

Umweltbundesamt, Forschungsbericht Nr. 298 62 515

„Epidemiologische Untersuchungen zum Einfluss von Lärmstress auf das Immunsystem und die Entstehung von Arteriosklerose“

Autoren: C. Maschke, U. Wolf, T. Leitmann

WaBoLu-Hefte 01/03, Umweltbundesamt, Berlin 2003

Editor: W. Babisch

---

## ZUSAMMENFASSUNG

Unter der Bezeichnung "Spandauer Gesundheits-Survey" (SGS) wird seit 1982 eine Längsschnittuntersuchung durchgeführt, die vom Robert Koch-Institut in Zusammenarbeit mit dem Bezirksamt Spandau (Gesundheitsamt) geleitet wird. In dieser Studie wird der Gesundheitszustand der Teilnehmer periodisch im zeitlichen Abstand von zwei Jahren untersucht, um allgemeingültige Präventionsstrategien abzuleiten. Anders als bei vielen anderen epidemiologischen Studien, denen ein expliziter Ziehungsschlüssel der Probanden zugrunde liegt, rekrutierte sich die Spandauer Kohorte aus Personen, die sich aufgrund von Aufrufen angesprochen fühlten, an der Untersuchung teilzunehmen. Der 9. Durchgang des SGS umfasste 2015 Probanden. 1714 nahmen mindestens zum 5. mal an der Untersuchung teil.

Der Spandauer Gesundheits-Survey soll den Teilnehmern auch die Möglichkeit geben, den eigenen Gesundheitszustand über mehrere Jahre regelmäßig kontrollieren zu lassen, auffällige gesundheitliche Veränderungen frühzeitig zu erkennen und diese ggf. schnell einer ärztlichen Behandlung zuzuführen. Beim Vorliegen von Risikofaktoren (Übergewicht, Bluthochdruck, Störungen des Fettstoffwechsels usw.) wurden den Probanden gezielt Hinweise auf die vom Bezirksamt angebotenen Präventionsmaßnahmen und Kurse zur Gesundheitsförderung gegeben. Die in der Studie durchgeführten klinischen und anamnestischen Erhebungen umfassten unter anderem Befragungen, Messungen und ärztliche Gespräche zu:

- sozio-ökonomischen Daten (Alter, Geschlecht, Bildung, Beruf, Familienstand usw.)
- Ernährung (u.a. Fetthaushalt, Flüssigkeitshaushalt)
- Alkohol- und Tabakkonsum
- Gesundheitszustand
- aktive Gesundheitsprävention

sowie:

- Blutdruck
- Urinuntersuchung
- Größe und Gewicht
- Atemfunktionsprüfung
- Blutuntersuchung

Alle Teilnehmer erhielten über ihren „Gesundheitscheck“ eine zusammenfassende medizinische Beurteilung und wurden bei auffälligen Befunden aufgefordert, sich in ärztliche Behandlung zu begeben.

Mit dem SGS konnte demzufolge ein Kollektiv, das überwiegend aus älteren, gesundheitsbewussten Probanden bestand, über viele Jahre medizinisch beobachtet und betreut werden. Der Survey ermöglicht somit vergleichende Längsschnitt-Analysen. Nahezu die Hälfte aller Teilnehmer der Spandauer Untersuchung gab im 9. Durchgang an, sehr stark (14 %) oder stark (35 %) auf die eigene Gesundheit zu achten. Nur etwa 5 % der Teilnehmer achteten darauf weniger oder gar nicht. Im Mittel waren die Probanden 60 Jahre alt. Der jüngste Teilnehmer gab ein Alter von 18 Jahren an, der älteste Teilnehmer ein Alter von 90 Jahren.

