



NORAH

Noise-related annoyance, cognition and health

Verkehrslärmwirkungen im Flughafenumfeld

Endbericht, Band 6:

Sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie mit vertiefender Befragung

09.10.2015

AUTOREN, PROJEKTBEARBEITUNG UND AUSWERTUNGSSTELLE

Andreas Seidler Technische Universität Dresden
Mandy Wagner Medizinische Fakultät
Melanie Schubert Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin
Patrik Dröge Postanschrift: Fetscherstr. 74; 01307 Dresden
Janice Hegewald Tel.: +49 (351) 3177-441 (Sekretariat: Frau Arndt)
 Fax.: +49 (351) 3177-459
 E-Mail: ArbSozPH@mailbox.tu-dresden.de

HERAUSGEBER, AUFTRAGGEBER

Gemeinnützige Umwelthaus GmbH
Rüsselsheimer Str. 100
65451 Kelsterbach

GESAMTKOORDINATION DER NORAH-STUDIE

Rainer Guski Ruhr-Universität Bochum
Dirk Schreckenber ZEUS GmbH, Zentrum für angewandte Psychologie,
 Umwelt- und Sozialforschung, Hagen

ERHEBUNGSSTELLE FÜR DIE VERTIEFENDE BEFRAGUNG

Abed Atiq Justus-Liebig Universität Gießen
Thomas Eikmann
Helge Hudel
Anja zur Nieden
Joern Pons-Kühnemann
Karin Roemer

INTERNE QUALITÄTSSICHERUNG DIESES PROJEKTS

Hajo Zeeb	Leibniz-Institut für Präventionsforschung und Epidemiologie - BIPS GmbH
Enno Swart	Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT - EXTERNE QUALITÄTSSICHERUNG

Mark Brink	Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) Zürich
Erland Erdmann	Universität Köln
Kerstin Giering	Hochschule Trier, Umwelt-Campus Birkenfeld
Barbara Griefahn	Leibniz-Institut für Arbeitsforschung, TU Dortmund
Jürgen Hellbrück	Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt (ab Januar 2014)
Wolfgang Hoffmann	Universitätsmedizin Greifswald
Christian Maschke	Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg, Potsdam (bis Dezember 2013)
Lothar Ohse	Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden
Georg Thomann	Amt für Natur und Umwelt, CH-Graubünden
Irene van Kamp	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, NL-Bilthoven
Joachim Vogt	Technische Universität Darmstadt (ab April 2014)

ZUR STUDIE NORAH - VERKEHRSLÄRMWIRKUNGEN IM FLUGHAFENUMFELD - ERSCHIENENE BÄNDE

- Band 1 Kognitive Entwicklung und Lebensqualität von Kindern
- Band 2 Erfassung der Verkehrsgeräuschexpositionen
- Band 3 Belästigung und Lebensqualität
- Band 4 Fluglärm und nächtlicher Schlaf
- Band 5 Blutdruckmonitoring
- Band 6 Erkrankungsrisiken
- Band 7 Gesamtbetrachtung

Kurzfassung

Ziel der Studie:

Die Verkehrslärm-bezogenen Risiken (Straßenverkehrslärm, Schienenverkehrslärm, Fluglärm) für spezifische Herz-Kreislauf-Erkrankungen (Herzinfarkt, Schlaganfall, Herzinsuffizienz), für depressive Episoden und für Brustkrebs (bei Frauen) wurden mit einer sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie im Rhein-Main-Gebiet untersucht.

Methodik:

Die Studienregion umfasst den Regierungsbezirk Darmstadt sowie die rheinhessischen Städte Mainz und Worms und die Landkreise Mainz-Bingen und Alzey-Worms. Der Studienpopulation gehören alle über 40jährigen Versicherten (n=1.026.658) dreier großer gesetzlicher Krankenkassen in der Studienregion an, entsprechend etwa 23,3 % der über 40jährigen Einwohner/innen der -Studienregion. Auf der Grundlage der Abrechnungs- und Verordnungsdaten der teilnehmenden Krankenkassen für die Berichtsjahre 2005-2010 wurden einer Fallgruppe jeweils diejenigen Versicherten zugeordnet, bei denen eine der oben aufgeführten Erkrankungen zwischen 2006 und 2010 neu diagnostiziert worden war. Getrennt für die Fallgruppen Herzinfarkt (n=19.632), Schlaganfall (n=25.495), Herzinsuffizienz (n=104.145), depressive Episoden (n=77.295) und Brustkrebs (bei Frauen: n=6.643) wurden diejenigen Versicherten der jeweiligen Kontrollgruppe zugeordnet, bei denen im angegebenen Zeitraum nicht die jeweilige Erkrankung diagnostiziert worden war.

