NORAH

Noise-related annoyance, cognition and health

Verkehrslärmwirkungen im Flughafenumfeld

Endbericht, Band 6:

Sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie mit vertiefender Befragung

12.05.2016 (geringfügig modifizierte 2. Aufl.)

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 Schreckenberg	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/hypertensive Herzkrankheit), für Depressionen 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 und hypertensive Herzkrankheit (n=104.145), depressive Störungen (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. Die Krankheitsgruppen Herzinsuffizienz und hypertensive Herzkrankheit wurden zusammen betrachtet, da sich große Überschneidungen zwischen diesen beiden Diagnosen finden; außerdem stellt die hypertensive Herzkrankheit ein wichtiges Vorstadium einer Herzinsuffizienz dar.

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, Alkohol-

konsum, 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/ hypertensive Herzkrankheit*)*

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/hypertensive Herzkrankheit) und dem Schienenverkehrslärm (gilt für den Herzinfarkt und den Schlaganfall ebenso wie für die Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit) deutlicher dar als der Zusammenhang zum Fluglärm: Das Risiko für einen Herzinfarkt, einen Schlaganfall oder eine Herzinsuffizienz/ hypertensive Herzkrankheit 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 Herzinfarktrisikos und des Schlaganfallrisikos. Für die Herzinsuffizienz oder hypertensive Herzkrankheit 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/hypertensiven Herzkrankheit 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 Depression feststellen. Beim Fluglärm findet sich ein steiler Anstieg der Depressions-Risiken bis zu einer Risikoerhöhung um 17% bei einem 24-Stunden-Dauerschallpegel von 50 bis 55 dB. Die Risikoerhöhung zeigt sich beim Straßenverkehrslärm und beim Schienenverkehrslärm etwas schwächer ausgeprägt. 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 Risikoschätzer für die Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit 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/hypertensiven Herzkrankheit führte die Auswahl der nicht verstorbenen Versicherten aus dem Sekundärdatensatz hingegen nicht zu einer wesentlichen Veränderung der Risikoschätzer: Die sekundärdatenbasierten Risikoschätzer für eine Herzinsuffizienz oder hypertensive Herzkrankheit unterscheiden sich bei den Befragungsteilnehmern nicht wesentlich von den entsprechenden Risikoschätzern der Gesamtgruppe. Daher ließ sich die vertiefende Befragung der Fälle mit Herzinsuffizienz oder hypertensiver Herzkrankheit (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 substanziell, 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/hypertensiven Herzkrankheit nicht von einer substanziellen 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 substanzielle Veränderung der Risikoschätzer feststellen, so dass auch für die vorgenannten Krankheitsgruppen nicht von einer substanziellen 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 oder hypertensiven Herzkrankheit sowie einer depressiven Störung 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 Depression – 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/hypertensive Herzkrankheit tendenziell deutlicher sind als die des Fluglärms. Bei Straßenverkehrslärm zeigten sich die höchsten Risiko-Anstiege pro 10 dB Pegelanstieg bei Depressionen (4,1%), Herzinfarkt (2,8%), Herzinsuffizienz/hypertensiver Herzkrankheit (2,4%) und Schlaganfall (1,7%). Bei Schienenverkehrslärm fanden sich die höchsten Risiko-Anstiege für eine Depression (allerdings durch ein lineares Modell nicht adäquat abgebildet), Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit (3,1% pro 10 dB Pegelanstieg), Herzinfarkt (2,3%) und Schlaganfall (1,8%). Bei Fluglärm zeigen sich die höchsten Risiko-Anstiege bei Depressionen (allerdings durch ein lineares Modell nicht adäquat abgebildet) und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit (1,6% pro 10 dB Pegelanstieg).

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%. Es ist darauf hinzuweisen, dass wir einen Startpunkt des linearen Modells von 35 dB wählten, demgegenüber liegt der Startpunkt bei Babisch (2014) und Vienneau et al. (2015) deutlich höher. Daher ist der Risikoanstieg pro 10 dB in unserer Studie nicht unmittelbar mit dem Risikoanstieg in dem Review von Babisch (2014) bzw. Vienneau et al. (2015) zu vergleichen. 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 und hypertensiven Herzkrankheit ließen sich unter den Teilnehmer/innen der vertiefenden Befragung die Risikoschätzer der (allein) sekundärdatenbasierten Analyse gut reproduzieren. Eine wesentliche Verzerrung der sekundärdatenbasierten Risikoschätzer für eine Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit 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 Risikoschätzer für eine Herzinsuffizienz oder hypertensive Herzkrankheit 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 oder hypertensiven Herzkrankheit. Denn aufgrund individueller Wohngegebenheiten (z. B. Ausrichtung des Schlafzimmers) und „Wohngewohnheiten“ (z. B. nächtliche Fensterstellung) sind die Außenpegel nicht ohne weiteres mit der tatsächlichen Lärmexposition „am Ohr des Schläfers“ 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. Wir bezogen bestmöglich nur neu diagnostizierte („inzidente“) Diagnosen für die Krankheitsgruppen Herzinfarkt, Schlaganfall, Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit, Brustkrebs und depressive Störung in unsere Studie ein. Die Diagnosesicherung erfolgte mit einem aufwändigen Algorithmus, 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 oder hypertensive Herzkrankheit tendenziell höher als für den Fluglärm. Zu berücksichtigen sind dabei allerdings höhere Unsicherheiten in der Risikoableitung bei Fluglärmexposition; denn lediglich etwa 2% der einbezogenen Versicherten waren gegenüber einem Fluglärmpegel von 55 dB oder mehr exponiert (gegenüber 7% beim Schienenverkehrslärm und 26% beim Straßenverkehrslärm). Insbesondere beim Fluglärm finden sich bereits bei geringen bis mittleren Verkehrslärmpegeln, nicht hingegen bei höheren Verkehrslärmpegeln statistisch signifikante Risikoerhöhungen für eine Depression (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 – Risiko-erhöhungen für Herz-Kreislauf-Erkrankungen wie auch für Depressionen 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/hypertensive Herzkrankheit (n=104.145), Depressionen (n=77.295) und Brustkrebs (bei Frauen: n=6.643) im Rhein-Main-Gebiet. Erstmalig 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 oder hypertensive Herzkrankheit tendenziell höher als für den Fluglärm: Bei Straßenverkehrslärm zeigen sich die höchsten Risiko-Anstiege pro 10 dB Pegelanstieg des 24h-Dauerschallpegels bei Depressionen (4,1%), Herzinfarkt (2,8%), Herzinsuffizienz/hypertensiver Herzkrankheit (2,4%) und Schlaganfall (1,7%). Bei Schienenverkehrslärm finden sich die höchsten Risiko-Anstiege für Depressionen (allerdings nicht adäquat durch ein lineares Modell abgebildet), Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit (3,1% pro 10 dB Pegelanstieg), Herzinfarkt (2,3%) und Schlaganfall (1,8%). Bei Fluglärm zeigen sich die höchsten Risiko-Anstiege bei Depressionen (allerdings nicht adäquat durch ein lineares Modell abgebildet) und Herzinsuffizienz/hypertensiver Herzkrankheit (1,6% pro 10 dB Pegelanstieg). 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 Lärm-ereignisse (Maximalpegel) von 50 dB oder mehr aufweisen.

Auf der Grundlage einer vertiefenden Befragung von etwa 8.500 Versicherten ist für die Ergebnisse zur Herzinsuffizienz oder hypertensiven Herzkrankheit nicht von einer substanziellen 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 Risiko-erhöhungen generell zurückhaltend zu interpretieren, da nicht sicher zwischen einem „echten“ Effekt einer mehrjährigen Verkehrslärm-Exposition und einem Selektionseffekt unterschieden werden kann.

Die Innenraumpegel-bedingten Risikoschätzer für eine Herzinsuffizienz oder hypertensive Herzkrankheit 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 oder hypertensiven Herzkrankheit.

Summary

Study aims:

An examination of the risks for cardiovascular diseases (myocardial infarction, stroke and heart failure/hypertensive heart disease), depression, and breast cancer (women only) associated with traffic noise exposure (road, railway, and aircraft) was conducted using a case-control study of health insurance claim data (secondary data) among residents of the Rhine-Main area.

Methods:

The study area included the administrative region of Darmstadt, as well as Mainz and Worms, and the areas of Mainz-Bingen and Alzey-Worms. The study population consisted of persons aged 40 years and older that were insured in three statutory health insurances (n=1,026.658). This presented 23.3% of residents over 40 years in the Rhine-Main area. Newly diagnosed cases (diagnoses) of cardiovascular diseases, depression, and breast cancer between 2006 and 2010 were identified using claims and prescription data of participating health funds. In total, we identified 19.632 incident cases of myocardial infarction, 25.495 cases of stroke, 104.145 cases of heart failure/hypertensive heart disease, 77.295 cases of depression, and 6.643 women with breast cancer. Heart failure and hypertensive heart disease were combined, as there is large overlap between these two diagnoses. Moreover, hypertensive heart disease constitutes an important precursor of heart failure. The control group consisted of individuals that had no diagnosis of the respective disease in the particular period.

Each person was linked to traffic noise exposure levels from 2005 according to their address. Disease risk estimates (odds ratio) were calculated using logistic regression and adjusted for age, sex, education and occupation (via job classification code), and local proportion of persons receiving unemployment benefits.

The continuous sound levels for each traffic noise source were grouped in 5 dB categories. Cases and controls with noise exposure of less than 40 dB represented the reference category; persons characterized by a continuous sound pressure level below 40 dB and a nightly maximum level of more than 50 dB were grouped in a separate exposure category. Additionally, the exposure-risk relationship was examined by applying linear or third degree polynomial models to the continuous permanent sound levels.

In addition to the analyses of health claims data, a questionnaire-based survey was conducted among a sample of persons with cardiovascular diseases and corresponding controls (n = 8.540) to obtain information on potential confounders which are not or not fully included in the health insurance data (i.e., education, job, salary, smoking, height, and weight, alcohol consumption, working night shifts, noise exposure at work, and physical activities). Also, information concerning the location of the bedroom with respect

to the nearest road and railway, as well as information regarding if the bedroom windows were opened at night, was collected for estimating the interior sound level.

The primary aim of the questionnaire-based survey was to evaluate the effect of important confounders, especially those related to health behaviors (i.e., Body Mass Index, smoking, alcohol consumption) and socioeconomic status. Therefore, the risk estimates for cardiovascular diseases obtained from the analyses of health claims data (i.e. without consideration of important confounders) were compared with risk estimates obtained from the survey data (i.e. data that included important confounders). The secondary aim was to compare the relationship between cardiovascular diseases and interior traffic noise sound levels with sound pressure levels from the house facade.

Results:

Cardiovascular disease risks (myocardial infarction, stroke, and heart failure/hypertensive heart disease*)*

In this study, aircraft noise levels above 60 dB were associated with an (not statistically significant) increased risk for myocardial infarction (odds ratio = 1.42 [95% KI 0.62-3.25]) and stroke (odds Ratio = 1.62 [95% KI 0.79-3.34). Including only myocardial infarction patients that had died by 2014 in the analysis revealed a significant association for aircraft noise exposure levels above 60 dB and myocardial infarction (odds ratio = 2.70 [95% KI 1.08 – 6.74]). In contrast, stroke risks for the subgroup of deceased stroke patients did not differ substantially.

With respect to the 24-hour continuous noise levels, we found relationships between the risk for cardiovascular diseases and road traffic noise (especially myocardial infarction and heart failure/hypertensive heart disease) and railway noise (myocardial infarction, stroke, as well as heart failure/hypertensive heart disease) which were more pronounced than for aircraft noise: the risk of myocardial infarction, stroke, or heart failure/hypertensive heart disease was significantly increased at 50 dB noise exposure (in some cases 55 dB) and continuously increased with higher sound levels. However, it is worth mentioning that an increased risk for stroke of 14% was observed at railway noise exposure levels of 45 to <50 dB with when the maximum sound level was at least 20 dB over the continuous noise level (emergence analysis).

In contrast to road traffic and railway noise, there was no positive linear relationship between continuous aircraft noise levels and the risk for myocardial infarction or stroke. On the other hand, a linear exposure-risk relationship was (also) found for aircraft noise exposure and heart failure/hypertensive heart disease; here the risk was significantly increased by 1.6% per 10 dB increase in continuous noise level (OR per 10 dB = 1.016 [95% CI 1.003-1.030]).

Considering the effect of nightly maximum sound levels on cardiovascular diseases

One important novel result of our study is the impact of the maximum aircraft noise levels at night on the cardiovascular system: First, the lowest aircraft exposure class examined

includes persons with continuous noise levels <40 dB but with nightly maximum sound levels of >50 dB. For this particular group, we observed increased risk estimates in many analyses. Thus, if these persons were included in the reference category, the risks of aircraft noise exposure would be underestimated. Second, for stroke and heart failure/hypertensive heart disease, significantly increased odds ratios suggest that nightly maximum sound pressure levels of above 50 dB lead to increased disease risks from aircraft noise even if continuous sound pressure levels are below 40 dB. This finding is relevant for the general population, requires nevertheless validation in future studies.