Zusätzlich zu der obligatorischen Datenerhebung wurde im 9. Durchgang des SGS die Geräuschbelastung der Teilnehmer außen an ihrer Wohnung erhoben, und sie wurden danach befragt, wie sehr sie sich am Wohnort durch Verkehrslärm gestört fühlen. Die Geräuschbelastung an den Wohnadressen durch Straßenverkehr wurde getrennt für den Tag und die Nacht aus der Lärmdatenbank (Lärmkarte) der Berliner Senatsverwaltung für Stadtentwicklung ausgelesen. Die Datenbank stellte für jede Wohnadresse einen Kartenausschnitt zur Verfügung, der es gestattete, die Lage des Wohnhauses (der Wohnung) zur Straße zu vermessen. Die aus der Lärmkarte gewonnenen Lageinformationen wurden mit Fragebogenangaben der Versuchspersonen zur Lage der Wohn- und Schlafräume abgeglichen bzw. ergänzt. Auf diesen Datengrundlagen wurden die Untersuchungspersonen in 5 dB(A)-Kategorien des A-bewerteten energieäquivalenten Dauerschallpegels (Immissionspegel) eingruppiert.

In einer Unterstichprobe des SGS (96 Wohnadressen) wurde der energieäquivalente Dauerschallpegel über 24 Stunden hinweg an der Fassade der Wohnungen der Probanden gemessen. Mit Hilfe der gemessenen Dauerschallpegel für den Tag und die Nacht wurden die „Datenbankpegel“ überprüft und Korrekturfaktoren für die Lagekategorien der Wohnungen ermittelt. Zusätzlich wurde für jede Wohnadresse die retrospektive Schallbelastung durch Straßenverkehr für die Jahre 1982 und 1993 erhoben. Ein Vergleich der Dauerschallpegel zeigte, dass sich die Geräuschbelastung der Wohnorte durch Straßenverkehr seit 1993 nicht wesentlich verändert hatte. Zum Zeitpunkt der Untersuchung lebten mehr als 50 % der Probanden länger als 25 Jahre, 75 % länger als 15 Jahre und 85 % länger als 10 Jahre in der angegebenen Wohnung. Die lange Wohndauer und die seit 1993 gleichbleibende Geräuschbelastung der Spandauer Probanden ermöglichen es, mit dem SGS chronische Auswirkungen einer Lärmbelastung auf die Gesundheit zu erfassen. Bei Teilnehmern, die an ihrem Wohnort mit Fluglärm belastet waren, ging zusätzlich die Fluglärmbelastung anhand der Fluglärmzonen des Flughafens Berlin-Tegel in die Auswertung ein.

Zusätzlich zur Standardbefragung im SGS wurde mit den Fragen „Wie stark fühlen Sie sich in ihrer Wohnung / Ihrem Haus durch folgende Lärmquellen am Tage (in der Nacht) gestört“ die individuelle Störung durch Straßenverkehrslärm, durch Fluglärm und durch Schienen- sowie Gewerbelärm erhoben. Neben den lärmbedingten Störungen wurde mit dem Lärmfragebogen auch die Lärmempfindlichkeit der Probanden erfasst und die Lageinformationen von Wohn- und Schlafräumen in Bezug zu den umgebenden Straßen gewonnen. Insgesamt füllten 1801 Probanden den zusätzlich ausgegebenen Lärmfragebogen aus.

Die Überprüfung von statistischen Zusammenhängen zwischen der Lärmbelastung und gesundheitlichen Wirkungsendpunkten muss dem Umstand gerecht werden, dass sowohl bei

