedem Fluggast pro Flug eine Lärmabgabe von 2,- D-Mark erhoben werden sollte, die ausschließlich für Lärmschutzmaßnahmen bei den Anwohnern des Flughafens verwendet werden dürfte?

₀ Nein ₁ Ja

63. Stimmen Sie der folgenden Aussage zu oder lehnen Sie diese ab?
Gegenüber den Informationen, die von der Flughafenleitung ausgegeben werden habe ich grundsätzliche Vorbehalte, da diese in den meisten Fällen nicht der Wahrheit entsprechen.

₀ Nein ₁ Ja

4.8.1 Kennen Sie - aus Ihrer Erfahrung – Flugzeugtypen, die besonders laut sind?

₀ Nein ₁ Ja

Wenn ja, welche? _____

4.8.2 Kennen Sie - aus Ihrer Erfahrung – Flugzeugtypen, die besonders leise sind?

₀ Nein ₁ Ja

Wenn ja, welche? _____

4.8.3 Kennen Sie - aus Ihrer Erfahrung – Fluglinien, die besonders laut sind?

₀ Nein ₁ Ja

Wenn ja, welche? _____

4.8.4 Kennen Sie - aus Ihrer Erfahrung – Fluglinien, die besonders leise sind?

₀ Nein ₁ Ja

Wenn ja, welche? _____

12. Geschlecht ₁ männlich ₂ weiblich **13. Alter**

--	--

 Jahre

12.1 Wie groß sind Sie? cm

12.2 Wie schwer sind Sie? Kg

12.3 Rauchen Sie, oder haben Sie schon einmal über einen längeren Zeitraum geraucht? ₀ Nichtraucher ₁ Ex- Raucher ₂ Raucher

Liste 14

13.1 Welchen Schulabschluss haben Sie? ₁ keinen ₂ Haupt- schule ₃ Real- schule ₄ Abitur ₅ Studium

34. Welchen Beruf üben Sie aus oder haben Sie ausgeübt? _____

14. Sind Sie Mieter oder Eigentümer Ihrer Wohnung? ₁ Mieter ₂ Eigentümer

Liste 11

25. Welche Art Fenster haben Sie in Ihrer Wohnung? ₁ Einfach ₂ Doppelt (Schall) ₃ Doppelt (Wärme) ₄ Dreifach ₅ Kasten- fenster

25.1 Wie zufrieden sind Sie mit dem Grad der Dämmung Ihrer (geschlossenen) Fenster? ₁ sehr ₂ ziemlich ₃ mittel- mäßig ₄ wenig ₅ nicht
Liste12

25.2 Sind bei Ihnen im Rahmen des Schallschutzprogramms des Flughafen Köln Schallschutzfenster eingebaut worden? ₀ Nein ₁ Ja

25.3 Hat sich durch den Einbau der Fenster die Störung durch den Fluglärm deutlich vermindert? ₀ Nein ₁ Ja
wenn nein, weiter mit Frage 31

50. In welcher Stellung halten Sie jetzt in diesem Moment die Fenster im Wohnzimmer? ₀ geschlossen ₁ gekippt ₂ offen

60.1 Würden Sie für Ihre Wohnung gerne bessere Schallschutzfenster haben? ₀ Nein ₁ Ja

62. Wie viele Stunden sind Sie täglich im Durchschnitt außer Haus? 62.1 am Wochenende Std. 62.2 an Wochentagen Std.

64. Haben Sie in der letzten Woche Balkon, Garten oder Terrasse genutzt? ₀ Nein ₁ Ja

26. In welcher Art Haus wohnen Sie?

- | | | | | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | Mehrfamilienhaus (Etagen) | | | Zweifa- | Einfamilienhaus | | |
| Hochhaus | (5-8) | (2-4) | 1 Etage | milienhaus | Reihe | freistehend | sonstige |
| <input type="checkbox"/> ₁ | <input type="checkbox"/> ₂ | <input type="checkbox"/> ₃ | <input type="checkbox"/> ₄ | <input type="checkbox"/> ₅ | <input type="checkbox"/> ₆ | <input type="checkbox"/> ₇ | <input type="checkbox"/> ₈ |

97. Wie schätzen Sie Ihren gegenwärtigen Gesundheitszustand ein?

keine Liste!

- | | | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| sehr gut | gut | zufrieden- | weniger | |
| | | stellend | gut | schlecht |
| <input type="checkbox"/> ₁ | <input type="checkbox"/> ₂ | <input type="checkbox"/> ₃ | <input type="checkbox"/> ₄ | <input type="checkbox"/> ₅ |

15. Haben Sie schon einmal daran gedacht die Wohnung zu wechseln?

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> ₀ | <input type="checkbox"/> ₁ |
| Nein | Ja |

Wenn ja, aus welchen Gründen?

Im Rahmen unserer Forschung zur Wirkung von Fluglärm auf Anwohner führen wir seit einiger Zeit auch Untersuchungen zur Bewertung von Einzelereignissen im Flugbetrieb durch. Zu diesem Zweck werden kleine, tragbare Taschencomputer an Anwohner im Bereich des Flughafens ausgegeben. Mit Hilfe dieser Geräte und gleichzeitig am Flughafen stattfindender Messungen des Lärmpegels können die Flugereignisse individuell bewertet werden.

98. Wären Sie bereit für einen Tag mit einem Taschencomputer Bewertungen von Fluglärm vorzunehmen?

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> ₀ | <input type="checkbox"/> ₁ |
| Nein | Ja |

99. Wären Sie auch bereit im Rahmen dieser Bewertung eine medizinische Untersuchung mitzumachen?

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> ₀ | <input type="checkbox"/> ₁ |
| Nein | Ja |

Anhang 2: Tabelle häufig geschilderter oder in letzter Zeit auftretender Symptome

Symptom		Kontrollgruppe		Belastungsgruppe		Chi ²	P
		%	N	%	N		
Häufige Tonsillitiden, Grippen, etc.	Ja	12,4	16	17	197	1,806	> 0,05
	Nein	87,6	113	83	959		
Häufige Kreislaufbeschwerden	Ja	17,1	22	27,9	322		
	Nein	82,9	22	72,1	833	6,932	< 0,05
Häufige Magen-Darm- Erkrankungen	Ja	11,6	15	13	150		
	Nein	88,4	114	87	1004	0,194	> 0,05
Häufige nervöse Beschwerden	Ja	23,3	30	33,6	388		
	Nein	76,7	99	66,4	766	5,677	> 0,05
Müdigkeit/Antriebstörungen	Ja	30,2	39	37,6	433		
	Nein	69,8	90	62,4	718	2,719	> 0,05
Innere Unruhe und Reizbarkeit	Ja	24,2	31	32,5	374		
	Nein	75,8	97	67,5	777	3,645	> 0,05
Leistungsknick	Ja	17,1	22	19,8	227		
	Nein	82,9	107	80,2	922	0,54	> 0,05
Infektanfälligkeit	Ja	8,5	11	11,2	129		
	Nein	91,5	118	88,8	1020	0,867	> 0,05
Magen-Darm-Beschwerden	Ja	8,5	11	12,4	142		
	Nein	91,5	118	87,6	1006	1,623	> 0,05
Beschwerden der unteren Atemwege	Ja	7	9	11,3	130		
	Nein	93	120	88,7	1019	2,251	> 0,05
Beschwerden der oberen Atemwege	Ja	14	18	17	196		
	Nein	86	111	83	956	0,781	> 0,05
Schlafstörungen	Ja	24	31	36,1	416		
	Nein	76	98	63,9	736	7,452	< 0,05
Kopfschmerzen	Ja	18,6	24	21,8	251		
	Nein	81,4	105	78,2	900	0,705	> 0,05

Anhang 3: (Aus: Schmidt, Thews: Physiologie des Menschen)