Für alle Versicherten erfolgte eine adressgenaue Zuordnung der Exposition im Jahre 2005 gegenüber Straßenverkehrslärm, Schienenverkehrslärm und Fluglärm. Als Risikoschätzer wurden mittels logistischer Regressionsanalyse Odds Ratios (OR) berechnet, adjustiert für Alter, Geschlecht, Bildung und Beruf (aus dem Tätigkeitskennzeichen) und regionale SGB II-Quote. Die Dauerschallpegel für die einzelnen Verkehrslärm-Arten wurden in 5 dB-Klassen eingeteilt; der Referenzkategorie wurden Fälle und Kontrollpersonen mit einer Verkehrslärm-Exposition <40 dB zugeordnet. Probanden mit einem Fluglärm-bezogenen Dauerschallpegel <40 dB und einem nächtlichen Maximalpegel von 50 dB oder mehr wurden einer gesonderten Kategorie zugeordnet. Zusätzlich zu der kategorisierten Auswertung wurde die Expositions-Risiko-Beziehung zwischen den kontinuierlichen Dauerschallpegeln mit einem linearen Modell sowie mit einem Polynom 3. Grades. Untersucht.

In einer vertiefenden Befragung einer Stichprobe der Fälle mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen sowie der entsprechenden Kontrollpersonen (n=8.540 Teilnehmer/innen) wurden nicht oder nicht vollständig in den Krankenkassendaten enthaltene potenzielle Confounder erhoben (u.a. Bildung, Beruf, Einkommen, Tabakkonsum, Größe und Gewicht, Alkoholkonsum, Nachtschichtarbeit, Arbeitslärm und körperliche Aktivität). Zudem wurden Informationen erhoben (z. B. Lage des Schlafzimmers zur Straße oder zu einer Bahnstrecke, Fensterstellung im Schlafzimmer), die eine Abschätzung der Innenraumpegel ermöglichten. Das primäre Ziel der vertiefenden Befragung bestand darin, die Bedeutung wichtiger

Confounder (Störvariablen) zu beurteilen - hier insbesondere des Gesundheitsverhaltens (z. B. „Body Mass Index“, Rauchen, Alkohol) oder des Sozialstatus. Dazu sollten die Risikoschätzer *ohne* Berücksichtigung dieser wichtigen Confounder mit den Risikoschätzern *mit* Berücksichtigung dieser - in der Befragung erhobenen - Confounder verglichen werden. Als sekundäres Ziel der vertiefenden Befragung wurde eine vergleichende Aussage zum Zusammenhang von Herz-Kreislauf-Erkrankungen mit Verkehrsgeräusch-bedingten Innenraumpegeln versus Außenpegeln angestrebt.

Ergebnisse:

Herz-Kreislauf-Erkrankungsrisiken (Herzinfarkt, Schlaganfall, Herzinsuffizienz)

Fluglärmpegel ab 60 dB sind in dieser Fallkontrollstudie (statistisch nicht signifikant) mit einem erhöhten Herzinfarkt-Risiko (Odds Ratio = 1,42 [95% KI 0,62-3,25]) und einem erhöhten Schlaganfall-Risiko (Odds Ratio = 1,62 [95% KI 0,79-3,34]) verbunden. Wenn lediglich verstorbene Herzinfarkt-Patienten in die Analyse einbezogen werden, so ergibt sich für Fluglärmpegel ab 60 dB ein statistisch signifikant erhöhter Risikoschätzer (Odds Ratio = 2,70 [95% KI 1,08 - 6,74]). Beim Schlaganfall verändern sich die Risiken bei Einschränkung auf die verstorbenen Patient/innen nicht wesentlich.