Erkrankungen als auch Risikofaktoren von einer multifaktoriellen Beeinflussung ausgegangen werden muss. Bei der Studiauswertung müssen daher multiple statistische Verfahren eingesetzt werden, die sich an dem Pathogenesemechanismus und dem Skalenniveau der erhobenen Variablen orientieren. In dieser Studie kam die multiple logistische Regressionsrechnung zum Einsatz. Mit ihr kann ein Schätzer („Odds-Ratio“, OR) für das relative Risiko des Eintritts eines Ereignisses (z. B. Prävalenz einer Erkrankung) in Abhängigkeit von dem zu untersuchenden Faktor (z. B. der Geräuschbelastung, der Lärmbelästigung) unter gleichzeitiger Berücksichtigung von anderen Einflussfaktoren (Kontrollvariablen) bestimmt werden. In den Auswertungen wurden insgesamt 12 Kontrollvariablen berücksichtigt, bei denen insbesondere bezüglich Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystems von einer Einflussnahme auszugehen war. Es sind dies das „Lebensalter“, das „Geschlecht“, der „Body Mass Index“, der „Sozio-ökonomische Index“, der „Partnerverlust in der Ehe“, der „Alkoholkonsum“, der „Tabakkonsum“, „Bewegung im Beruf“, die „Sportliche Aktivität“, die „Lärmempfindlichkeit“, die „Hörfähigkeit“ sowie die „Jahreszeit der Untersuchung“. In bezug auf andere betrachtete Wirkungs-Endpunkte (z. B. aus dem immunologisch/allergisch vermittelten Bereich) ist der Kontrollvariablensatz jedoch als weniger vollständig zu betrachten, was eine zurückhaltende Interpretation diesbezüglicher statistische Lärmeffekte erfordert.

Die Lärm-bezogenen Auswertungen erfolgten in der „Arbeitsstichprobe Lärm“ (N = 1718), für die vollständige Angaben im Lärm-Fragebogen vorlagen. Es ergaben sich statistische Zusammenhänge zwischen der nächtlichen Verkehrsgeräuschbelastung am Wohnort der Probanden (22:00–6:00 Uhr) und Beeinträchtigungen des Herz-Kreislaufsystems (Behandlung aufgrund von Hypertonie), des Immunsystems (Behandlung von Asthma) und des Stoffwechsels (Behandlung aufgrund erhöhter Blutfette). Im Gegensatz zum nächtlichen Verkehrslärmpegel wies der äquivalente Dauerschallpegel am Tage (6:00–22:00 Uhr) einen deutlich geringeren Zusammenhang mit der Prävalenz ärztlicher Behandlungen der genannten Krankheiten auf (Ausnahme chronische Bronchitis). Bei der Prävalenz ärztlicher Behandlungen von psychischen Störungen zeigte sich dagegen ein starker Zusammenhang mit der subjektiv empfundenen Störung durch Lärm am Tage.

Im folgenden werden einige Untersuchungsergebnisse kurz vorgestellt. Bei den statistischen Auswertungen wurde zwischen der „Perioden-Prävalenz“ (ärztliche Behandlung im Intervall zwischen dem 8. und 9. Durchgang des SGS) und der „Lebenszeit-Prävalenz“ (ärztliche Behandlung irgendwann im Laufe des Lebens) unterschieden. Als Effekt-Schätzer wird jeweils das relative Risiko (berechnet als Odds-Ratio (OR)) mit dem zugehörigen Vertrauensbereich (95%-Konfidenzintervall (KI)) angegeben.

Bezüglich ärztlicher Behandlungen wegen **Hypertonie** war bei der Perioden-Prävalenz eine signifikante Erhöhung des relativen Risikos zu verzeichnen, wenn der nächtliche äquivalente Dauerschallpegel des Straßenverkehrs an den Wohnungen der Probanden über 55 dB(A) lag. Das relative Risiko lag im Vergleich zu Probanden aus Straßen mit einem äquivalenten Dauerschallpegel unter 50 dB(A) (Referenzkategorie) bei annähernd OR=1,9 (KI=1,1-3,2). Wurden nur Probanden in die Analyse aufgenommen, für die in den letzten zwei Jahren kein Wohnungswechsel zu verzeichnen war, so ergab sich ein ähnlicher Befund. Bei einem Außenpegel über 55 dB(A) und geöffnetem Schlafzimmerfenster stieg das relative Risiko hypothesenkonform (größere Lärm-Effekte bei höherem Innenraumpegel) auf OR=6,1 (KI=1,3-29,2) im Vergleich zu Probanden, die mit geöffnetem Fenster schliefen und deren

nächtlicher äquivalenter Dauerschallpegel vor dem Schlafzimmerfenster unter 50 dB(A) lag. Auch die Auswertung der retrospektiven Anamnesedaten bestätigte die besondere Bedeutung der nächtlichen Schallbelastung bei der Ausbildung einer Hypertonie. Das Risiko für eine Hypertoniebehandlung war auch bezüglich der Lebenszeit-Prävalenz bei Probanden mit einem nächtlichen Dauerschallpegel über 55 dB(A) mit OR=1,8 (KI=1,1-2,9) signifikant erhöht.