Breast cancer

There was an association between aircraft noise at night and breast cancer diagnoses. This observation reached statistical significance for the time period between 11 pm and 5 am in the highly exposed categories (OR =2.98 [95% KI 1.31-6.79]), however with very few observed cases. There was no significant association between road and railway traffic noise and the risk of developing breast cancer.

Depression

There was a significant relationship between unipolar depression and all three noise sources (aircraft, road, and railway traffic noise). The risk for having a diagnosis of unipolar depression steeply increased in aircraft noise with a 17% increase at 50-55 dB 24-hour continuous noise levels; the risk increase was slightly weaker in road traffic noise and railway noise. However, we observed lower risk estimates for depression in categories with higher aircraft noise exposure as well as higher railway noise (comparable to an inversed u-curve), and a linear noise exposure-risk relationship did not constitute an appropriate model.

Considering the effects of sex and health insurance providers

Generally, we did not observe any systematic difference between males and females for all studied diseases when analyzed separately. Also, no systematic differences were found when data of a single health insurance provider were analyzed separately. This indicates that the results are externally valid, since the participating health insurance providers are characterized by different clienteles.

Simultaneous analysis of traffic noise sources (aircraft, road, and railway traffic noise)

To ensure the comparability between each traffic noise source and to obtain information regarding the “isolated” effects of each traffic noise source, an additional analysis was conducted with all three traffic noise parameters included simultaneously in a logistic regression model for each disease. The exposure-response-relationship for each single noise source did not substantially differ when the model was adjusted for the other two noise sources.

Importance of noise history: longtime unchanged physical address and “cumulative noise years”

The complex „reconstruction“ of historical noise exposure data for the years from 1996 to 2010 permitted the consideration of “constant” physical addresses and “cumulative noise years”. “Cumulative noise years” were calculated by using the “total noise dose” for a defined time period. Including only persons with a physical address that remained “constant” over many years in the analyses, tended to result in higher risk estimates for several diseases. In the highest category of continuous sound pressure due to aircraft noise (≥60 dB), risk estimates for stroke were increased when occupancy was at least 5 years; living 10 years or more at the same physical address increased risk estimates further but were not statistically significant.

Analyses of „cumulative noise years“ for the last 5 years before disease diagnosis, respectively before 2008 for controls showed continuously increased risk estimates for heart failure/hypertensive heart disease with significant results for the highest quartile. For breast cancer diagnoses, risk estimates were prominently (but not significantly) increased, with an odds ratio of 3.96 observed when only women living 5 years or longer at the same physical address were included in the analysis. No remarkable effect was observed for cumulative noise-years of aircraft, road traffic and railway traffic noise. For depression, significantly increased odds ratios were found in the highest noise-years categories (3rd and 4th quartile) for aircraft noise.

Bias from undetected or residual confounding? Results of the interview

To evaluate the possible distortion of the results by confounders that were not or only partially contained in the health claims data, 8,540 insured persons were questioned about their education, job, income, tobacco and alcohol consumption, weight and height, shift work, noise exposure at work, and physical activities. Contacted persons were a subset of the insurant pool provided by the health insurance providers, comprising 639 persons with an incident myocardial infarction, 612 with an incident stroke, and 3,138 persons with incident heart failure or hypertensive heart disease (including persons with more than one diagnoses). 8,517 of the contacted persons represented controls for at least one case group. Only insured persons that were alive at the time of the interview could be included in the survey. The exclusion of the deceased led to considerably altered risk estimates in the analysis of claims data for myocardial infarction and stroke – diseases with a high mortality, indicating considerable selection bias. This may have been further aggravated by low response rates of 6% on average and the associated differential response behavior. In contrast, the selection of surviving persons did not lead to a substantial change in risk estimates for heart failure or hypertensive heart disease. With respect to the analyses of health claims data, odds ratios for heart failure or hypertensive heart disease diagnoses did not differ between persons participating in the interview and the whole study group. For this reason, interview data of cases with heart failure or hypertensive heart disease (but not myocardial infarction and stroke) and corresponding controls were used to estimate the distortion of results obtained from analyses of health claims data through undetected and residual confounding (primary aim of the survey).

Results show that odds ratios did not considerably differ from those based on the health claims data analyses when the models were adjusted for the individual socioeconomic status (Winkler index), tobacco and alcohol consumption, body-mass index, noise at work and physical activity. Thus, the results for heart failure/hypertensive heart disease do not appear to be substantially biased by insufficient consideration of socioeconomic status and lifestyle factors.

Subset analysis of insured persons with information on socioeconomic status in health insurance data

To further investigate effects of possible confounding by socioeconomic state on results obtained for myocardial infarction, stroke, unipolar depression and breast cancer, an additional subset analysis was performed only for those persons where information on individual socioeconomic status (education, job) was available in health funds data. Results of analyses suggest no considerable change in risk estimates assuming no substantial bias by insufficient controlling of socioeconomic status.

Comparison of interior and exterior sound levels on disease risks

When accounting for interior sound pressure levels on disease risk (secondary study aim), we found considerable increased odds ratios of being diagnosed with heart failure or hypertensive heart disease for all traffic noise sources in comparison to exterior sound pressure noise levels.

Discussion and conclusion:

Overall, results of our case-control study based on health claims data and interview data suggest a relationship between traffic noise exposure and the pathogenesis of myocardial infarction, stroke, heart failure/hypertensive heart disease and unipolar depression. No significant association between continuous sound pressure levels and breast cancer diagnosis was found for all three traffic noise sources. However, a significant increased risk for breast cancer was found for nightly aircraft noise exposure between 11pm and 5 am.

Disease risks per 10 dB increase in continuous sound pressure level

The highest disease risks were observed for unipolar depression and significant results were obtained for all three traffic noise sources. For cardiovascular diseases, noise-related effects on myocardial infarction, stroke and heart failure/hypertensive heart disease were more pronounced for road and railway traffic noise in comparison to aircraft noise. The highest risk increase per 10 dB road traffic noise was 4.1% for unipolar depression, 2.8% for myocardial infarction, 2.4% for heart failure/hypertensive heart disease and 1.7% for stroke. For railway traffic noise, the highest in increase in risk was found for depression (with an inappropriate linear fit), heart failure/hypertensive heart disease (3.1% for per 10 dB increase in sound pressure level), myocardial infarction (2.3%) and stroke (1.8%). For aircraft noise, the highest increase in risk was found for unipolar depression (with an inappropriate linear fit) and heart failure/hypertensive heart disease (1.6%)

Comparison of study results with those obtained from current reviews

Current reviews of Babisch (2014) and Vienneau et al. (2015) obtained slightly higher traffic noise-related risk estimates compared to our study results: the pooled analyses from Babisch (2014) suggest an increase in risk of 8% per 10 dB increase in road traffic noise. Vienneau et al. (2015) found a 4% increase in risk per 10 dB road traffic noise increase (L_{DEN}). For aircraft noise (L_{DEN}), the authors found an increase in risk of 6%. In contrast, results of our study suggest risk estimates below 4% per 10 dB increase for all studied traffic noise sources on cardiovascular diseases. However, one has to keep in mind that we chose a starting point of 35 dB, which is considerably lower than the starting points chosen by Babisch (2014) and Vienneau et al. (2015). Therefore, the risk increases per 10 dB found in our study cannot be directly compared with the risk increases reported by Babisch (2014) and Vienneau et al. (2015). Further, our results for the relationship between unipolar depression and traffic noise are generally in accordance with the current level of knowledge, although a systematic review on this topic is still missing.

Importance of noise exposure duration

In accordance with previous studies (e.g. Huss et al. 2010, Floud et al. 2013), our results suggest the importance of considering the duration of noise exposure. Thereby, the calculation of "cumulative noise years" represents a promising approach which has not been applied in noise traffic research so far. However, the increases in risk have to be interpreted in a conservative way, because it is not possible to distinguish between a "real" effect of prolonged noise exposure over multiple years and a selection bias ("cause and effect-bias").

Exclusion of undetected or residual confounding

Considerable effort was made to test for undetected or residual confounding: 8.540 insured persons from the secondary data-based case-control study participated in the survey. For heart failure/hypertensive heart disease, the largest case group, risk estimates obtained from data analyses of survey participants were comparable to those obtained from the analyses of health claims data. Thus, substantial distortion of risk estimates obtained from health claims data analyses appears doubtful for heart failure or hypertensive heart disease in terms of the socioeconomic status and lifestyle factors collected in the survey.

Considering the effect of interior sound pressure level on risk estimates for heart failure

The risk estimates based on interior sound pressure levels were higher for aircraft, road, and railway traffic noise than risk estimates based on exterior sound pressure levels. Generally, this result suggests a causal effect between noise exposure and the development of heart failure or hypertensive heart disease. Due to the individual living situation (e.g. orientation of rooms) and "living habits" (e.g. position/state of window) exterior sound pressure levels are not comparable with the real noise exposure "at the ear of the sleeper". Thus, interior sound pressure level may better reflect the real noise

exposure. Nevertheless, the interpretation is hindered by the fact that interior sound pressure levels might not represent the cause but the effect of noise exposure: Meaning, a relatively low interior sound pressure level might be the result of a traffic noise disturbed person sleeping with the windows closed at all times (though the constraint of closing the window may possibly lower the sleep quality).

Methodological strengths advantages of the secondary data based case-control study

As far as we know, this study permitted the first direct comparison of risk estimates for aircraft, road and railway traffic noise on the basis of a large data set of persons insured by statutory health insurance providers. Aircraft noise data were precisely generated for each physical address in the NORAH study. We at best included only newly diagnosed cases for the diseases myocardial infarction, stroke, heart failure/hypertensive heart disease, breast cancer and unipolar depression an algorithm was developed which included stationary and ambulant diagnoses. Further, we found empirical support for the biological importance of the separate consideration of maximum sound pressure levels. In particular, future research on health effects of noise should consider the possible insufficient representation of continuous sound pressure levels and should include separate consideration of maximum sound pressure levels.

Comparison of risk estimates for aircraft, road, and railway traffic noise

Overall, risk estimates for road and railway traffic noise tended to be higher for myocardial infarction, stroke and heart failure/hypertensive heart disease compared to risk estimates for aircraft noise. However, uncertainties of risk estimations are higher in aircraft noise, as considerably less people were exposed to aircraft noise levels of 55 dB or more; only about 2% were exposed to aircraft noise levels of 55 dB or moe, but 7% were exposed to railway noise levels and 26% to road traffic noise levels of 55 dB or more. Statistically significant increases in depression risks from aircraft noise were already found in lower to moderately noise exposed classes (in terms of an inverse U-curve); this result requires a cautious interpretation.

Evaluating effect sizes – Are low traffic noise-based increases in disease risks relevant for the population?

In accordance with the literature, risk estimates for noise exposure found in this study are much lower as compared to risks for “known” harmful parameters such as tobacco consumption and increased body-mass on the development of cardiovascular diseases. However, a large part of the population is exposed to traffic noise which is -in accordance with this study – associated with (albeit low) increases in risks for cardiovascular diseases and unipolar depression. Based on the population-based occurrence of traffic noise exposure as well as the studied cardiovascular diseases even low increases in risks have relevance for the general population.

What this study adds:

This study investigated the risk of cardiovascular disease, depression and breast cancer due to traffic noise using a data set of 1.026.658 persons aged 40 years and older from the Rhine-Main area that were insured in three compulsory health funds. The data set included 19,632 diagnoses of myocardial infarction, 25,495 stroke diagnoses, 104,145 diagnoses of heart failure or hypertensive heart disease, 77,295 diagnoses of unipolar depression and 6,643 breast cancer diagnoses (only women). As far as we know, for the first time a direct comparison of risk estimates for aircraft, road and railway traffic noise could be made.

Overall, the risk of having a diagnosis of myocardial infarction, stroke and heart failure/hypertensive heart disease tended to be higher for road and railway traffic noise than for aircraft noise: The highest risk increase per 10 dB road traffic noise was 4.1% for unipolar depression, 2.8% for myocardial infarction, 2.4% for heart failure/hypertensive heart disease and 1.7% for stroke. For railway traffic noise, the highest risks were found for unipolar depression (linear model inappropriate), heart failure/hypertensive heart disease (3.1% per 10 dB continuous noise level), myocardial infarction (2.3%) and stroke (1.8%). For aircraft noise, the highest increase in risk was found for unipolar depression (linear model inappropriate) and heart failure/hypertensive heart disease (1.6% per 10 dB continuous noise level). There was a significant increase in developing breast cancer for continuous sound pressure levels above 55 dB between 11 pm and 5 am at night.