Organ oder Organsystem	Reizung des Parasympathicus	Reizung des Sympathicus	Adrenerge Receptoren
<i>Herzmuskel</i>	Abnahme der Herzfrequenz Abnahme der Kontraktionskraft (nur Vorhöfe)	Zunahme der Herzfrequenz Zunahme der Kontraktionskraft	β β
<i>Blutgefäße:</i>			
Arterien in Haut und Mucosa	0	Vasoconstriction	α
... im Abdominalbereich	0	Vasoconstriction	α
... im Skeletmuskel	0	Vasoconstriction Vasodilatation (nur durch Adrenalin)	α β
... im Herzen (Coronarien)	Vasodilatation (?)	Vasodilatation (cholinerg) Vasoconstriction Vasodilatation (nur durch Adrenalin)	α β
... im Penis (Clitoris und Labia minora?)	Vasodilatation	?	
Venen	0	Vasoconstriction	α
Gehirn	Vasodilatation (?)	Vasoconstriction	α
<i>Gastrointestinaltrakt:</i>			
Longitudinale und circuläre Muskulatur	Zunahme der Motilität	Abnahme der Motilität	α und β
Sphincteren	Erschlaffung	Kontraktion	α
<i>Milzkapsel</i>	0	Kontraktion	α
<i>Harnblase:</i>			
Detrusor vesicae	Kontraktion	Erschlaffung	β
Trigonum vesicae (Sphincter internus)	0	Kontraktion	α
<i>Genitalorgane:</i>			
Vesica seminalis	0	Kontraktion	α
Ductus deferens	0	Kontraktion	α
Uterus	0	Kontraktion Erschlaffung (abhängig von Species und hormonalem Status)	α β
<i>Auge:</i>			
M. dilatator pupillae	0	Kontraktion (Mydriasis)	α
M. sphincter pupillae	Kontraktion (Miosis)	0	
M. ciliaris	Kontraktion (Nahakkomodation)	Leichte Erschlaffung (unbedeutend)	β
<i>Tracheal-/Bronchialmuskulatur</i>	Kontraktion	Erschlaffung (vorwiegend durch Adrenalin)	β
<i>Mm. arrectores pilorum</i>	0	Kontraktion	α
<i>Exocrine Drüsen</i>			
Speicheldrüsen	Starke seröse Sekretion	Schwache mucöse Sekretion (Glandula submandibularis)	α
Tränendrüsen	Sekretion	0	
Verdauungsdrüsen	Sekretion	Abnahme der Sekretion oder 0	α
Drüsen im Nasen-Rachen-Raum	Sekretion	0	
Bronchialdrüsen	Sekretion	?	
Schweißdrüsen	0	Sekretion (cholinerg)	
<i>Stoffwechsel:</i>			
Leber	0	Glykogenolyse Gluconeogenese	β
Fettzellen	0	Lipolysis (freie Fettsäuren im Blut erhöht)	β
Insulinsekretion (aus β -Zellen der Langerhans-Inseln)	0	Verminderung	α

Lebenslauf

Name: Dirk Schult am Baum

Geburtsdatum: 13.03.1972

Geburtsort: Oberhausen

Wohnort: Wilhelm-Haumann-Weg 20
46049 Oberhausen

Familienstand: ledig, keine Kinder

Schulbildung: 1978 bis 1982 Ruhrschule Oberhausen
1982 bis 1991 Heinrich-Heine-Gymnasium Oberhausen
mit dem Abschluss des Abiturs

Zivildienst: 1991 bis Ende 1992 beim Arbeiter-Samariter-Bund
Oberhausen als Rettungssanitäter

Studium: Ab 1993 Studium der Medizin an der Heinrich-
Heine-Universität Düsseldorf
Abschluss des Studiums im November 1999 mit dem Ablegen des 3.
Staatsexamens