Das Risiko für ärztliche Behandlungen wegen **erhöhter Blutfette** war mit OR=1,5 (KI=0,9-2,5) hypothesenkonform erhöht (Perioden-Prävalenz) und grenzwertig signifikant, wenn der nächtliche äquivalente Dauerschallpegel des Straßenverkehrs bei den Probanden über 55 dB(A) lag (im Vergleich zu denen, bei denen er unter 50 dB(A) lag). Bei einem Außenpegel von 55 dB(A) und geöffnetem Schlafzimmerfenster erhöhte sich das Risiko hypothesenkonform auf OR=1,8 (KI=0,6-5,4) im Vergleich zu Probanden, die in der Referenzkategorie (unter 50 dB(A)) mit geöffnetem Fenster schliefen, war aber nicht signifikant. Bei der Auswertung der Behandlungen aufgrund erhöhter Blutfette im Laufe des Lebens (Lebenszeit-Prävalenz) stellten sich die Befunde mit einem Schätzer für das relative Risiko von OR=1,5 (KI=0,9-2,3) ähnlich dar.

Das Risiko für ärztliche Behandlungen **chronischer Bronchitis** (Perioden-Prävalenz) zeigte eine nicht signifikante Abhängigkeit vom äquivalenten Dauerschallpegel des Straßenverkehrs am Tage. Es war gegenüber der Referenzkategorie (unter 55 dB(A)) in allen Pegelklassen erhöht (OR's zwischen 1,6 und 3,6), nahm aber entgegen der Hypothese bei höheren Schallpegeln (Kategorien >60-65 dB(A) und >65 dB(A)) mit steigender Schallbelastung ab. Für die nächtliche Geräuschbelastung war kein Zusammenhang mit den ärztlichen Behandlungen aufgrund chronischer Bronchitis zu verzeichnen. Bei der Lebenszeit-Prävalenz bestätigte sich das heterogene Bild. Für den äquivalenten Dauerschallpegel am Tage ergab sich hier zwar ein signifikant erhöhtes relatives Risiko für Probanden mit Wohnungen in der Schallpegelklasse 60-65 dB(A) von OR=2,7 (KI=1,0-7,4), allerdings lag das relative Risiko in der höchsten Lärmkategorie (über 65 dB(A)) leicht unter 1. Insgesamt waren keine Dosis-Wirkungs-Zusammenhänge zu verzeichnen.

Das Risiko für ärztliche Behandlungen von **Asthma bronchiale** (Perioden-Prävalenz) zeigte keine nennenswerte Abhängigkeit vom äquivalenten Dauerschallpegel des Straßenverkehrs am Tage oder in der Nacht. Die Auswertung der Behandlungen im Laufe des Lebens (Lebenszeit-Prävalenz) ergab dagegen ein anderes Bild. Mit dem äquivalenten Dauerschallpegel am Tage wurde zwar kein signifikanter Zusammenhang nachgewiesen, doch zeigten sich steigende relative Risiken mit zunehmender Schallbelastung. Bezüglich der Schallbelastung in der Nacht ergab sich aus den Anamnesedaten zur Lebenszeit-Prävalenz für ärztliche Behandlungen aufgrund von Asthma bronchiale ein signifikant erhöhtes Risiko von OR=1,5 (KI=1,0-2,5), wenn der nächtliche äquivalente Dauerschallpegel 55 dB(A) überstieg.