A relevant new risk group for cardiovascular diseases is formed by insured persons that are characterized by low continuous sound pressure levels of aircraft noise with single nightly events of more than 50dB (maximum sound pressure level).

On the basis of a survey of approximately 8.500 insured persons, a substantial bias of socioeconomic state and lifestyle factors on heart failure/hypertensive heart disease results can be excluded. Sub-analyses of insured persons with available data concerning the individual socioeconomic status confirm that undetected or residual confounding by socioeconomic state can be excluded for the other diseases as well.

In accordance with previous studies, the consideration of living history is an important factor when studying noise exposure effects. Thereby, the calculation of “cumulative noise years” presents a promising approach. Nevertheless, the increases in risk have to be interpreted with caution, because it is not possible to distinguish between a “real” effect of noise exposure in multiple years and a selection bias (“cause and effect-bias”, mistaken the cause and the effect).

The risk estimates for interior sound pressure levels and heart failure/hypertensive heart disease were found to be higher than the particular risk estimates for sound pressure levels obtained from the outside surface of homes for all three traffic noise sources (aircraft, road, and railway traffic noise). This result suggests a causal effect of noise exposition on the development of heart failure/hypertensive heart disease.

Inhalt

Kurzfassung ..... *IV*

Summary ..... *XIV*

Inhalt *1*

Tabellenverzeichnis *12*

Abbildungsverzeichnis *17*

1 Einleitung *19*

1.1 Hintergrund 19

1.1.1 Verkehrslärm und das Risiko für Herzinfarkt, Schlaganfall sowie Herzinsuffizienz 21

1.1.2 Straßenverkehrslärm und Herzinfarkt, Schlaganfall und Herzinsuffizienz . 21

1.1.3 Schienenverkehrslärm und Herzinfarkt, Schlaganfall und Herzinsuffizienz 24

1.1.4 Fluglärm und Herzinfarkt, Schlaganfall sowie Herzinsuffizienz 24

1.1.5 Verkehrslärm und depressive Störungen 27

1.1.6 Verkehrslärm und Brustkrebs-Risiko 28

1.2 Verkehrslärm-bezogene Krankheitsrisiken: Erkenntnisstand und Forschungslücken 29

1.3 Fragestellung 30

2 Material und Methoden *32*

2.1 Studiendesign 32

2.2 Beteiligte Studienzentren 35

2.3 Studienregion 36

2.4 Fallzahlplanung 39

2.5 Voten der Datenschützer und der Ethikkommissionen 42

2.6 Erhebungsinstrumente 43

2.7 Lärmexposition im Untersuchungsgebiet 43

2.7.1 Expositionsvariablen für die sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie 44

2.7.2 Expositionsvariablen für die vertiefende Befragung („vertiefende Fallkontrollstudie“) 46

2.8 Gewinnung der Krankenkassen 46

2.8.1 Private Krankenkassen 46

2.8.2 Gesetzliche Krankenkassen 47

2.9 Genehmigung der Übermittlung von Sozialdaten 48
2.10 Durchführungskonzept der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie 49
2.10.1 Datenfluss bei Krankenkasse 1 49
2.10.2 Datenfluss bei Krankenkasse 2 51
2.10.3 Datenfluss bei der Krankenkasse 3 53
2.11 Struktur der übermittelten Sekundärdaten 55
2.11.1 Sekundärdaten der gesetzlichen Krankenkassen 55
2.11.2 Indikatoren und Karten zur Raum- und Stadtentwicklung (INKAR) 55
2.11.3 Arzneimittel-Stammdatei 56
2.12 Datenaufbereitung und Datenverarbeitung 56
2.13 Durchführungskonzept und Datenfluss für die vertiefende Befragung 58
2.13.1 Pilotstudie mit der Krankenkasse 3 58
2.13.2 Hauptbefragung 60
2.14 Gewinnung von Fällen 62
2.14.1 Herzinfarkt 64
2.14.2 Schlaganfall 64
2.14.3 Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit 65
2.14.4 Brustkrebs 65
2.14.5 Depression (depressive Störung) 66
2.14.6 Fälle für die sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie 66
2.14.7 Fälle für die vertiefende Befragung 67
2.15 Gewinnung von Kontrollpersonen 68
2.16 Teilnahmeraten bei der vertiefenden Befragung 69
2.17 Statistische Analysen 71
2.18 Berücksichtigung von Confounding 72
2.18.1 Alter 74
2.18.2 Geschlecht 75
2.18.3 Sozialstatus 76
2.18.4 Tabakkonsum 79
2.18.5 Alkoholkonsum 80
2.18.6 BMI 80
2.18.7 Nachtschichtarbeit 81
2.18.8 Arbeitslärm 81

2.18.9 Körperliche Aktivität 81
2.19 Ausfüllqualität der Fragebögen 82
2.20 Statistische Auswertungen 86
2.20.1 Deskriptive Statistik 86
2.20.2 Umgang mit fehlenden Werten und Ausreißern 86
2.20.2.1 Fehlende Werte 86
2.20.2.2 Ausreißer 87
2.20.3 Kategoriale Einteilung der Mittelungspegel (L_{pAeq}) 87
2.20.3.1 Lärmbezogene Referenzkategorie und weitere Pegelstufen 87
2.20.4 Sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie 89
2.20.4.1 Hauptanalyse: Untersuchung des 24h-Dauerschallpegels 89
2.20.4.2 Untersuchung unterschiedlicher Tages- und Nacht-Zeitbereiche (Sensitivitätsanalyse A) 91
2.20.4.3 Untersuchung einzelner Stunden-Zeitbereiche (Sensitivitätsanalyse B) 92
2.20.4.4 Untersuchung der Dauer der Lärmeinwirkung (Sensitivitätsanalysen I und II) 92
Sensitivitätsanalyse I (Wohndauer) 92
Sensitivitätsanalyse II (kumulative Lärmjahre) 93
2.20.4.5 Subgruppenanalyse der Fälle mit tödlich verlaufender Herz-Kreislauf-Erkrankung 93
2.20.5 Vertiefende Befragung 94
2.20.5.1 Erweiterte Modellbildung auf der Grundlage der vertiefenden Befragung 95
2.20.5.2 Untersuchung der Verzerrung der sekundärdatenbasierten Risikoschätzer durch Confounding (primäres Ziel der vertiefenden Befragung) 96
2.20.5.3 Vergleich der Risikoschätzer für Innenraumpegel und Außenpegel (sekundäres Ziel der vertiefenden Befragung) 97
2.20.5.4 Zusammenfassende Darstellung der Analysen 98
3 Ergebnisse 99
3.1 Deskriptive Auswertung der Sekundärdaten 99
3.2 Herzinfarkt 107
3.2.1 Zusammenhang zwischen Fluglärm und Herzinfarkt 107
3.2.1.1 Ergebnisse der Gesamtgruppe (Männer und Frauen gemeinsam) 107

3.2.1.2 Ergebnisse für Männer und Frauen getrennt.....109
3.2.1.3 Einfluss des Alters auf die Risikoschätzer für Herzinfarkt.....113
3.2.1.4 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen, Männer und Frauen gemeinsam 113
3.2.1.5 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen, Männer und Frauen getrennt 114
3.2.1.6 Berücksichtigung der Wohndauer bei Versicherten der Krankenkasse 3 114
3.2.1.7 Fluglärm-bezogene Risikoschätzer für einen tödlich verlaufenden Herzinfarkt 114
3.2.2 Zusammenhang zwischen Straßenverkehrslärm und Herzinfarkt 115
3.2.2.1 Ergebnisse der Gesamtgruppe (Männer und Frauen gemeinsam).....115
3.2.2.2 Ergebnisse für Männer und Frauen getrennt.....116
3.2.2.3 Einfluss des Alters auf die Risikoschätzer für Herzinfarkt.....118
3.2.2.4 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen, Männer und Frauen gemeinsam 119
3.2.2.5 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen, Männer und Frauen getrennt 119
3.2.2.6 Berücksichtigung der Wohndauer bei Versicherten der Krankenkasse 3 120
3.2.2.7 Straßenverkehrslärm-bezogene Risikoschätzer für einen tödlich verlaufenden Herzinfarkt 120
3.2.3 Zusammenhang zwischen Schienenverkehrslärm und Herzinfarkt.....120
3.2.3.1 Ergebnisse der Gesamtgruppe (Männer und Frauen gemeinsam).....120
3.2.3.2 Ergebnisse für Männer und Frauen getrennt.....122
3.2.3.3 Einfluss des Alters auf die Risikoschätzer bei Herzinfarkt.....124
3.2.3.4 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen, Männer und Frauen gemeinsam 125
3.2.3.5 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen, Männer und Frauen getrennt 125
3.2.3.6 Berücksichtigung der Wohndauer bei Versicherten der Krankenkasse 3 125
3.2.3.7 Schienenverkehrslärm-bezogene Risikoschätzer für einen tödlich verlaufenden Herzinfarkt 126
3.2.4 Gleichzeitige Aufnahme der einzelnen Verkehrslärm-Arten (Fluglärm, Straßenverkehrslärm, Schienenverkehrslärm) in das logistische Regressionsmodell zum Herzinfarkt-Risiko.....126

3.2.5 Herzinfarkt-Risikoschätzer bei angeschriebenen Versicherten und bei Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung 127

3.2.5.1 Selektionsverzerrung der Fluglärm-bezogenen Ergebnisse bei angeschriebenen Versicherten und bei Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung 127

3.2.5.2 Selektionsverzerrung der Straßenverkehrslärm-bezogenen Ergebnisse bei angeschriebenen Versicherten und bei Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung 129

3.2.5.3 Selektionsverzerrung der Schienenverkehrslärm-bezogenen Ergebnisse bei angeschriebenen Versicherten und bei Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung 131

3.3 Schlaganfall 133

3.3.1 Zusammenhang zwischen Fluglärm und Schlaganfällen 133

3.3.1.1 Ergebnisse der Gesamtgruppe (Männer und Frauen gemeinsam) 133

3.3.1.2 Ergebnisse für Männer und Frauen getrennt 135

3.3.1.3 Einfluss des Alters auf die Risikoschätzer für Schlaganfälle 139

3.3.1.4 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen, Männer und Frauen gemeinsam 139

3.3.1.5 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen, Männer und Frauen getrennt 139

3.3.1.6 Berücksichtigung der Wohndauer bei Versicherten der Krankenkasse 3 140

3.3.1.7 Fluglärm-bezogene Risikoschätzer für einen tödlich verlaufenden Schlaganfall 140

3.3.2 Zusammenhang zwischen Straßenverkehrslärm und Schlaganfällen 141

3.3.2.1 Ergebnisse der Gesamtgruppe (Männer und Frauen gemeinsam) 141

3.3.2.2 Ergebnisse für Männer und Frauen getrennt 142

3.3.2.3 Einfluss des Alters auf die Risikoschätzer bei Schlaganfall 144

3.3.2.4 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen, Männer und Frauen gemeinsam 145

3.3.2.5 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen, Männer und Frauen getrennt 145

3.3.2.6 Berücksichtigung der Wohndauer bei Versicherten der Krankenkasse 3 145

3.3.2.7 Straßenverkehrslärm-bezogene Risikoschätzer für einen tödlich verlaufenden Schlaganfall 146

3.3.3 Zusammenhang zwischen Schienenverkehrslärm und Schlaganfällen 146

3.3.3.1 Ergebnisse der Gesamtgruppe (Männer und Frauen gemeinsam).....146
3.3.3.2 Ergebnisse für Männer und Frauen getrennt.....148
3.3.3.3 Einfluss des Alters auf die Risikoschätzer bei Schlaganfall.....150
3.3.3.4 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen, Männer und Frauen gemeinsam 151
3.3.3.5 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen, Männer und Frauen getrennt 151
3.3.3.6 Berücksichtigung der Wohndauer bei Versicherten der Krankenkasse 3 152
3.3.3.7 Schienenverkehrslärm-bezogene Risikoschätzer für einen tödlich verlaufenden Schlaganfall.....152
3.3.4 Gleichzeitige Aufnahme der einzelnen Verkehrslärm-Arten (Fluglärm, Straßenverkehrslärm, Schienenverkehrslärm) in das logistische Regressionsmodell zum Schlaganfall-Risiko.....153
3.3.5 Schlaganfall-Risikoschätzer bei angeschriebenen Versicherten und bei Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung 153
3.3.5.1 Selektionsverzerrung der Fluglärm-bezogenen Ergebnisse bei angeschriebenen Versicherten und bei Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung 153
3.3.5.2 Selektionsverzerrung der Straßenverkehrslärm-bezogenen Ergebnisse bei angeschriebenen Versicherten und bei Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung 155
3.3.5.3 Selektionsverzerrung der Schienenverkehrslärm-bezogenen Ergebnisse bei angeschriebenen Versicherten und bei Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung 157
3.4 Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit.....159
3.4.1 Zusammenhang zwischen Fluglärm und Herzinsuffizienz/hypertensiver Herzkrankheit 159
3.4.1.1 Ergebnisse der Gesamtgruppe (Männer und Frauen gemeinsam).....159
3.4.1.2 Ergebnisse für Männer und Frauen getrennt.....161
3.4.1.3 Einfluss des Alters auf die Risikoschätzer für Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit.....165
3.4.1.4 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen, Männer und Frauen gemeinsam 165
3.4.1.5 Berücksichtigung der Wohndauer bei Versicherten der Krankenkasse 3 165
3.4.1.6 Fluglärm-bezogene Risikoschätzer für eine tödlich verlaufende Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit.....166