Auf der Grundlage der 24h-Dauerschallpegel stellt sich in unserer Studie der Zusammenhang von Herz-Kreislauf-Erkrankungen mit dem Straßenverkehrslärm (gilt insbesondere für den Herzinfarkt und die Herzinsuffizienz) und dem Schienenverkehrslärm (gilt für den Herzinfarkt und den Schlaganfall ebenso wie für die Herzinsuffizienz) deutlicher dar als der Zusammenhang zum Fluglärm: Das Risiko für einen Herzinfarkt, einen Schlaganfall oder eine Herzinsuffizienz ist überwiegend ab Straßenverkehrslärmpegeln und Schienenverkehrslärmpegeln von 50 dB, teilweise auch erst ab 55 dB statistisch signifikant erhöht und steigt bei höheren Schallpegeln kontinuierlich weiter an. Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass sich für den Schlaganfall auch bei einem Schienenverkehrslärmpegel von 45 bis <50 dB bereits eine deutliche Risikoerhöhung von 14% zeigt, wenn die schienenbezogenen 24h-Maximalpegel mindestens 20 dB darüber liegen („Emergenz-Analyse“).

Im Unterschied zum Straßenverkehrslärm und Schienenverkehrslärm findet sich für den Fluglärm kein positiver linearer Risikoverlauf des Herzinfarkttrisikos und des Schlaganfalltrisikos. Für die Herzinsuffizienz findet sich hingegen (auch) beim Fluglärm eine statistisch signifikante Risikoerhöhung um 1,6% pro 10 dB Dauerschallpegel (OR pro 10 dB = 1,016 [95% KI 1,003-1,030]) im Sinne einer linearen Exposition-Risikobeziehung.

Berücksichtigung der nächtlichen Maximalpegel bei den Herz-Kreislauf-Erkrankungsrisiken

Als ein wichtiges neues Ergebnis weist unsere Fallkontrollstudie auf die Bedeutung hin, die der Berücksichtigung der nächtlichen Maximalpegel bei der Abschätzung der Herz-Kreislauf-bezogenen Fluglärm-Wirkungen zukommt: Zum einen sind in der niedrigsten Schallpegelkategorie von <40 dB Personen enthalten, bei denen nächtliche Maximalpegel von >50 dB auftreten. Für diese Gruppe beobachteten wir in vielen Analysen erhöhte Risikoschätzer. Ein Einschluss dieser Personen in die Referenzkategorie würde deshalb

tendenziell zur Unterschätzung der Fluglärm-bezogenen Krankheitsrisiken führen. Zum anderen verweisen diese - beim Schlaganfall und bei der Herzinsuffizienz statistisch signifikant - erhöhten Risikoschätzer darauf, dass bei Fluglärm-Maximalpegeln über 50 dB auch dann bereits Fluglärm-bezogene Krankheitsrisiken bestehen können, wenn der Dauerschallpegel unter 40 dB liegt. Dieser Fund ist bevölkerungsbezogen relevant, bedarf aber zunächst einer wissenschaftlichen Absicherung in weiteren Studien.

Brustkrebs-Risiken

In unserer Fallkontrollstudie findet sich ein Zusammenhang zwischen nächtlichem Fluglärm und der Diagnose einer Brustkrebs-Erkrankung; dieser Zusammenhang erreicht für den Zeitraum zwischen 23 und 5 Uhr bei allerdings geringen Felderbelegungen statistische Signifikanz (Odds Ratio = 2,98 [95% KI 1,31-6,79]). Für Straßenverkehrslärm und Schienenverkehrslärm ist kein Zusammenhang mit dem Brustkrebs-Risiko erkennbar.

Depressions-Risiken

Schließlich lässt sich in unserer Fallkontrollstudie ein Zusammenhang zwischen allen drei Verkehrslärm-Arten (Fluglärm, Straßenverkehrslärm, Schienenverkehrslärm) und der Diagnose einer depressiven Episode feststellen. Die Risikoerhöhung pro 10 dB Pegelanstieg ist beim Fluglärm mit 8,9% zwar höher als beim Straßenverkehrslärm (4,1%) und beim Schienenverkehrslärm (3,9%). Allerdings finden sich bei höheren Fluglärm-Pegeln ebenso wie bei höheren Schienenverkehrslärm-Pegeln wieder sinkende Depressions-Risikoschätzer (im Sinne einer umgekehrten „U“-Form), und das lineare Modell bildet die Expositions-Risiko-Beziehung beim Fluglärm wie beim Schienenverkehrslärm nicht adäquat ab.