Ein aus dem allgemeinen Stressmodell ableitbarer Wirkungsendpunkt, der in der Lärmwirkungsforschung noch nie zuvor betrachtet wurde, stellt die **Krebserkrankung** dar, die bei chronischem Lärmstress in Folge eines gestörten Immunsystems möglicherweise vermehrt auftreten könnte. Hier deutete sich in der Studie für die Behandlung von Krebserkrankungen bei der Perioden-Prävalenz, nicht jedoch bei der Lebenszeit-Prävalenz, ein Trend in Richtung eines monoton ansteigenden relativen Risikos mit steigendem nächtlichen Verkehrslärmpegel an. Das Risiko der Probanden der Schallpegelkategorie über 55 dB(A) war gegenüber denen der Referenzkategorie unter 50 dB(A) mit OR=4,2 (KI=0,9-20,0) erhöht; die

statistische Signifikanz wurde jedoch verfehlt und das Vertrauensintervall für den Schätzer des relativen Risikos war sehr groß.

Das Risiko für ärztliche **Schilddrüsenbehandlungen** (Perioden-Prävalenz) zeigte im SGS keine signifikante Abhängigkeit vom äquivalenten Dauerschallpegel des Straßenverkehrs, weder für den Tag noch für die Nacht. Eine deutliche Abhängigkeit der Anzahl der Schilddrüsenbehandlungen zeigte sich dagegen bei der Betrachtung der Fluglärmmzonen. Hier wiesen die Probanden, die in der Fluglärmmzone 2 wohnten (äquivalenter Dauerschallpegel berechnet nach dem Fluglärmgesetz: >67 bis 75 dB(A)), ein signifikant erhöhtes relatives Risiko von OR=3,8 (KI=1,3-11,3) gegenüber denen außerhalb der Fluglärmmzone 3 auf (<62 dB(A), gemäß Raumordnungsplanung). Bei Personen mit Wohnungen innerhalb der Fluglärmmzone 3 (62 bis 67 dB(A)) war das Risiko leicht erniedrigt. Auch bezüglich der Lebenszeit-Prävalenz ergab sich ein erhöhtes, aber nicht signifikantes, Risiko für Probanden, die in der Fluglärmmzone 2 wohnten von OR=2,3 (KI=0,7-7,2).

Das Risiko für ärztliche Behandlungen von **psychischen Störungen** zeigte bei Betrachtung der Perioden-Prävalenz keine signifikante Abhängigkeit vom äquivalenten Dauerschallpegel am Tage oder in der Nacht. Jedoch deutete sich bezüglich der nächtlichen Lärmbelastung ein Trend zu einem monoton ansteigenden relativen Risiko mit zunehmendem Straßenverkehrsgeräuschpegel an. Wurden nur Probanden in die Analyse aufgenommen, für die in den letzten zwei Jahren kein Wohnungswechsel zu verzeichnen war, so erhöhte sich das relative Risiko in der Pegelklasse über 55 dB(A) hypothesenkonform von OR=1,8 auf OR=2,0 (KI=0,7-5,5), erreichte aber ebenfalls keine statistische Signifikanz. Eindeutig war der statistische Zusammenhang mit der subjektiv empfundenen Störung durch Verkehrslärm am Tage. Bei der Perioden-Prävalenz von psychischen Störungen ergab sich eine hoch signifikante Risikoerhöhung von OR=2,7 (KI=1,3-5,6) für „stark“ (Kategorien 3+4+5 auf 5-stufiger Skala) gestörte Probanden gegenüber „wenig“ gestörten Probanden (Kategorien 1+2), die auch für die kombinierte Störung durch Flug- und Straßenverkehrslärm mit OR=2,9 (KI=1,4-6,0) zu verzeichnen war. Bezüglich der nächtlichen Störung durch Straßenverkehrslärm war das Risiko für die „stark“ gestörte Gruppe der Probanden dagegen mit OR=1,5 (KI=0,7-3,1) geringer und nicht mehr signifikant.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die statistischen Analysen mehrheitlich für die nächtliche Lärmbelastung (monoton steigende) Dosis-Wirkungs-Beziehungen erkennen ließen, was nach den Ergebnissen vorliegender experimenteller Studien nicht unerwartet und psychobiologisch plausibel ist. So ist die Empfindlichkeit des menschlichen Organismus (zirkadianer Rhythmus) gegenüber Lärm in der Nacht bei in der Regel stark eingeschränkter Mobilität deutlich höher als am Tage. Am Tage ist von sehr unterschiedlichen Aktivitätsprofilen der Probanden und damit unterschiedlichen Belastungssituationen auszugehen. Vor diesem Hintergrund ist für die Bewertung gesundheitlicher Risiken eine unabhängige Erhebung der nächtlichen Geräuschbelastung in Lärmwirkungsstudien nicht nur sinnvoll, sondern zu fordern. Die vorliegende Studie ist eine der wenigen epidemiologischen Studie, in der unabhängig von der Schallbelastung am Tage auch die Schallbelastung in der Nacht als unabhängigen Risikofaktor für Erkrankungen unter Dosis-Wirkungsgesichtspunkten untersucht wurde.