3.4.2 Zusammenhang zwischen Straßenverkehrslärm und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit 167

3.4.2.1 Ergebnisse der Gesamtgruppe (Männer und Frauen gemeinsam) 167

3.4.2.2 Ergebnisse für Männer und Frauen getrennt 169

3.4.2.3 Einfluss des Alters auf die Risikoschätzer für eine Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit 170

3.4.2.4 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen, Männer und Frauen gemeinsam 171

3.4.2.5 Berücksichtigung der Wohndauer bei Versicherten der Krankenkasse 3 171

3.4.2.6 Straßenverkehrslärm-bezogene Risikoschätzer für eine tödlich verlaufende Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit 172

3.4.3 Zusammenhang zwischen Schienenverkehrslärm und Herzinsuffizienz/hypertensiver Herzkrankheit 172

3.4.3.1 Ergebnisse der Gesamtgruppe (Männer und Frauen gemeinsam) 172

3.4.3.2 Ergebnisse für Männer und Frauen getrennt 174

3.4.3.3 Einfluss des Alters auf die Risikoschätzer einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit 176

3.4.3.4 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen, Männer und Frauen gemeinsam 177

3.4.3.5 Berücksichtigung der Wohndauer bei Versicherten der Krankenkasse 3 177

3.4.3.6 Schienenverkehrslärm-bezogene Risikoschätzer für eine tödlich verlaufende Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit 178

3.4.4 Gleichzeitige Aufnahme der einzelnen Verkehrslärm-Arten (Fluglärm, Straßenverkehrslärm, Schienenverkehrslärm) in das logistische Regressionsmodell zum Risiko einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit 178

3.4.5 Risikoschätzer für eine Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit bei angeschriebenen Versicherten und bei Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung 179

3.4.5.1 Selektionsverzerrung der Fluglärm-bezogenen Ergebnisse bei angeschriebenen Versicherten und bei Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung? 179

3.4.5.2 Selektionsverzerrung der Straßenverkehrslärm-bezogenen Ergebnisse bei angeschriebenen Versicherten und bei Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung 181

3.4.5.3 Selektionsverzerrung der Schienenverkehrslärm-bezogenen Ergebnisse bei angeschriebenen Versicherten und bei Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung 183

3.4.6 Sind die sekundärdatenbasierten Risikoschätzer für eine Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit durch unerkanntes oder residuelles Confounding verzerrt (primäres Ziel der vertiefenden Befragung)? 185

3.4.6.1 Fluglärm-bezogene Risikoschätzer für Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit: Verzerrung der sekundärdatenbasierten Risikoschätzer durch Confounding? 185

3.4.6.2 Straßenverkehrslärm-bezogene Risikoschätzer für Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit: Verzerrung der sekundärdatenbasierten Risikoschätzer durch Confounding ? 191

3.4.6.3 Schienenverkehrslärm-bezogene Risikoschätzer für Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit: Verzerrung der sekundärdatenbasierten Risikoschätzer durch Confounding? 195

3.4.7 Unterscheiden sich die Risikoschätzer für eine Herzinsuffizienz/ hypertensive Herzkrankheit auf der Grundlage der Innenraumpegel von den Risikoschätzern auf der Grundlage der Außenpegel (sekundäres Ziel der vertiefenden Befragung)? 199

3.4.7.1 Fluglärm und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit: Berücksichtigung der Innenraumpegel in der vertiefenden Befragung 199

3.4.7.2 Straßenverkehrslärm und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit: Berücksichtigung der Innenraumpegel in der vertiefenden Befragung 202

3.4.7.3 Schienenverkehrslärm und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit: Berücksichtigung der Innenraumpegel in der vertiefenden Befragung 204

3.5 Brustkrebs 206

3.5.1 Zusammenhang zwischen Fluglärm und Brustkrebs 207

3.5.1.1 Ergebnisse der Gesamtgruppe (nur Frauen) 207

3.5.1.2 Einfluss des Alters auf die Risikoschätzer für Brustkrebs 208

3.5.1.3 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen 209

3.5.1.4 Berücksichtigung der Wohndauer bei Versicherten der Krankenkasse 3 209

3.5.2 Zusammenhang zwischen Straßenverkehrslärm und Brustkrebs 210

3.5.2.1 Ergebnisse der Gesamtgruppe (nur Frauen) 210

3.5.2.2 Einfluss des Alters auf die Risikoschätzer bei Brustkrebs.....211
3.5.2.3 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen.....211
3.5.2.4 Berücksichtigung der Wohndauer bei Versicherten der Krankenkasse 3 211
3.5.3 Zusammenhang zwischen Schienenverkehrslärm und Brustkrebs.....212
3.5.3.1 Ergebnisse der Gesamtgruppe (nur Frauen) 212
3.5.3.2 Einfluss des Alters auf die Risikoschätzer bei Brustkrebs.....213
3.5.3.3 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen.....214
3.5.3.4 Berücksichtigung der Wohndauer bei Versicherten der Krankenkasse 3 214
3.5.4 Gleichzeitige Aufnahme der einzelnen Verkehrslärm-Arten (Fluglärm, Straßenverkehrslärm, Schienenverkehrslärm) in das logistische Regressionsmodell zum Brustkrebs-Risiko bei Frauen 214
3.6 Depressive Störungen 215
3.6.1 Zusammenhang zwischen Fluglärm und Depressionen 215
3.6.1.1 Ergebnisse der Gesamtgruppe (Männer und Frauen gemeinsam).....215
3.6.1.2 Ergebnisse für Männer und Frauen getrennt.....217
3.6.1.3 Einfluss des Alters auf die Risikoschätzer für Depressionen.....219
3.6.1.4 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen, Männer und Frauen gemeinsam 220
3.6.1.5 Berücksichtigung der Wohndauer bei Versicherten der Krankenkasse 3 220
3.6.2 Zusammenhang zwischen Straßenverkehrslärm und Depressionen.....221
3.6.2.1 Ergebnisse der Gesamtgruppe (Männer und Frauen gemeinsam).....221
3.6.2.2 Ergebnisse für Männer und Frauen getrennt.....222
3.6.2.3 Einfluss des Alters auf die Risikoschätzer bei Depressionen 224
3.6.2.4 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen, Männer und Frauen gemeinsam 225
3.6.2.5 Berücksichtigung der Wohndauer bei Versicherten der Krankenkasse 3 225
3.6.3 Zusammenhang zwischen Schienenverkehrslärm und Depressionen 226
3.6.3.1 Ergebnisse der Gesamtgruppe (Männer und Frauen gemeinsam).....226
3.6.3.2 Ergebnisse für Männer und Frauen getrennt.....227
3.6.3.3 Einfluss des Alters auf die Risikoschätzer bei Depressionen 229

3.6.3.4 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen, Männer und Frauen gemeinsam 230

3.6.3.5 Berücksichtigung der Wohndauer bei Versicherten der Krankenkasse 3 230

3.6.4 Gleichzeitige Aufnahme der einzelnen Verkehrslärm-Arten (Fluglärm, Straßenverkehrslärm, Schienenverkehrslärm) in das logistische Regressionsmodell zum Depressions-Risiko 231

4 Diskussion 232

4.1 Methodische Stärken der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie mit vertiefender Befragung 233

4.2 Limitationen der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie 237

4.3 Die Ergebnisse der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie vor dem Hintergrund des aktuellen Forschungsstandes 243

4.3.1 Herzinfarkt und Verkehrslärm 243

4.3.1.1 Fluglärm und Herzinfarkt 243

4.3.1.2 Straßenverkehrslärm und Herzinfarkt 247

4.3.1.3 Schienenverkehrslärm und Herzinfarkt 248

4.3.2 Schlaganfall und Verkehrslärm 248

4.3.2.1 Fluglärm und Schlaganfall 248

4.3.2.2 Straßenverkehrslärm und Schlaganfall 249

4.3.2.3 Schienenverkehrslärm und Schlaganfall 250

4.3.3 Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit und Verkehrslärm 251

4.3.3.1 Fluglärm und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit 251

4.3.3.2 Straßenverkehrslärm und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit. 254

4.3.3.3 Schienenverkehrslärm und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit 255

4.3.4 Brustkrebs und Verkehrslärm 256

4.3.4.1 Fluglärm und Brustkrebs 256

4.3.4.2 Straßenverkehrslärm und Brustkrebs 258

4.3.4.3 Schienenverkehrslärm und Brustkrebs 258

4.3.5 Depressionen und Verkehrslärm 259

4.3.5.1 Fluglärm und Depressionen 259

4.3.5.2 Straßenverkehrslärm und Depressionen 261

4.3.5.3 Schienenverkehrslärm und Depressionen 262

4.4 Zusammenschau der Ergebnisse der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie unter besonderer Berücksichtigung der Ergebnisse der vertiefenden Befragung .263

4.4.1 Verkehrslärm und Herz-Kreislauf-Erkrankungen 263

4.4.2 Verkehrslärm und Brustkrebs 266

4.4.3 Verkehrslärm und Depressionen 267

Literatur 269

Danksagung 275

Abkürzungsverzeichnis 276

Anhang..... 278

Anhang 01: Fragebogen für die vertiefende Befragung 279

Anhang 02: Gleichzeitige Aufnahme der einzelnen Verkehrslärm-Arten zum Herzinfarkt-Risiko in das logistische Regressionsmodell..... 293

Anhang 03: Gleichzeitige Aufnahme der einzelnen Verkehrslärm-Arten zum Schlaganfall-Risiko..... 294

Anhang 04: Gleichzeitige Aufnahme der einzelnen Verkehrslärm-Arten zum Risiko für eine Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit 295

Anhang 05: Gleichzeitige Aufnahme der einzelnen Verkehrslärm-Arten zum Brustkrebs-Risiko in das logistische Regressionsmodell (nur Frauen)..... 296

Anhang 06: Gleichzeitige Aufnahme der einzelnen Verkehrslärm-Arten zum Depression-Risiko 297

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Anzahl an Versicherten ≥40 Jahren für die sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie sowie Anzahl auswertbarer Datensätze nach erfolgreicher Verknüpfung mit den Schallpegeln 57
Tabelle 2-2: Definition inzidenter Herzinfarkt 64
Tabelle 2-3: Definition inzidenter Schlaganfall 64
Tabelle 2-4: Definition inzidente Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit 65
Tabelle 2-5: Definition inzidenter Brustkrebs 65
Tabelle 2-6: Definition einer Depression 66
Tabelle 2-7: Sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie: Anzahl an inzidenten Fällen 67
Tabelle 2-8: Sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie: Anzahl an lebenden inzidenten Fällen 68
Tabelle 2-9: Sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie: Anzahl an Kontrollpersonen 69
Tabelle 2-10: Ausfälle von Versicherten für die vertiefende Befragung 70
Tabelle 2-11: Start- und Endpunkte der vertiefenden Befragung sowie Anzahl der Anschreiben bei den einzelnen Krankenkassen 70
Tabelle 2-12: Beteiligung (Response) an der vertiefenden Befragung 70
Tabelle 2-13: Potenzielle Confounder der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie und der vertiefenden Befragung 72
Tabelle 2-14: Operationalisierung der Bildung und Ausbildung 77
Tabelle 2-15: Operationalisierung der beruflichen Stellung 78
Tabelle 2-16: Operationalisierung des monatlichen Haushaltsnettoeinkommen 78
Tabelle 2-17: Wertebereich „Soziale-Schicht-Index“ 79
Tabelle 2-18: Definierte Raucher und Kategorisierung der lebenslangen Packungsjahre (pack-years) 80
Tabelle 2-19: Plausibilitätsprüfung der Fragebögen 82
Tabelle 2-20: Geschlechtsspezifische und Fall-Kontroll-bezogene Ausfüllqualität: Anteil der Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung mit fehlenden Angaben (missings) 83
Tabelle 2-21: Altersbezogene Ausfüllqualität 84
Tabelle 2-22: Angaben zur Wohnsituation 85
Tabelle 2-23: Angaben zur beruflichen Situation 86
Tabelle 2-24: Schallpegelklassen nach Kategorien (5 dB-Klassen) für Straßen- und Schienenverkehrslärm („Variante A1“) 87
Tabelle 2-25: Schallpegelklassen (5 dB-Klassen) nur für Fluglärm („Variante A2“) 88
Tabelle 3-1: Charakteristika der Studienpopulation (n=907.736) 100
Tabelle 3-2: Charakteristika der Studienpopulation (n=907.736) nach Krankenkassenzugehörigkeit 102
Tabelle 3-3: Verkehrslärm-Verteilung in der Studienpopulation (n=907.736) 106
Tabelle 3-4: Verkehrslärm-Verteilung in der Studienpopulation nach Krankenkasse (n=907.736) 106
Tabelle 3-5: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,Nacht1-3}$, Emergenz) und Herzinfarkt 108
Tabelle 3-6: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Herzinfarkt, nur Männer 111