Geschlechtsspezifische und Krankenkassen-spezifische Ergebnisse

Generell finden sich in unserer Fallkontrollstudie bei getrennter Analyse von Männern und Frauen keine systematischen Unterschiede in der Höhe der Verkehrslärm-bezogenen Risikoschätzer für die vorgenannten Erkrankungen. Auch bei gesonderter Analyse für die einzelnen Krankenkassen-Arten zeigen sich keine systematischen Unterschiede hinsichtlich der Risikoschätzer. Da die einbezogenen Krankenkassen deutlich unterschiedliche Versichertenklientele aufweisen, spricht dieser Befund für die externe Validität der Ergebnisse.

Gleichzeitige Aufnahme der einzelnen Verkehrslärm-Arten (Fluglärm, Straßenverkehrslärm, Schienenverkehrslärm) in das Auswertungsmodell

Um die Vergleichbarkeit zwischen den einzelnen Verkehrslärm-Arten zu gewährleisten und Aufschluss über die „isolierten“ Effekte der einzelnen Verkehrslärm-Arten zu gewinnen, wurden in zusätzlichen Analysen die einzelnen Verkehrslärm-Arten gleichzeitig in die krankheitsspezifischen logistischen Regressionsmodelle aufgenommen. Die Expositions-Wirkungs-Verläufe für die einzelnen Verkehrslärm-Arten ändern sich bei Adjustierung für die jeweils beiden anderen Verkehrslärm-Arten nicht wesentlich.

Bedeutung der Lärmhistorie: langjährig konstante Wohnadressen und „kumulative Lärmjahre“

Die aufwändige „Rekonstruktion“ historischer Lärmexpositionen für die Jahre 1996 bis 2010 erlaubte die Berücksichtigung einer langjährig „konstanten“ Wohnadresse ebenso wie die - in einer Verkehrslärm-Studie erstmalig möglichen - Berücksichtigung sogenannter „kumulativer Lärmjahre“. Im Ergebnis führt eine Einschränkung der Analyse auf Fälle mit einer langjährig „konstanten“ Wohnadresse in unserer Fallkontrollstudie bei mehreren Krankheitsbildern zu tendenziell höheren Risikoschätzern: Die Fluglärm-bezogenen Risikoschätzer für einen Schlaganfall in der höchsten Dauerschallpegel-Kategorie ≥ 60 dB erhöhen sich bei einer Wohndauer von mehr als 5 Jahren, bei einer Wohndauer von mehr als 10 Jahren steigen die Risikoschätzer weiter, erreichen aber keine statistische Signifikanz. Die Analyse der kumulativen Lärmjahre in den letzten 5 Jahren vor dem Diagnosejahr bzw. (bei Kontrollpersonen) vor dem Jahr 2008 ergibt kontinuierlich zunehmende Herzinsuffizienz-Risikoschätzer mit zunehmenden kumulativen Lärmjahren, die für das höchste Quartil der kumulativen Lärmjahre statistische Signifikanz erreichen. Beim Brustkrebs findet sich in der höchsten Dauerschallpegel-Stufe ≥ 60 dB eine deutliche Risikoerhöhung auf eine (statistisch nicht signifikante) Odds Ratio von 3,96 bei Frauen mit einer Wohndauer an der selbstberichteten Indexadresse von mehr als 5 Jahren. Für den Fluglärm, den Straßenverkehrslärm und den Schienenverkehrslärm sind demgegenüber die Ergebnisse bei Berücksichtigung der kumulativen Lärmjahre unauffällig. Schließlich finden sich für die Depression statistisch signifikante Risikoschätzer im 3. und 4. Quartil der Fluglärm-bezogenen Lärmjahre.

Ergebnisverzerrung durch unerkanntes oder residuelles Confounding? Ergebnisse der vertiefenden Befragung