Ein zweiter wesentlicher Beitrag der Studie zum wissenschaftlichen Kenntnisstand ist der direkte Vergleich zwischen der objektiven Schallbelastung (äquivalente Dauerschallpegel) und der subjektiv empfundenen Störung durch Lärm, im Hinblick auf den möglichen

Zusammenhang mit gesundheitlichen Beeinträchtigungen. Die Störung durch Lärm zeigte insgesamt einen deutlich schwächeren Zusammenhang mit der relativen Häufigkeit ärztlicher Behandlungen als der nächtliche Dauerschallpegel an der Wohnung. Andererseits bestand ein deutlicher Zusammenhang zwischen psychischen Störungen und dem Lärmerleben (subjektiv empfundene Störung), der auch in der Literatur wiederholt berichtet wurde. Dort wird die Vermutung geäußert, dass dieser Zusammenhang stark durch nicht-akustische Komponenten bestimmt ist.

Ein dritter Aspekt dieser Studie betrifft den Vergleich zwischen Straßenverkehrslärm und Fluglärm hinsichtlich des Zusammenhangs mit den gesundheitlichen Beeinträchtigungen. Bei grober Betrachtung der Studie könnte man geneigt sein, die Ergebnisse insgesamt in Richtung einer stärkeren gesundheitlichen Beeinträchtigung durch Straßenverkehrslärm als durch Fluglärm zu interpretieren. Diese Schlussfolgerung kann jedoch bei einer detaillierteren Betrachtung nicht aufrechterhalten werden, da die Fluglärmbelastung u. a. nicht – wie beim Straßenverkehr für jede Wohnadresse aus dem aktuellen Verkehrsaufkommen berechnet – in vergleichbaren Pegelkategorien klassifiziert werden konnte wie der Straßenverkehrslärm, sondern anhand der 1976 (1984) bestimmten Fluglärmzonen quantifiziert wurde. Insofern sind direkte quantitative Vergleiche zwischen Straßenverkehrslärm und Fluglärm nicht möglich. Zusätzlich ist bei der Interpretation der Befunde zur nächtlichen Störung durch Fluglärm zu berücksichtigen, dass die überwiegend in Spandau wohnende Kohorte mit dem Fluglärm des Flughafens Berlin-Tegel belastet war und für diesen Flughafen eine besondere Nachtflugregelung besteht, die von 22:00 bis 5:00 Uhr keine planmäßigen Starts und Landungen zulässt. Ausgenommen von dieser Regelung sind verspätete Starts und Landungen planmäßiger Maschinen bis 23:00 Uhr. Die nächtliche Fluglärmbelastung in Spandau ist demzufolge im Vergleich mit anderen Verkehrsflughäfen als eher moderat einzustufen. Ein Vergleich zwischen beiden Lärmarten hinsichtlich der gesundheitlichen Wirkungen kann vor diesem Hintergrund nur mit der Lärmbelastung am Tage erfolgen. Hier bestanden in der Studie ähnliche, aber nicht signifikante, Tendenzen in Richtung eines erhöhten Risikos für Hypertonie jeweils in der höchsten Lärmkategorie.