Tabelle 3-7: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Herzinfarkt, nur Frauen 112
Tabelle 3-8: 24h-Dauerschallpegel für Fluglärm und Herzinfarkt, altersstratifizierte Analyse 113
Tabelle 3-9: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$) und tödlich verlaufender Herzinfarkt.....115
Tabelle 3-10: Straßenverkehrslärm (($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Herzinfarkt 116
Tabelle 3-11: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Herzinfarkt, nur Männer.....117
Tabelle 3-12: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Herzinfarkt, nur Frauen 118
Tabelle 3-13: Straßenlärm - Prüfung des Einflusses des Alters auf das Herzinfarkt-Risiko 119
Tabelle 3-14: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und tödlich verlaufender Herzinfarkt.....120
Tabelle 3-15: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Herzinfarkt 122
Tabelle 3-16: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Herzinfarkt, nur Männer 123
Tabelle 3-17: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Herzinfarkt, nur Frauen.....124
Tabelle 3-18: Schienenlärm – Einfluss des Alters auf das Herzinfarkt-Risiko 125
Tabelle 3-19: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und tödlich verlaufender Herzinfarkt 126
Tabelle 3-20: Sekundärdatenbasierte Risikoschätzer für die Subgruppe der von den Krankenkassen angeschriebenen Versicherten und teilnehmenden Versicherten: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$) und inzidenter Herzinfarkt.....128
Tabelle 3-21: Sekundärdatenbasierte Risikoschätzer für die Subgruppe der von den Krankenkassen angeschriebenen Versicherten und teilnehmenden Versicherten: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und inzidenter Herzinfarkt.....130
Tabelle 3-22: Sekundärdatenbasierte Risikoschätzer für die Subgruppe der von den Krankenkassen angeschriebenen Versicherten und teilnehmenden Versicherten: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und inzidenter Herzinfarkt 132
Tabelle 3-23: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Schlaganfall.....134
Tabelle 3-24: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Schlaganfall, nur Männer 137
Tabelle 3-25: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Schlaganfall, nur Frauen.....138
Tabelle 3-26: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$) und Schlaganfall, stratifiziert nach Alter.....139
Tabelle 3-27: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$) und tödlich verlaufender Schlaganfall 141
Tabelle 3-28: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Schlaganfall 142
Tabelle 3-29: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Schlaganfall, nur Männer 143
Tabelle 3-30: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Schlaganfall, nur Frauen.....144
Tabelle 3-31: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Schlaganfall, stratifiziert nach Alter ...145
Tabelle 3-32: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und tödlich verlaufender Schlaganfall.....146
Tabelle 3-33: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Schlaganfall....148
Tabelle 3-34: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Schlaganfall, nur Männer 149
Tabelle 3-35: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Schlaganfall, nur Frauen.....150
Tabelle 3-36: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Schlaganfall, stratifiziert nach Alter..151
Tabelle 3-37: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und tödlich verlaufender Schlaganfall 152

Tabelle 3-38: Sekundärdatenbasierte Risikoschätzer für die Subgruppe der von den Krankenkassen angeschriebenen Versicherten und teilnehmenden Versicherten: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$) und inzidenter Schlaganfall 154
Tabelle 3-39: Sekundärdatenbasierte Risikoschätzer für die Subgruppe der von den Krankenkassen angeschriebenen Versicherten und teilnehmenden Versicherten: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und inzidenter Schlaganfall 156
Tabelle 3-40: Sekundärdatenbasierte Risikoschätzer für die Subgruppe der von den Krankenkassen angeschriebenen Versicherten und teilnehmenden Versicherten: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und inzidenter Schlaganfall 158
Tabelle 3-41: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit 161
Tabelle 3-42: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit, nur Männer 163
Tabelle 3-43: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit, nur Frauen 164
Tabelle 3-44: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$) und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit, stratifiziert nach Alter 165
Tabelle 3-45: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$) und tödlich verlaufende Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit 167
Tabelle 3-46: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit 168
Tabelle 3-47: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit, nur Männer 169
Tabelle 3-48: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit, nur Frauen 170
Tabelle 3-49: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit, stratifiziert nach Alter 171
Tabelle 3-50: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und tödlich verlaufende Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit 172
Tabelle 3-51: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit 174
Tabelle 3-52: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit, nur Männer 175
Tabelle 3-53: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit, nur Frauen 176
Tabelle 3-54: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit, stratifiziert nach Alter 177
Tabelle 3-55: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und tödlich verlaufende Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit 178
Tabelle 3-56: Sekundärdatenbasierte Risikoschätzer für die Subgruppe der von den Krankenkassen angeschriebenen Versicherten und teilnehmenden Versicherten: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$) und inzidente Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit 180
Tabelle 3-57: Sekundärdatenbasierte Risikoschätzer für die Subgruppe der von den Krankenkassen angeschriebenen Versicherten und teilnehmenden Versicherten:

Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und inzidente Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit 182
Tabelle 3-58: Sekundärdatenbasierte Risikoschätzer für die Subgruppe der von den Krankenkassen angeschriebenen Versicherten und teilnehmenden Versicherten: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und inzidente Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit 184
Tabelle 3-59: Fluglärm und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit: Einbezug der Confounder aus der vertiefenden Befragung in das ausschließlich sekundärdatenbasierte Basismodell (OR_3) 186
Tabelle 3-60: Fluglärm und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit – Einbezug der Außenlärmpegel auf der Grundlage der Adressdaten der vertiefenden Befragung 189
Tabelle 3-61: Straßenverkehrslärm und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit: Einbezug der Confounder aus der vertiefenden Befragung in das ausschließlich sekundärdatenbasierte Basismodell (OR_3) 192
Tabelle 3-62: Straßenverkehrslärm und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit – Einbezug der Außenlärmpegel auf der Grundlage der Adressdaten der vertiefenden Befragung 194
Tabelle 3-63: Schienenverkehrslärm und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit: Einbezug der Confounder aus der vertiefenden Befragung in das ausschließlich sekundärdatenbasierte Basismodell (OR_3) 196
Tabelle 3-64: Schienenverkehrslärm und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit – Einbezug der Außenlärmpegel auf der Grundlage der Adressdaten der vertiefenden Befragung 198
Tabelle 3-65: Fluglärm-bedingte Innenraumpegel auf der Grundlage der vertiefenden Befragung und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit 200
Tabelle 3-66: Straßenverkehrslärm-bedingte Innenraumpegel auf der Grundlage der vertiefenden Befragung und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit 203
Tabelle 3-67: Schienenverkehrslärm-bedingte Innenraumpegel auf der Grundlage der vertiefenden Befragung und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit 205
Tabelle 3-68: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Brustkrebs bei Frauen 208
Tabelle 3-69: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$) und Brustkrebs bei Frauen, stratifiziert nach Alter 209
Tabelle 3-70: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Brustkrebs bei Frauen 210
Tabelle 3-71: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Brustkrebs bei Frauen, stratifiziert nach Alter 211
Tabelle 3-72: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Brustkrebs 213
Tabelle 3-73: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Brustkrebs bei Frauen, stratifiziert nach Alter 213
Tabelle 3-74: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Depression 217
Tabelle 3-75: Flugverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Depression, nur Männer 218
Tabelle 3-76: Flugverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Depression, nur Frauen 219
Tabelle 3-77: Flugverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Depression nach Alter 220

Tabelle 3-78: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Depression 222
Tabelle 3-79: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Depression, nur Männer 223
Tabelle 3-80: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Depression, nur Frauen 224
Tabelle 3-81: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Depression, stratifiziert nach Alter 225
Tabelle 3-82: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Depression 227
Tabelle 3-83: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Depression, nur Männer 228
Tabelle 3-84: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Depression, nur Frauen 229
Tabelle 3-85: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Depression, stratifiziert nach Alter ... 230

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Studienregion der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie mit vertiefender Befragung (grau umrandet) 37
Abbildung 2-2: Datenfluss mit der Krankenkasse 1 für die sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie 50
Abbildung 2-3: Datenfluss mit der Krankenkasse 2 für die sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie 52
Abbildung 2-4: Datenfluss mit der Krankenkasse 3 für die sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie 54
Abbildung 2-5: Verfahren bei der Pilotstudie mit Krankenkasse 3 59
Abbildung 2-6: Teilnahme bei der Pilotstudie mit Krankenkasse 3 60
Abbildung 2-7: Durchführungskonzept für die vertiefende Befragung 61
Abbildung 2-8: Geplante Haupt- und Sensitivitätsanalysen mit Außenschallpegeln der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie 98
Abbildung 3-1: Flächen-proportionale Venn-Diagramme für die Kontrollen der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie jeweils für Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Brustkrebs und Depression 103
Abbildung 3-2: Flächen-proportionales Venn-Diagramm zur Überschneidung der Fälle mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder Brustkrebs mit den Kontrollpersonen zu den Fällen mit Depression 104
Abbildung 3-3: Flächen-proportionales Venn-Diagramm zur Überschneidung der Fälle mit Brustkrebs oder Depression mit den Kontrollpersonen zu den Fällen mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen 104
Abbildung 3-4: Flächen-proportionales Venn-Diagramm zur Überschneidung der Fälle mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder Depression mit den Kontrollpersonen zu den Fällen mit Brustkrebs 105
Abbildung 4-1: Anteil der Überlebenden je Fallgruppe im Zeitverlauf (Monate) 238
Abbildung 4-2: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$) und Herzinfarkt-Risiko 244
Abbildung 4-3: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Herzinfarkt-Risiko 247
Abbildung 4-4: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Herzinfarkt-Risiko 248
Abbildung 4-5: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$) und Schlaganfall-Risiko 249
Abbildung 4-6: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Schlaganfall-Risiko 250
Abbildung 4-7: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Schlaganfall-Risiko 250
Abbildung 4-8: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$) und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit-Risiko 251
Abbildung 4-9: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit-Risiko 254
Abbildung 4-10: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit-Risiko 255
Abbildung 4-11: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$) und Brustkrebs-Risiko bei Frauen 257
Abbildung 4-12: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Brustkrebs-Risiko bei Frauen 258

Abbildung 4-13: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Brustkrebs-Risiko bei Frauen 259
Abbildung 4-14: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$) und Depressions-Risiko 260
Abbildung 4-15: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Depressions-Risiko.....261
Abbildung 4-16: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Depressions-Risiko 262

1 Einleitung

»So still, wie es jetzt ist, so sollte es überall und immer sein, Lydia – warum ist es so laut im menschlichen Leben? – […] Immer ist etwas. Immer klopfen sie, oder sie machen Musik, immer bellt ein Hund, marschiert dir jemand über deiner Wohnung auf dem Kopf herum, klappen Fenster, schrillt ein Telephon – Gott schenke uns Ohrenlider. Wir sind unzweckmäßig eingerichtet. […]«

Kurt Tucholsky 1931 (Schloss Gripsholm)

1.1 Hintergrund

Mit dem Begriff „Lärm“ werden Geräusche bezeichnet, die als störend und belastend empfunden werden und zur Beeinträchtigung der Gesundheit, der Leistungsfähigkeit, zu Unfallgefahren sowie zu Gesundheitsschädigungen führen können. Die Weltgesundheitsorganisation WHO schätzt, dass im westlichen Teil Europas mindestens eine Million um Behinderungen bereinigte verlorene Lebensjahre (*disability-adjusted life years,* DALY) auf das Konto von verkehrslärminduzierten Erkrankungen gehen (WHO, 2011). In einer aktuellen Umfrage des Robert-Koch-Instituts gab nahezu jeder Zweite an, sich durch Umweltlärm belästigt zu fühlen – als Hauptlärmquellen wurden Straßenverkehrslärm und Nachbarschaftslärm angegeben (Niemann et al., 2014).