Um eine mögliche Ergebnisverzerrung durch nicht oder unvollständig in den Krankenkassendaten enthaltene Confounder beurteilen zu können, wurden 8.540 Versicherte mit einem ausführlichen Fragebogen u.a. nach ihrer Bildung, ihrem Beruf, Einkommen, Tabakkonsum, Größe und Gewicht, Alkoholkonsum, Nachtschichtarbeit, Arbeitslärm und körperlicher Aktivität gefragt. Die angeschriebenen Versicherten stellten eine Teilmenge aus dem von den Krankenkassen zur Verfügung gestellten Sekundärdatensatz dar. Von diesen Versicherten wiesen 639 einen inzidenten Herzinfarkt, 612 einen inzidenten Schlaganfall und 3.138 eine inzidente Herzinsuffizienz auf (darunter auch Versicherte, die mehreren Fallgruppen zuzuordnen waren). 8.517 Versicherte dienten für mindestens eine Fallgruppe als Kontrollperson. Lediglich Versicherte, die zum Zeitpunkt des Anschreibens (bis zu 10 Jahre nach der inzidenten Diagnose) noch nicht verstorben waren, konnten in die vertiefende Befragung einbezogen werden. Der Ausschluss der Verstorbenen führte beim Herzinfarkt und beim Schlaganfall - beides Erkrankungen mit einer vergleichsweise hohen Sterblichkeit - zu einer deutlichen Veränderung der sekundärdatenbasierten Risikoschätzer, so dass von einer erheblichen Selektionsverzerrung ausgegangen werden musste. Diese Selektionsverzerrung wurde durch die geringe Antwortrate von durchschnittlich 6% und das damit offenbar verbundene differenzielle Antwortverhalten teilweise noch verstärkt. Bei der Herzinsuffizienz führte die Auswahl der nicht verstorbenen Versicherten

aus dem Sekundärdatensatz hingegen nicht zu einer wesentlichen Veränderung der Risikoschätzer: Die sekundärdatenbasierten Herzinsuffizienz-Risikoschätzer für die Befragungsteilnehmer unterscheiden sich nicht wesentlich von den Herzinsuffizienz-Risikoschätzern der Gesamtgruppe. Daher ließ sich die vertiefende Befragung der Fälle mit Herzinsuffizienz (nicht hingegen der Fälle mit Herzinfarkt oder Schlaganfall) und der dazugehörigen Kontrollpersonen zur Beantwortung der Frage nach einer Verzerrung der sekundärdatenbasierten Ergebnisse durch unerkanntes oder residuelles Confounding nutzen (primäres Ziel der vertiefenden Befragung). Im Ergebnis veränderten sich die allein auf den Sekundärdaten beruhenden Herzinsuffizienz-Risikoschätzer nicht substantiell, wenn zusätzlich für den individuellen Sozialstatus (abgebildet durch den Winkler-Index), Tabakkonsum, Body-Mass-Index, Alkoholkonsum, Nachtschichtarbeit, Arbeitslärm und körperliche Aktivität adjustiert wurde. Damit ist für die Ergebnisse zur Herzinsuffizienz nicht von einer substantiellen Verzerrung durch eine unzureichende Berücksichtigung des Sozialstatus und des Lebensstils auszugehen

Subanalyse der Versicherten mit vorliegenden Informationen zum Sozialstatus in den Krankenkassendaten

Um auch eine mögliche Verzerrung der Ergebnisse für Herzinfarkt, Schlaganfall, depressive Störung und Brustkrebs zu überprüfen, wurden in einer zusätzlichen Subgruppenanalyse nur diejenigen Versicherten in die sekundärdatenbasierte Auswertung eingeschlossen, für die individuelle Krankenkassen-Angaben zum Sozialstatus (Bildung, Beruf) vorlagen. Im Ergebnis lässt sich keine substantielle Veränderung der Risikoschätzer feststellen, so dass auch für die vorgenannten Krankheitsgruppen nicht von einer substantiellen Verzerrung durch eine unzureichende Berücksichtigung des Sozialstatus als möglichem Confounder auszugehen ist.

Vergleich der Innenraumpegel-bezogenen mit den Außenpegel-bezogenen Ergebnissen

Die Berücksichtigung der Innenraumpegel bei der Ermittlung der Herzinsuffizienz-Risikoschätzer (sekundäres Ziel der vertiefenden Befragung) ergibt für alle drei Verkehrslärm-Arten deutlichere Risikoerhöhungen als die entsprechende Berücksichtigung der Außenpegel.

Diskussion und Schluss:

Insgesamt weisen die Ergebnisse unserer sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie mit vertiefender Befragung auf einen Zusammenhang zwischen einer Exposition gegenüber Verkehrslärm und der Entstehung eines Herzinfarktes, eines Schlaganfalls, einer Herzinsuffizienz sowie einer depressiven Episode hin. Für eine Brustkrebs-Erkrankung bei Frauen konnte kein statistisch signifikanter Zusammenhang mit den Dauerschallpegeln der drei Verkehrslärmarten festgestellt werden. Allerdings fand sich ein statistisch signifikant erhöhtes Brustkrebs-Risiko bei Fluglärmpegeln ab 55 dB in der Zeit zwischen 23 und 5 Uhr.