Für die Bewertung des potenziellen Einflusses von Umweltlärm auf die untersuchten Erkrankungen besteht weiterer Forschungsbedarf. In zukünftigen Lärmstudien sollte zwischen der Lärmbelastung tags und nachts explizit unterschieden werden. Dies betrifft den Straßenverkehrslärm ebenso wie den Fluglärm. Die Ergebnisse des Spandauer Gesundheits-Survey zum Straßenverkehrslärm unterstützen die Vermutung, dass die nächtliche Lärmbelastung möglicherweise eine wesentlich stärkere Rolle bei der Entstehung gesundheitlicher Beeinträchtigungen spielt als die Lärmbelastung am Tage – insbesondere, was Beeinflussungen des Herz-Kreislaufsystems anbetrifft.

Die aus dem allgemeinen Stressmodell abgeleitete und in Lärmwirkungsexperimenten beobachtete enge Verzahnung zwischen Immunsystem, Nervensystem und endokrinem System deutete sich in dieser Studie für langjährige Verkehrsgeräuschbelastung auch auf epidemiologischer Ebene an. So ergaben sich Hinweise auf die Möglichkeit, dass die Prävalenz von ärztlichen Behandlungen aufgrund von Asthma bronchiale und Krebserkrankungen mit steigender Schallbelastung der Wohnungen der Probanden zunimmt. Dies könnte über Störungen des Immunsystems vermittelt sein. Da derartige Wirkungsmechanismen jedoch sehr komplex sind, und wesentliche andere Einflussfaktoren und Ursachen für diese Krankheiten in dieser Studie nicht kontrolliert werden konnten (z. B.

arbeitsplatzbedingte Exposition, familiäre Vorbelastung), sind diese Untersuchungsergebnisse mit entsprechender Vorsicht zu interpretieren. Auch Luftschadstoffe, die im Verkehr die gleiche Herkunft haben, wie der Lärm, könnten hier einen starken konfundierenden (Ergebnisverzerrenden) Einfluss ausgeübt haben.

Bei der Untersuchungs-Stichprobe handelt es sich um ein selektiertes Probandenkollektiv, in dem sich aufgrund des Ziehungsschlüssels überwiegend ältere, gesundheitsbewusste Personen befanden. Es ist nicht auszuschließen, dass überproportional viele Personen mit Gesundheitsproblemen an dem Gesundheits-Survey teilnahmen, der den Probanden eine regelmäßige und umfangreiche Kontrolle ihres Gesundheitszustandes ermöglichte. Insofern wäre es möglich, dass gewissermaßen eine Risikogruppe untersucht wurde, in der Lärmeffekte sich stärker manifestieren könnten als in der Allgemeinbevölkerung.

In der vorliegenden Untersuchung wurden statistische Zusammenhänge zwischen der Umweltlärmaxposition der Probanden des SGS vorwiegend bei Wirkungsendpunkten im Bereich des Herz-Kreislauf-Systems beobachtet. Dies ist in Übereinstimmung mit einer Reihe anderer epidemiologischer Lärmstudien. Aufgrund der Vielzahl der getesteten Zusammenhänge zwischen Lärmvariablen und möglichen gesundheitlichen Wirkungen und aufgrund methodischer Grenzen (Querschnittstudie) hat die vorliegende Untersuchung in erster Linie explorativen Charakter und dient neben der Verfestigung bestehender Wirkungshypothesen auch der Ableitung von neuen Wirkungshypothesen, die in weiteren analytischen Studien zu überprüfen sind. Darüber hinaus gibt sie Hinweise auf verbesserte methodische Ansätze, was die Bestimmung und statistische Behandlung der Lärmexposition der Untersuchungspersonen in derartigen Studien anbelangt.