Lärm kann einerseits aurale – das Gehör betreffende – Wirkungen haben (Daniel, 2007; Nelson et al., 2005). Bei einer Lärmschwerhörigkeit nimmt die Hörfähigkeit schleichend über die Jahre ab. Die Innenohrschädigung ist irreversibel, das heißt: Sind die Hörzellen einmal abgestorben, bilden sich keine neuen. Lärmschwerhörigkeit kann mit Einschränkungen oder Ausschluss bestimmter Arbeitsmöglichkeiten, Arbeitslosigkeit und erhöhten Unfallgefahren verbunden sein (Girard et al., 2014; Ide, 2007) und zu einer dauerhaft verminderten Lebensqualität führen (Seidman & Standring, 2010). Nach wie vor ist die Lärmschwerhörigkeit die mit Abstand häufigste anerkannte Berufskrankheit in Deutschland. Nach Angaben der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung sind rund vier Millionen Beschäftigte in Deutschland bei ihrer Erwerbstätigkeit einer gesundheitsgefährdenden Lärmbelästigung ausgesetzt, und bei mehr als 6.000 Beschäftigten wird pro Jahr eine Lärmschwerhörigkeit erstmals als Berufskrankheit anerkannt. Generell kann nicht nur beruflicher Lärm die Gesundheit beeinträchtigen. Bei Exposition gegenüber Verkehrslärm droht zwar keine Lärmschwerhörigkeit; allerdings können extraaurale – nicht das Gehör betreffende – Lärmeffekte auftreten. Denn Geräusche beeinflussen über zentralnervöse Impulse den Organismus und lösen komplexe psychische und physiologische Stressreaktionen aus. Die Reize gelangen über afferente Nervenfasern im Innenohr und über die Spiralganglien der Gehörschnecke zu Kernen im Hirnstamm (*Nucleus cochlearis* und *ventralis*), zum Hypothalamus (*Corpus geniculatum mediale*) und zum Großhirn (zum *auditiven Cortex*). Alle Kerne haben Verbindungen zum limbischen System, insbesondere

zur Amygdala, zum Hippocampus und zu Teilen des Hypothalamus. In der Amygdala erfolgt eine Modulierung des Reizes; hier werden die Schallereignisse emotional interpretiert. Die Amygdala sendet Signale zum Hippocampus, die Region des Kurzzeit- und Langzeitgedächtnisses. Zudem werden von der Amygdala Impulse an den Hypothalamus gesendet. Dieses führt zur Aktivierung zweier Systeme, des sympathischen Nervensystems und der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse (HPA-Achse), die spezifische Stressreaktionen hervorrufen. Durch die Aktivierung des sympathischen Nervensystems kann es – über die Ausschüttung von Katecholaminen – zur Herzfrequenzsteigerung, zum Blutdruckanstieg und zu einer veränderten Herzratenvariabilität kommen (Kraus et al., 2013). Die Aktivierung der HPA-Achse führt – wesentlich vermittelt über CRH (Corticotropin-releasing-Hormon) und ACTH (adrenocorticotropes Hormon) – zur Ausschüttung des „Stresshormons" Cortisol. Das Wirkungsspektrum von Cortisol ist sehr vielfältig: Es aktiviert beispielsweise katabole Stoffwechselvorgänge und ist zudem an immunologischen Prozessen beteiligt. So beeinflusst es die Produktion und Verteilung von Leukozyten, Erythrozyten und Thrombozyten und wirkt immunsuppressiv. Eine chronische Aktivierung der HPA-Achse kann langfristig zu Beschwerden und Erkrankungen u. a. des Herz-Kreislauf-Systems führen (McEwen, 2007).

Mehrere Studien untersuchten den Zusammenhang zwischen Verkehrslärm-Exposition und einer Hypertonie (Bluthochdruck). In einer Zusammenfassung von 24 Querschnittsstudien zu Straßenverkehrslärm finden van Kempen und Babisch (2012) pro 10 dB Straßenverkehrslärm eine statistisch signifikante Odds Ratio (OR)[1] von 1,07 (95% Konfidenzintervall KI 1,02-1,12). Anders ausgedrückt, findet diese Metaanalyse einen Risikoanstieg für eine Hypertonie von 7% pro 10 dB Zunahme des Straßenverkehrslärms. Der Zusammenhang zwischen Schienenverkehrslärm und dem Blutdruck ist weniger untersucht; eine Schweizer Studie (SALPADIA 2) zeigt einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen (insbesondere nächtlichem) Bahnlärm und dem diastolischen wie auch dem systolischen Blutdruck auf (Dratva et al., 2012). Die große europäische Verbundstudie HYENA („Hypertension and Exposure to Noise near Airports") findet eine statistisch signifikante Abhängigkeit der Blutdruckwerte von der Höhe des nächtlichen Fluglärms; dieser Zusammenhang zeigt sich für den Fluglärm am Tage nicht (Jarup et al., 2008). Allerdings ist einschränkend darauf hinzuweisen, dass sich innerhalb der HYENA-Studie große Unterschiede zwischen den gemessenen Blutdruckwerten zwischen verschiedenen Flughäfen (bzw. Ländern) fanden. Für eine vertiefende Darstellung des Forschungsstandes zum Zusammenhang zwischen Verkehrslärm und Blutdruck wird auf den Band „Blutdruckmonitoring" des vorliegenden Berichts verwiesen. Zweifellos sind die Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen Verkehrs-

---

[1] Die Odds Ratio (OR) ist ein Effektschätzer, der das relative Erkrankungsrisiko abschätzt. Anwendung findet die Odds Ratio hauptsächlich in Fallkontrollstudien. Berechnet wird die Expositions-„Chance" der erkrankten Fälle im Verhältnis zu der Expositions-„Chance" der Kontrollpersonen.

lärm und dem Blutdruck auch für die Frage nach dem Einfluss des Verkehrslärms auf die Entstehung ischämischer Herz-Kreislauf-Erkrankungen und der Herzinsuffizienz von Bedeutung, da für beide Erkrankungsgruppen der Bluthochdruck einen wichtigen Risikofaktor darstellt. Allerdings können Herzinfarkt, Schlaganfall und Herzinsuffizienz durchaus auch bei Menschen mit einem „normalen“ Blutdruck auftreten. Die Risikofaktoren für Hypertonie und für die vorgenannten Krankheiten Herzinfarkt, Schlaganfall und Herzinsuffizienz können also nicht ohne weiteres gleichgesetzt werden. Von daher ist die eigenständige Untersuchung der Verkehrslärm-bezogenen Risiken für die vorgenannten schweren Erkrankungen von besonderer Bedeutung. Im Folgenden soll auf den diesbezüglichen Forschungsstand – unter Ausklammerung der Hypertonie – eingegangen werden.

1.1.1 Verkehrslärm und das Risiko für Herzinfarkt, Schlaganfall sowie Herzinsuffizienz

Sowohl beim **Herzinfarkt** als wichtigster akuter Ausdrucksform einer ischämischen Herzkrankheit wie auch beim ischämischen **Schlaganfall** kommt es zu einer Einschränkung der Blutversorgung durch eine verengte Arterie (Herzkranzgefäß – auch Koronararterie genannt – oder Hirnarterie). Grundlage für diese Verengung sind häufig eine Gefäßverkalkung oder ein eingeschwemmtes Blutgerinnsel. Wenn es zu einem vollständigen Verschluss einer Koronararterie oder einer Hirnarterie kommt, sprechen wir von einem Infarkt, und bei fehlender rascher Wiedereröffnung des Gefäßes durch eine sofortige Therapie stirbt das versorgte Herzmuskelgewebe oder Hirngewebe ab. Der größte Teil der Schlaganfälle ist den ischämischen Schlaganfällen zuzurechnen; davon zu trennen sind die sogenannten hämorrhagischen Schlaganfälle, die auf eine Hirnblutung zurückzuführen sind.

Bei einer **Herzinsuffizienz** (Herzschwäche) reicht die Pumpleistung des Herzmuskels nicht aus, um den Organismus ausreichend mit Sauerstoff und Nährstoffen zu versorgen. Häufig ist (z. B. als Folge einer koronaren Herzkrankheit, einer Hypertonie oder einer Herzklappenerkrankung) zunächst die Funktion des linken Herzventrikels gestört. Bei einem Fortschreiten der Herzinsuffizienz kann es auch zu einer Funktionsstörung des rechten Herzventrikels kommen. Die Symptome einer Herzinsuffizienz bestehen in Luftnot insbesondere bei körperlichen Belastungen, Schwäche, Husten und Wasseransammlungen (Ödemen) meist zuerst in den Beinen, bei Verschlimmerung aber auch im ganzen Körper.

1.1.2 Straßenverkehrslärm und Herzinfarkt, Schlaganfall und Herzinsuffizienz

Vergleichsweise gut untersucht ist der Zusammenhang zwischen Straßenverkehrslärm und den **ischämischen Herzerkrankungen**, denen der **Herzinfarkt** als akutes ischämisches Ereignis zugeordnet wird. In einem aktuellen (selektiven) Review mit Metaanalyse fasst Babisch (2014) 14 diesbezügliche Studien zusammen (Babisch et al., 2005; Babisch et al., 1993; Babisch et al., 1999; Babisch et al., 1994; Beelen et al., 2009; Eriksson et al., 2012;

Gan et al., 2012; Sørensen et al., 2012; Yoshida et al., 1997). Einbezogen werden Kohortenstudien, Fallkontrollstudien und Querschnittsstudien. Unterschiedliche Lärmexpositionen werden in den Studien berücksichtigt: 24h-Dauerschallpegel, 16h-Dauerschallpegel am Tag und gewichtete L_{DEN}-Pegel. Die Referenzkategorien liegen in den einbezogenen Einzelstudien zwischen <50 dB und <60 dB. Im Ergebnis der gepoolten Analyse findet Babisch (2014) für den Bereich zwischen etwa 52 bis 77 dB ein statistisch signifikant erhöhtes relatives Risiko von 1,08 (95% KI 1,04-1,13). Anders ausgedrückt, findet diese Metaanalyse einen Risikoanstieg für eine koronare Herzkrankheit einschließlich Herzinfarkt von 8% pro 10 dB Zunahme des Straßenverkehrslärms. Der Risikoanstieg unter Einschluss neuerer Studien fällt damit geringer aus als in einer früheren Metaanalyse aus dem Jahre 2008 (Babisch, 2008), die einen (statistisch nicht signifikanten) relativen Risikoschätzer[2] von 1,17 (95% KI 0,87-1,57) pro 10 dB Straßenverkehrslärm ergeben hatte. Bei den vorgenannten beiden Metaanalysen ist kritisch darauf hinzuweisen, dass sie nicht auf der Grundlage systematischer Reviews durchgeführt wurden: Die Suche nach einzuschließenden Studien erfolgte im Wesentlichen expertenbasiert, es erfolgte keine Sichtung der Titel und Abstracts durch zwei unabhängige Reviewer, und es erfolgte keine Qualitätsbewertung der Studien durch zwei unabhängige Reviewer. Damit entsprechen die vorgenannten Reviews nicht den Standards der Evidenzbasierten Medizin (EbM), und sie sind anfällig für Ergebnisverzerrungen. Beispielsweise wird die NaRoMi-Studie mit der Auswertung des Umweltbundesamtes (Babisch, 2004) in die Metaanalysen einbezogen; ein Einbezug derselben NaRoMi-Studie mit veränderten Lärmbelastungskategorien (und mit deutlich veränderten Ergebnissen) entsprechend Willich et al. (2006) hätte möglicherweise zu veränderten gepoolten Effektschätzern bei der Metaanalyse geführt. In einem kürzlich veröffentlichten systematischen Review (Vienneau et al., 2015) werden sechs Studien zum Zusammenhang zwischen Straßenverkehrslärm und ischämischer Herzerkrankung in einer Metaanalyse zusammengefasst (Babisch et al., 2003; Babisch et al., 1999; Babisch et al., 1994; Beelen et al., 2009; Selander et al., 2009; Sørensen et al., 2012). Die Datenextraktion erfolgte unabhängig voneinander durch zwei Personen, allerdings wurde keine Qualitätsbewertung der einbezogenen Studien durchgeführt. Im Ergebnis finden die Autoren ein relatives Risiko für eine ischämische Herzerkrankung von 1,04 (95% KI 1,00-1,10) pro 10 dB Erhöhung des L_{DEN}.

Vergleichsweise weniger Studien befassen sich mit dem Zusammenhang zwischen dem Straßenverkehrslärm und einem **Schlaganfall**. In der dänischen „Diet, Cancer and Health"-Kohortenstudie finden Sørensen et al. (2011) ein relatives Schlaganfall-Risiko von 1,14 (95% KI 1,03-1,25) pro 10 dB Erhöhung des L_{DEN}. Bei Personen mit einem Alter über 64,5 Jahren ist die Risikoerhöhung besonders ausgeprägt (27% pro 10 dB). In einer kürzlich

[2] Risikoschätzer: Ein Effektschätzer des relativen Erkrankungsrisikos (z. B. Odds Ratio) schätzt das Ausmaß der Änderung einer Erkrankungshäufigkeit, welches von einer bestimmten Exposition, hier Verkehrslärm, verursacht wird.

veröffentlichten Auswertung derselben Kohorte (mit einer etwas längeren Follow-up-Zeit) untersuchen Sørensen et al. (2014) die kombinierten Effekte von Straßenverkehrslärm und Luftschadstoffen. Die Autoren finden einen Zusammenhang zwischen Straßenverkehrslärm – und nicht Luftschadstoffen – mit einem Hirninfarkt (ischämischem Schlaganfall); demgegenüber zeigt der innerhalb von 30 Tagen nach Krankenhauseinweisung tödlich verlaufende Schlaganfall (der neben dem ischämischen Schlaganfall auch den hämorrhagischen Schlaganfall beinhaltet) einen Zusammenhang mit Luftschadstoffen – und nicht mit Straßenverkehrslärm. De Kluizenaar et al. (2013) können in einer niederländischen Kohortenstudie keinen statistisch signifikanten Einfluss des Straßenverkehrslärms auf zerebrovaskuläre Erkrankungen (darunter Schlaganfälle) oder ischämische Herzerkrankungen finden.