Risikoerhöhung pro 10 dB Anstieg des 24h-Dauerschallpegels

Die höchsten mit Verkehrslärm verbundenen Erkrankungsrisiken zeigten sich in Bezug auf den 10-dB-Pegelanstieg für die Diagnose einer depressiven Episode - und zwar statistisch signifikant für alle drei Verkehrsarten. Hinsichtlich der Herz-Kreislauf-Erkrankungen ist bemerkenswert, dass die Effekte des Straßen- und Schienenverkehrslärms auf Herzinfarkt, Schlaganfall und Herzinsuffizienz tendenziell deutlicher sind als die des Fluglärms. Bei Straßenverkehrslärm zeigten sich die höchsten Risiko-Anstiege pro 10 dB Pegelanstieg bei depressiven Episoden (4,1%), Herzinfarkt (2,8%), Herzinsuffizienz (2,4%) und Schlaganfall (1,7%). Bei Schienenverkehrslärm betragen die höchsten Risiko-Anstiege pro 10 dB Pegelanstieg für depressive Episoden 3,9% (allerdings durch ein lineares Modell nicht adäquat abgebildet), Herzinsuffizienz 3,1%, Herzinfarkt 2,3% und Schlaganfall 1,8%. Bei Fluglärm sind die höchsten Risiko-Anstiege pro 10 dB Pegelanstieg bei depressiven Episoden (8,9%, allerdings durch ein lineares Modell nicht adäquat abgebildet) und Herzinsuffizienz (1,6%) zu finden.

Vergleich der Ergebnisse mit den Ergebnissen aktueller Reviews

Die aktuellen Reviews mit Metaanalyse von Babisch (2014) und Vienneau et al. (2015) weisen im Vergleich mit unseren Studienergebnissen etwas höhere Verkehrslärm-bezogene Risikoschätzer auf: Im Ergebnis der gepoolten Analyse findet Babisch (2014) einen Risikoanstieg von 8% pro 10 dB Zunahme des Straßenverkehrslärms. Vienneau et al. (2015) finden einen Risikoanstieg von 4% pro 10 dB Erhöhung des Straßenverkehrslärms (L_{DEN}). Pro 10 dB Zunahme des Fluglärms (L_{DEN}) finden die vorgenannten Autoren einen Risikoanstieg von 6%. Demgegenüber liegt in unserer Studie der Risikoanstieg pro 10 dB für alle Verkehrslärmarten bei allen untersuchten Herz-Kreislauf-Erkrankungen unterhalb von 4%. Auch unsere Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen Verkehrslärm und depressiven Störungen stehen grundsätzlich im Einklang mit der bisherigen Erkenntnislage, wenn auch ein systematischer Review zum Thema bisher noch aussteht.

Bedeutung einer Berücksichtigung der Zeitdauer der Lärmexposition

Im Einklang mit früheren Studien (z. B. Huss et al. 2010, Floud et al. 2013) weisen unsere Ergebnisse auf die Bedeutung einer Berücksichtigung der Zeitdauer der Lärmexposition hin. Dabei stellt die Berechnung der „kumulativen Lärmjahre“ einen erfolgversprechenden Ansatz dar, der bisher in der Verkehrslärm-Forschung noch keine Anwendung fand. Allerdings sind die vorgenannten Risikoerhöhungen generell zurückhaltend zu interpretieren, da nicht sicher zwischen einem „echten“ Effekt einer mehrjährigen Verkehrslärm-Exposition und einem Selektionseffekt („*cause-and-effect-bias*“) unterschieden werden kann.