Berufsausbildung: 01.01.2000 bis 31.05.2001 AiP in der Klinik für Chirurgie, Visceral- und
Unfallchirurgie im St. Elisabeth Krankenhaus Oberhausen
Mai 2001 Fachkunde Rettungsdienst
01.06.01 bis 30.06.01 AiP in der Klinik für Unfall- und
Wiederherstellungschirurgie am St. Barbara Hospital Gladbeck
01.07.2001 Approbation als Arzt
01.07.01 bis 31.01.2004 Assistenzarzt in der Klinik für Unfall- und
Wiederherstellungschirurgie am St. Barbara-Hospital Gladbeck
01.02.2004 bis 31.12.2005 Assistenzarzt in der Klinik für Allgemein-,
Visceral- und Gefäßchirurgie am St. Barbara Hospital Gladbeck
01.01.06 bis 31.12.06 Assistenzarzt in der Klinik für Unfall- und
Wiederherstellungschirurgie am St. Barbara Hospital Gladbeck
März 2006 Facharzt für Chirurgie
April 2006 Zusatzbezeichnung Chirotherapie
September 2006 Fachkunde Leitender Notarzt
01.01.07 bis 31.12.07 Assistenzarzt in der Klinik für Unfall- und
Wiederherstellungschirurgie am Johanniter Krankenhaus Duisburg-
Rheinhausen
01.01.08 bis 31.07.08 privatärztliche Tätigkeit
Seit 01.08.08 niedergelassen als Chirurg in Gelsenkirchen

Oberhausen, den 29.09.2008

Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, Auswirkungen der Dauerbelastung durch Fluglärm auf den Gesundheitszustand von Anwohnern eines nachtaktiven Airports zu erfassen und zu beurteilen. Der Schwerpunkt lag dabei auf der Frage, ob Fluglärm zu einer subjektiv wahrgenommenen Beeinträchtigung der eigenen Gesundheit beiträgt und die nächtliche Belastung durch Fluglärm zu gestörtem Schlaf führt. Ferner sollte geprüft werden, ob über 24 Stunden auftretende Dauerbelastungen durch Fluglärm einen erhöhten Blutdruck bewirken, vermehrte Arztbesuche sowie medizinische Behandlungen und temporäre Arbeitsunfähigkeit nach sich ziehen.

Hierzu wurde mit insgesamt 1.288 Probanden (davon 130 in einer nicht belasteten Kontrollgruppe) in 40 Stichproben, mittels eines speziell konzipierten Fragebogens, der schwerpunktmäßig die Bereiche Gesundheit, Befindlichkeit und Schlafverhalten behandelte, ein telefonisches Interview durchgeführt. Die Stichproben deckten alle wesentlichen An- und Abflugpfade des Flughafens ab. Die akustische Last wurde durch Messung des Abstandes zur Flugbahn bzw. zum Aufsetzpunkt hinreichend beschrieben.

Die Beurteilungen zur empfundenen Gesundheitssituation der Anwohner der Belastungsgruppe waren uneinheitlich. Es überwog aber die Tendenz zu einer eher negativen Einschätzung, wobei Alter und Rauchgewohnheiten für die Vergleiche der Sub-Sets keine Rolle spielten. Insgesamt berichteten die Anwohner der belasteten Stichprobe im Durchschnitt fast ein Symptom mehr als die Probanden der Kontrollgruppe (3,24 vs. 2,52; $T=2,9$, $p<0,05$), bei gleichzeitiger Neigung Beeinträchtigungen des Gesundheitszustands verstärkt auf Fluglärm zurückzuführen ($\text{Chi}^2 = 41,2$; $P < 0,05$). In nachflugaktiven Gebieten schliefen mehr Anwohner schlecht als in den Kontrollen (36,1% vs. 24% $\text{Chi}^2 = 7,5$; $P < 0,05$). Ein Einfluss von Flugverkehr auf den Blutdruck konnte nicht gezeigt werden, jedoch ging das verstärkte Krankheitsgefühl mit häufigeren Arztbesuchen, Behandlungen und ggf. auch temporären Arbeitsunfähigkeiten einher.

Eine Auswirkung des Verkehrs nachtaktiver Flughäfen auf die Gesundheit betroffener Anwohner konnte auf der Basis der vorliegenden Ergebnisse gezeigt werden. Subjektive Beschwerden, aber auch Schlafstörungen und Arztbesuche sind in den betroffenen Gebieten verstärkt festzustellen. Über die medizinischen Aspekte hinaus sind auch die volkswirtschaftlichen Auswirkungen (Arbeitsausfälle, Kosten und Bruttosozialprodukt) bedenklich.

Univ.-Prof. Dr. med. Elisabeth Borsch-Galetke