Auch der Zusammenhang zwischen Straßenverkehrslärm und einer **Herzinsuffizienz** ist noch wenig erforscht. In einer Querschnittsstudie mit kernspintomographischer Untersuchung von 3.827 Probanden im Alter von 45 bis 84 Jahren finden Van Hee et al. (2009) einen Zusammenhang zwischen der Wohnlage an einer Hauptstraße (weniger als 50 Meter Entfernung) mit einer eingeschränkten Funktion des linken Herzventrikels. In dieser Studie lässt sich aber nicht feststellen, ob die eingeschränkte Funktion des linken Herzventrikels eher auf Luftschadstoffe oder auf Straßenverkehrslärm zurückzuführen ist. Im Rahmen einer niederländischen Kohortenstudie untersuchen Beelen et al. (2009) den Zusammenhang zwischen Luftschadstoffen und Straßenverkehrslärm mit der Sterblichkeit an Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Straßenverkehrslärm mit einem L_{DEN} (Abend zwischen 19 und 23 Uhr, Nacht bis 7 Uhr) über 65 dB ist nicht statistisch signifikant mit ischämischen Herz-Kreislauf-Erkrankungen (einschließlich ischämischen Schlaganfällen) assoziiert, für die Herzinsuffizienz liegt das relative Risiko[3] bei 1,99 (95% KI 1,05-3,79). Bei Adjustierung für Luftschadstoffe reduziert sich das relative Risiko für eine Herzinsuffizienz nur leicht auf 1,90, verliert aber seine statistische Signifikanz.

Tobías et al. (2015) untersuchen den Zusammenhang zwischen Straßenverkehrslärm und der kardiovaskulären Mortalität. Am stärksten ist der Zusammenhang zwischen den Straßenverkehrslärm-Pegeln am Vortag und der kardiovaskulären Sterblichkeit: Es findet sich pro 1 dB Erhöhung des 24h-Dauerschallpegels eine Risikoerhöhung von 6,2% (95% KI 2,1-10,6%); bei gesonderter Betrachtung des Straßenverkehrslärms am Tag und in der Nacht zeigen sich jeweils etwas niedrigere Risikoerhöhungen. Die Adjustierung für Luftschadstoffe hat keinen substanziellen Einfluss auf die Ergebnisse.

---

[3] Das Relative Risiko (RR) drückt aus, um welchen Faktor sich ein Risko in zwei Gruppen unterscheidet. RR beschreibt die Erkrankungswahrscheinlichkeit einer exponierten Gruppe relativ zur Erkrankungswahrscheinlichkeit einer nicht-exponierten Gruppe.

1.1.3 Schienenverkehrslärm und Herzinfarkt, Schlaganfall und Herzinsuffizienz

Wenige Forschungsarbeiten untersuchen den Zusammenhang zwischen Schienenverkehrslärm und Herz-Kreislauf-Erkrankungen. In einer schwedischen Studie wird der Zusammenhang zwischen Bahnlärm, berechnet als L_{DEN} (Abend zwischen 19 und 23 Uhr, Nacht bis 7 Uhr), und der selbst berichteten ärztlichen Diagnose einer koronaren Herzkrankheit analysiert (Eriksson et al., 2012). Es finden sich im Vergleich mit einer Bahnlärm-Exposition unter 50 dB statistisch nicht signifikant erhöhte Odds Ratios von 1,50 (95% KI 0,82-2,75) für einen L_{DEN} zwischen 50 und 54 dB, von 1,56 (95% KI 0,74-3,31) für einen L_{DEN} zwischen 55 und 59 dB und von 1,62 (95% KI 0,76-3,46) für einen L_{DEN} von 60 dB oder mehr. Für den entsprechenden Zusammenhang zwischen Straßenverkehrslärm und koronarer Herzkrankheit finden sich in allen Lärmexpositions-Kategorien statistisch nicht signifikante Odds Ratios unter 1.

Aufgrund der spärlichen Erkenntnislage zum Zusammenhang zwischen Schienenverkehrslärm und Herz-Kreislauf-Erkrankungen soll im Folgenden eine Studie dargestellt werden, die sich mit der Gesamtmortalität beschäftigt: In einer kürzlich durchgeführten Mortalitätsstudie untersuchen Greiser und Greiser (2014) die Verkehrslärm-bezogenen Sterblichkeitsrisiken der 40- bis 75-jährigen Bremer Bevölkerung (1998 bis 2011) getrennt für Straßenverkehrslärm, Schienenverkehrslärm und Fluglärm. Eine Veröffentlichung der Ergebnisse für den Herzinfarkt ist für einen späteren Zeitpunkt geplant. Es findet sich eine steigende Gesamtmortalität mit steigendem Schienenverkehrslärm am Tage, die bei 76 dB eine Odds Ratio von 1,11 (95% KI 1,03-1,21) erreicht. Dabei sind die berichteten Ergebnisse u. a. für Straßenverkehrslärm und Fluglärm am Tage adjustiert. Bei einer Wohndauer ab 15 Jahren an der letzten Adresse steigt die Odds Ratio für eine Schienenlärm-Exposition von 76 dB auf 1,35 (95% KI 1,12-1,62). Mit steigendem Schienenverkehrslärm in der Nacht findet sich ebenfalls eine steigende Gesamtmortalität, die bei einem nächtlichen Mittelungspegel von 77 dB eine Odds Ratio von 1,14 (95% KI 1,03-1,26) erreicht; eine Zunahme der Risikoschätzer mit zunehmender Wohndauer findet sich hier nicht. Unter Vernachlässigung der Wohndauer sind die Mortalitätsrisiken für Schienenverkehrslärm mit denen für Straßenverkehrslärm vergleichbar, wobei der Schienenverkehrslärm höhere Lärmpegel und damit verbunden auch – insbesondere in der Nacht – etwas höhere Risikoschätzer aufweist.

1.1.4 Fluglärm und Herzinfarkt, Schlaganfall sowie Herzinsuffizienz

Auch der Zusammenhang zwischen Fluglärm und Herz-Kreislauf-Erkrankungen wurde erst von relativ wenigen Studien erforscht. In einer registerbasierten Schweizer Kohortenstudie (Huss et al., 2010) wird der Einfluss von Fluglärm, Straßenverkehrslärm und Luftschadstoffen auf die Herzinfarkt-Mortalität untersucht. Im Ergebnis findet sich eine grenzwertig signifikante etwa 30%ige Risikoerhöhung bei Fluglärm-Exposition gegenüber mindestens 60 dB(A); bestand die gleiche Wohnadresse über mindestens 15 Jahre, so findet sich ein signifikant um etwa 50% erhöhtes Risiko (entsprechend einem relativen Risiko von 1,5). Die Risikoerhöhung zeigt sich bei alten Menschen (über 82 Jahre). Einschränkend ist darauf

hinzuweisen, dass diese Studie ebenso wie fast alle bisherigen epidemiologischen Studien etwaige Ergebnisverzerrungen durch wichtige potentielle Confounder (Störvariablen) wie beispielsweise den Tabakkonsum nicht berücksichtigt.

In einer krankenkassenbasierten Querschnittsstudie im Bereich des Köln-Bonner Flughafens untersuchen Greiser und Greiser (2010a, 2010b) bei 511.742 Personen im Alter über 39 Jahren den Zusammenhang zwischen Fluglärm und kardiovaskulären Erkrankungen (Herzinfarkt, koronare Herzkrankheit, Schlaganfall, Herzinsuffizienz). Es findet sich ein Zusammenhang zwischen nächtlichem Fluglärm und der Gesamtgruppe der angegebenen kardiovaskulären Erkrankungen. Die von Greiser und Greiser (2010a, 2010b) angegebenen Odds Ratios sind nicht unmittelbar zu interpretieren, da die Auswertungsmodelle zwei Interaktionsterme (Alter und Fluglärm; Anteil Sozialhilfeempfänger und Fluglärm) enthalten. Bei Beschränkung auf Personen, die Anspruch auf Schallschutzmaßnahmen haben, steigen die Odds Ratios deutlich an. Dass sich für den akuten Herzinfarkt keine Risikoerhöhungen fanden, könnte Greiser und Greiser (2010a, 2010b) zufolge darauf zurückzuführen sein, dass beim Herzinfarkt – im Gegensatz zum Schlaganfall – Bluthochdruck nicht an erster Stelle der Risikofaktoren stünde, sondern Rauchen und Fettstoffwechselstörungen eher dominierten.

Im Rahmen der HYENA-Studie in sechs europäischen Ländern untersuchen Floud et al. (2013) den Zusammenhang zwischen Fluglärm und der selbstberichteten Diagnose einer ischämischen Herzerkrankung (Herzinfarkt oder Angina pectoris), eines Schlaganfalls oder einer Herzerkrankung. Unter adäquater Berücksichtigung möglicher Confounder finden die Autoren statistisch nicht signifikant erhöhte adjustierte Odds Ratios von 1,06 (95% KI 0,91-1,22) für eine ischämische Herzerkrankung, von 1,08 (95% KI 0,82-1,41) für einen Schlaganfall und von 1,05 (95% KI 0,92-1,21) für eine Herzinsuffizienz. Eine zusätzliche Adjustierung für Straßenverkehrslärm hat keinen substanziellen Einfluss auf die Effektschätzer. Bei gemeinsamer Auswertung von ischämischen Herzerkrankungen und Schlaganfall findet sich für den Fluglärm am Tag eine Odds Ratio von 1,05 (95% KI 0,92-1,21), für den Fluglärm in der Nacht eine Odds Ratio von 1,12 (95% KI 0,97-1,29). Die entsprechende Odds Ratio für Straßenverkehrslärm (24h-Pegel) liegt mit 1,18 (95% KI 1,00-1,41) etwas höher. Die prozentuale Risikoerhöhung für Fluglärm – nicht für Straßenverkehrslärm – verdoppelt sich etwa, wenn ausschließlich Personen mit einer mindestens 20-jährigen Wohndauer an ihrer letzten Adresse einbezogen werden; für Fluglärm in der Nacht wird die entsprechende Odds Ratio statistisch signifikant (OR=1,25; 95% KI 1,03- 1,51).

Im Bereich des Flughafens London-Heathrow untersuchen Hansell et al. (2013) das Risiko für stationäre Behandlungen und Todesfälle aufgrund von koronarer Herzkrankheit, Schlaganfall und aufgrund einer kardiovaskulären Erkrankung insgesamt. Für Fluglärm am Tage (7 bis 23 Uhr; >63 dB versus ≤51 dB) zeigt sich ein statistisch signifikanter Zusammenhang mit Krankenhauseinweisungen wegen koronarer Herzkrankheit einschließlich Herzinfarkt (relatives Risiko RR=1,21; 95% KI 1,12-1,31) sowie Schlaganfall (RR=1,24; 95% KI 1,08-1,43). Für nächtlichen Fluglärm (>55 dB versus ≤50 dB) beträgt das relative Risiko für Krankenhauseinweisungen wegen koronarer Herzkrankheit 1,11 (95% KI 0,99-1,24) sowie für Schlag-

anfall 1,23 (95% KI 1,02-1,49). Generell ist das relative Risiko für Krankenhauseinweisungen wegen einer kardiovaskulären Erkrankung etwas niedriger.

Correia et al. (2013) untersuchen bei über 65-jährigen Personen im Umfeld mehrerer Flughäfen in den USA die Fluglärm-bezogenen Risiken (Risk Ratios) für eine Krankenhauseinweisungen mit einer Herz-Kreislauf-Erkrankung. Bei Adjustierung für individuelle, soziodemographische Faktoren und für Luftschadstoffe ergibt sich die stärkste (und statistisch signifikante) Assoziation der Fluglärmexposition (L_{DN}) mit der stationären Aufnahme wegen einer ischämischen Herzerkrankung.