Ausschluss eines wesentlichen unerkannten oder „residuellen“ Confoundings

Ein erheblicher Aufwand wurde in unserer Studie zur Überprüfung eines unerkannten oder „residuellen“ (heißt unvollständig berücksichtigten) Confoundings betrieben: 8.540 in die sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie eingeschlossene Versicherte nahmen an einer

vertiefenden Befragung teil. Für die mit Abstand größte Fallgruppe der Herzinsuffizienz ließen sich unter den Teilnehmer/innen der vertiefenden Befragung die Risikoschätzer der (allein) sekundärdatenbasierten Analyse gut reproduzieren. Eine wesentliche Verzerrung der sekundärdatenbasierten Herzinsuffizienz-Risikoschätzer durch den Sozialstatus oder durch Lebensstil-bezogene Faktoren konnte auf der Grundlage der vertiefenden Befragung ausgeschlossen werden.

Beurteilung der Innenraumpegel-bedingten Herzinsuffizienz-Risikoschätzer

Die Innenraumpegel-bedingten Herzinsuffizienz-Risikoschätzer lagen für alle drei untersuchten Verkehrslärm-Arten Fluglärm, Straßenverkehrslärm und Schienenverkehrslärm höher als die entsprechenden Risikoschätzer für die Außenpegel. Dieses Ergebnis spricht grundsätzlich für einen ursächlichen Beitrag der Verkehrslärm-Exposition zu der Entstehung einer Herzinsuffizienz. Denn aufgrund individueller Wohngegebenheiten (z. B. Ausrichtung des Schlafzimmers) und „Wohngegebenheiten“ (z. B. nächtliche Fensterstellung) sind die Außenpegel nicht ohne weiteres mit der tatsächlichen Lärmexposition „am Ohr des Schlafers“ vergleichbar. Demgegenüber spiegeln die Innenraumpegel die tatsächliche Exposition naturgemäß besser wider als die Außenpegel. Allerdings wird die Interpretation der Ergebnisse für die Innenraumpegel dadurch erschwert, dass die Innenraumpegel nicht nur als Ursache, sondern teilweise auch als Folge von Verkehrslärm-Wirkungen verstanden werden müssen: so kann ein relativ niedriger Innenraumpegel auch dadurch zustande kommen, dass eine durch Verkehrslärm belästigte Person ausschließlich mit geschlossenen Fenstern schläft (obwohl dieser „Zwang“ zur geschlossenen Fensterstellung möglicherweise die Schlafqualität beeinträchtigt).

Wichtige methodische Vorzüge der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie

Unsere Fallkontrollstudie erlaubt erstmalig einen unmittelbaren Vergleich der Risikoschätzer für Straßenverkehrslärm, Schienenverkehrslärm und Fluglärm anhand eines sehr großen Versicherten-Datensatzes. Die Eingangsdaten zum Fluglärm wurden speziell für die Norah-Studie adressgenau erzeugt. Die Sicherung möglichst „inzidenter“ Diagnosen für die Krankheitsgruppen Herzinfarkt, Schlaganfall, Herzinsuffizienz, Brustkrebs und depressive Störung wurde mit einem aufwändigen Algorithmus durchgeführt, der stationäre ebenso wie ambulante Diagnosen berücksichtigte. Die biologisch begründete gesonderte Berücksichtigung der Maximalpegel findet in unserer Fallkontrollstudie eine empirische Bestätigung; in künftigen Untersuchungen insbesondere zu den gesundheitlichen Auswirkungen von Fluglärm und Schienenverkehrslärm sollte der unzureichenden Abbildung der Verkehrslärm-bezogenen Risiken durch die alleinige Betrachtung der Dauerschallpegel Rechnung getragen werden.

Vergleich der Risikoschätzer für Straßenverkehrslärm, Schienenverkehrslärm und Fluglärm

Insgesamt sind die Risiken für Straßenverkehrslärm und Schienenverkehrslärm für den Herzinfarkt, den Schlaganfall und die Herzinsuffizienz tendenziell höher als für den Fluglärm. Allerdings finden sich insbesondere beim Fluglärm teilweise bereits bei geringen bis mittleren Verkehrslärmpegeln, nicht hingegen bei höheren Verkehrslärmpegeln

statistisch signifikante Risikoerhöhungen (im Sinne einer umgekehrten „U“-Form); dieser Befund bedarf einer zurückhaltenden Interpretation.

Bewertung der Effektstärke - kommt geringen Risikoerhöhungen eine bevölkerungsbezogene Bedeutung zu?

In Übereinstimmung mit der Literatur ist festzuhalten, dass die in unserer Fallkontrollstudie gefundenen Verkehrslärm-bezogenen Herz-Kreislauf-Erkrankungsrisiken deutlich niedriger liegen als die Risiken für „bekannte“ Einflussfaktoren wie Tabakkonsum oder Übergewicht. Allerdings ist ein großer Anteil der Bevölkerung Verkehrslärmpegeln ausgesetzt, die unserer Fallkontrollstudie zufolge mit - wenn auch geringen - Risikoerhöhungen für Herz-Kreislauf-Erkrankungen wie auch für depressive Episoden einhergehen. Aufgrund der bevölkerungsbezogenen Häufigkeit der Verkehrslärm-Expositionen ebenso wie der untersuchten Herz-Kreislauf-Erkrankungen kommt selbst geringen Risikoerhöhungen eine bevölkerungsbezogene Bedeutung zu.

What this study adds:

Die vorliegende sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie untersucht anhand eines Datensatzes von 1.026.658 über 40jährigen Versicherten dreier Krankenkassen die Verkehrslärm-bezogenen Risiken für Herzinfarkt (n=19.632), Schlaganfall (n=25.495), Herzinsuffizienz (n=104.145), depressive Episoden (n=77.295) und Brustkrebs (bei Frauen: n=6.643) im Rhein-Main-Gebiet. Erstmals wird ein unmittelbarer Vergleich der Risikoschätzer für Straßenverkehrslärm, Schienenverkehrslärm und Fluglärm ermöglicht.

Insgesamt sind die Risiken für Straßenverkehrslärm und Schienenverkehrslärm für den Herzinfarkt, den Schlaganfall und die Herzinsuffizienz tendenziell höher als für den Fluglärm: Bei Straßenverkehrslärm zeigen sich die höchsten Risiko-Anstiege pro 10 dB Pegelanstieg des 24h-Dauerschallpegels bei depressiven Episoden (4,1%), Herzinfarkt (2,8%), Herzinsuffizienz (2,4%) und Schlaganfall (1,7%). Bei Schienenverkehrslärm betragen die höchsten Risiko-Anstiege pro 10 dB Pegelanstieg für depressive Episoden 3,9%, Herzinsuffizienz 3,1%, Herzinfarkt 2,3% und Schlaganfall 1,8%. Bei Fluglärm sind die höchsten Risiko-Anstiege pro 10 dB Pegelanstieg bei depressiven Episoden (8,9%) und Herzinsuffizienz (1,6%) zu finden. Es findet sich ein statistisch signifikant erhöhtes Brustkrebs-Risiko bei Fluglärmpegeln ab 55 dB in der Zeit zwischen 23 und 5 Uhr.

Eine relevante neue Risikogruppe für Herz-Kreislauf-Erkrankungen bilden Versicherte, die bei niedrigen Fluglärm-bezogenen 24h-Dauerschallpegeln einzelne nächtliche Lärmereignisse (Maximalpegel) von 50 dB oder mehr aufweisen.

Auf der Grundlage einer vertiefenden Befragung von etwa 8.500 Versicherten ist für die Ergebnisse zur Herzinsuffizienz nicht von einer substantiellen Verzerrung durch eine unzureichende Berücksichtigung des Sozialstatus und des Lebensstils auszugehen. Subanalysen von Versicherten mit Vorliegen individueller Sozialstatus-Angaben sprechen auch für die übrigen untersuchten Erkrankungen gegen ein wesentliches unerkanntes oder residuelles Confounding durch den Sozialstatus.

Im Einklang mit früheren Studien ist die Berücksichtigung der Zeitdauer der Lärmexposition von Bedeutung. Dabei stellt die Berechnung der „kumulativen Lärmjahre“ einen erfolgversprechenden neuen Ansatz dar. Allerdings sind die vorgenannten Risikoerhöhungen generell zurückhaltend zu interpretieren, da nicht sicher zwischen einem „echten“ Effekt einer mehrjährigen Verkehrslärm-Exposition und einem Selektionseffekt unterschieden werden kann.

Die Innenraumpegel-bedingten Herzinsuffizienz-Risikoschätzer liegen für alle drei untersuchten Verkehrslärm-Arten Fluglärm, Straßenverkehrslärm und Schienenverkehrslärm höher als die entsprechenden Risikoschätzer für die Außenpegel. Dieses Ergebnis spricht grundsätzlich für einen ursächlichen Beitrag der Verkehrslärm-Exposition zu der Entstehung einer Herzinsuffizienz.