Allerdings finden auch einige Studien keinen oder sogar einen negativen Zusammenhang zwischen Fluglärm und Herz-Kreislauf-Erkrankungen bzw. der Gesamtsterblichkeit. Die im Auftrag des Regionalen Dialogforums Flughafen Frankfurt (RDF) durchgeführte Studie („RDF-Studie") bezieht eine geschichtete Zufallsstichprobe von 2.312 Personen aus 66 Wohngebieten im Umkreis von bis zu 40 km um den Frankfurter Flughafen ein. Es zeigt sich kein Zusammenhang zwischen dem Fluglärm am Tage und den selbst berichteten ärztlichen Diagnosen Herzinfarkt, Angina pectoris und Herzinsuffizienz (Schreckenberg et al., 2009). Für den nächtlichen Fluglärm zeigen sich durchgängig negative Zusammenhänge (Odds Ratios unter 1) mit Herzinfarkt, Angina pectoris und Herzinsuffizienz, die in wenigen Kategorien statistische Signifikanz erreichen. Die oben zitierte Bremer Studie von Greiser und Greiser (2014) findet lediglich bei Personen mit einer Wohndauer von unter 10 Jahren an der letzten Adresse einen statistisch signifikanten positiven Zusammenhang mit dem Fluglärm am Tage. Mit zunehmendem Fluglärm in der Nacht finden sich jedoch auch in dieser Studie statistisch signifikante erniedrigte Odds Ratios für die Gesamtmortalität, die in der höchsten Kategorie (57 dB versus <40 dB) einen Wert von 0,82 (95% KI 0,71-0,95) erreichen.

In ihr kürzlich veröffentlichtes systematisches Review mit Metaanalyse beziehen Vienneau et al. (2015) drei Studien zum Zusammenhang zwischen Fluglärm und einer ischämischen Herzerkrankung einschließlich eines Herzinfarktes ein (Huss et al. 2010, Hansell et al. 2013, Correia et al. 2013). Im Ergebnis dieser drei Studien wird ein relatives Risiko von 1,06 (95% KI 1,04-1,08) pro 10 dB L_{DEN} errechnet. Die Autoren finden vergleichbare Risikoerhöhungen bei Exposition gegenüber Straßenverkehrslärm (siehe oben) und Fluglärm, die wesentlichen Analysen des genannten systematischen Reviews beziehen sich auf die gemeinsame Auswertung von Straßen- und Schienenverkehrslärm, für die sich ein relatives Risiko von 1,06 (95% KI 1,03-1,09) pro 10 dB L_{DEN} (ausgehend von einer linearen Expositions-Risiko-Beziehung) ab einem L_{DEN} von 50 dB ergibt. In der gemeinsamen Auswertung von Straßenverkehrslärm und Fluglärm finden sich keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Risiken für einen Herzinfarkt oder eine ischämische Herzerkrankung, und es finden sich auch keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Risiken für eine tödlich verlaufende versus nicht tödlich verlaufende ischämische Herzerkrankung.

1.1.5 Verkehrslärm und depressive Störungen

Grundsätzlich kann eine chronische Lärmbelästigung ebenso wie ein chronischer Schlafmangel Einfluss auf die psychische Gesundheit haben. Allerdings beschäftigen sich nur relativ wenige Studien mit dem Zusammenhang zwischen Verkehrslärm und der psychischen Gesundheit, insbesondere mit dem Auftreten depressiver Störungen. Aufgrund der begrenzten Erkenntnislage sollen diesbezügliche Studien im Folgenden gemeinsam – ohne Trennung der Studien zum Straßenverkehrslärm, Schienenverkehrslärm und Fluglärm – dargestellt werden.

In einer narrativen Übersichtsarbeit gehen Stansfeld und Matheson (2003) auf sieben Studien zum Zusammenhang zwischen Verkehrslärm und psychiatrischen Erkrankungen ein (Abey-Wickrama et al., 1969; Hiramatsu et al., 1997; Jenkins et al., 1981; Meecham & Smith, 1977; S. Stansfeld et al., 1996; Tarnopolsky et al., 1980): Während ältere Studien einen Zusammenhang zwischen stationären Aufnahmen in psychiatrischen Krankenhäusern in London (Abey-Wickrama et al., 1969) und Los Angeles (Meecham & Smith, 1977) gefunden hätten, habe dies durch spätere Studien nicht bestätigt werden können (Jenkins et al., 1981). Auch Tarnopolsky et al. (1980) können in ihrem Survey im westlichen London keinen eindeutigen Zusammenhang zwischen Fluglärm und der Häufigkeit psychiatrischer Erkrankungen aufzeigen: Fluglärm-Exposition ist positiv mit einer akuten Depression, hingegen negativ mit einer chronischen Depression assoziiert. In einer prospektiven Studie in Caerphilly, südliches Wales, untersuchen Stansfeld et al. (1996) den Zusammenhang zwischen Straßenverkehrslärm und psychiatrischen Erkrankungen. Es findet sich kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Lärmexposition zum Zeitpunkt der Eingangsuntersuchung und einer psychiatrischen Erkrankung zum Zeitpunkt der Follow-up-Untersuchung fünf Jahre später; es kann lediglich eine geringe nichtlineare Assoziation mit erhöhten Ängstlichkeits-Skalenwerten aufgezeigt werden. In einer japanischen Studie bei Bewohnern im Umkreis eines Militärflughafens können Hiramatsu et al. (1997) eine positive Expositions-Risiko-Beziehung zwischen Fluglärm und Depressivität bzw. Nervosität beschreiben. Halpern (2014) findet einen schwachen Zusammenhang zwischen „Lärmspitzen“ durch Straßenverkehrslärm und psychischen Symptomen. Stansfeld und Matheson (2003) schlussfolgern in ihrer Zusammenfassung der vorgenannten Studien, dass Umgebungslärm einen Zusammenhang mit psychologischen Symptomen, nicht aber mit klinischen psychiatrischen Erkrankungen aufzuweisen scheine. Ein Zusammenhang mit psychiatrischen Erkrankungen bestehe möglicherweise erst bei höheren Lärmpegeln.

Einige Studien untersuchen die Einnahme von Arzneimitteln in Abhängigkeit von der Höhe des Verkehrslärms. Greiser et al. (2007) analysieren auf der Grundlage von Krankenkassendaten im Umkreis des Köln-Bonner Flughafens den Zusammenhang zwischen der Fluglärmexposition und der Verordnungshäufigkeit und –menge für verschiedene Arzneimittel. Im Ergebnis finden die Autoren eine höhere Verordnungshäufigkeit und –menge für Tranquilizer, Beruhigungs- und Schlafmittel. In einer späteren krankheitsbezogenen Auswertung finden Greiser und Greiser (2010a, 2010b) bei Frauen statistisch signifikant erhöhte Erkrankungsrisiken für Depressionen, vor allem im Zeitfenster für nächtlichen Fluglärm. Im Rahmen der HYENA-Studie untersuchen Floud et al. (2011) den Zusammenhang zwischen

Straßenverkehrslärm und der Verordnung von Medikamenten (z. B. Antidepressiva, Anxiolytika). Pro 10 dB Lärmpegelanstieg am Tag (OR=1,28; 95% KI 1,04-1,57) wie in der Nacht (OR=1,27; 95% KI 1,01-1,59) finden sich signifikant erhöhte Risikoschätzer. Auch hier zeigten sich große Unterschiede zwischen den beteiligten Ländern. Bocquier et al. (2014) können im Rahmen einer französischen Kohortenstudie (lediglich) bei Personen mit einem hohen Sozialstatus einen Zusammenhang zwischen Straßenverkehrslärm und den Verkaufszahlen an Anxiolytika und Hypnotika feststellen.

1.1.6 Verkehrslärm und Brustkrebs-Risiko

Im Rahmen der krankenkassenbasierten Querschnittsstudie im Bereich des Köln-Bonner Flughafens untersuchten Greiser und Greiser (2010a, 2010b) auch den Zusammenhang zwischen Fluglärm und Krebsrisiko. Die Krebsdiagnosen (stationäre Entlassungsdiagnosen) entstammen Krankenkassendaten. Bei Männern finden sich keine Zusammenhänge, bei Frauen finden Greiser und Greiser (2010a, 2010b) insbesondere erhöhte Brustkrebs-Risiken; die Risikoerhöhung ist für den Fluglärm am Tage stärker ausgeprägt und liegt bei einem Schallpegel von 60 dB bei knapp über 60%. In der aktuellen Bremer Studie finden Greiser und Greiser (2014) uneinheitliche Ergebnisse zu den Verkehrslärm-bezogenen Brustkrebsrisiken. Auf der Grundlage von Krebsregister-Daten errechnen die Autoren statistisch nicht signifikant erhöhte Brustkrebs-Risiken für Fluglärm am Tag und in der Nacht sowie für Schienenverkehrslärm in der Nacht. Straßenverkehrslärm am Tag wie auch in der Nacht ist hingegen statistisch signifikant negativ mit der Brustkrebs-Diagnose assoziiert. Deutlich erhöhte Brustkrebsrisiken beschreiben Greiser und Greiser (2014) bei Frauen mit einer hohen kombinierten Straßen- und Schienenverkehrslärm-Exposition in der Nacht (statistisch signifikante Odds Ratio von 25 bei 67 dB nächtlichem Straßenverkehrslärm in Kombination mit 77 dB nächtlichem Schienenverkehrslärm).

In der bereits oben erwähnten dänischen „*Diet, Cancer and Health*“-Kohortenstudie können Sørensen et al. (2014) keinen Zusammenhang zwischen Straßenverkehrslärm oder Schienenverkehrslärm und Brustkrebs insgesamt finden. Werden jedoch ausschließlich Frauen mit Östrogenrezeptor-negativem Brustkrebs betrachtet, so zeigt sich pro 10 dB Straßenverkehrslärm-Erhöhung ein Jahr vor Diagnose eine Risikoerhöhung von 1,28 (95% KI 1,04-1,56); bei Berücksichtigung des Straßenverkehrslärms 5 oder 10 Jahre vor Diagnosestellung ist die entsprechende Risikoerhöhung etwas niedriger. Pro 10 dB Schienenverkehrslärm-Erhöhung finden die Autoren ein relatives Risiko der Erkrankung an einem Östrogenrezeptor-negativen Brustkrebs von 1,38 (95% KI 1,01-1,89).

Die Frage nach einem möglicherweise erhöhten Brustkrebs-Risiko in Abhängigkeit vom Verkehrslärm ist vor dem Hintergrund einer aktuellen Diskussion in der Arbeitsepidemiologie zu betrachten: Am 5. Dezember 2007 hat die internationale Krebsforschungsagentur der WHO (IARC) in einer Presseerklärung darauf hingewiesen, dass mit einer Chronodisruption verbundene Schichtarbeit wahrscheinlich krebserregend ist. Sechs von acht Studien an Krankenschwestern, die in Nachtschicht arbeiteten, fanden ein moderat erhöhtes Brust-

krebsrisiko insbesondere bei langjähriger Nachtschichtarbeit (IARC, 2010; Straif et al., 2007). Als wesentlicher pathophysiologischer Mechanismus wird auf die Unterdrückung der Melatonin-Produktion hingewiesen. Grundsätzlich könnte auch bei lärmbedingten häufigen Aufwachreaktionen und Wachphasen in der Nacht von einer Chronodisruption ausgegangen werden – dies könnte möglicherweise ein Erklärungsansatz sein, falls sich in weiteren Verkehrslärmstudien tatsächlich ein Zusammenhang mit dem Brustkrebs-Risiko bestätigen sollte. Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass auch die Frage nach einem Zusammenhang zwischen Nachtschichtarbeit und Brustkrebs-Entstehung wissenschaftlich noch nicht abschließend geklärt ist: In einem systematischen Review mit Metaanalyse unter eigener (AS) Beteiligung (Ijaz et al., 2013) kann dieser Zusammenhang zwar für Fallkontrollstudien, nicht aber für methodisch hochwertigere Kohortenstudien gefunden werden.

1.2 Verkehrslärm-bezogene Krankheitsrisiken: Erkenntnisstand und Forschungslücken

Insgesamt weisen die bisherigen Studienergebnisse auf einen Zusammenhang zwischen der Verkehrslärm-Exposition und dem Erkrankungsrisiko an Herz-Kreislauf-Erkrankungen hin. Diese Einschätzung steht grundsätzlich im Einklang mit mehreren in den letzten Jahren veröffentlichten Überblicksarbeiten (H. Davies & Kamp, 2012; A. Hansell & Laszlo, 2013; Maschke, 2011; Münzel et al., 2014; Röösli, 2013; Vienneau et al., 2015; WHO, 2011). Allerdings steht die Zusammenfassung der Erkenntnislage in methodisch hochwertigen systematischen Reviews noch aus; aktuell befindet sich ein eigenes systematisches Review zu Fluglärm-bezogenen Krankheitsrisiken in der Erarbeitung (für das Studienprotokoll siehe (Seidler et al., 2013). Ein kürzlich veröffentlichtes Review mit Metaanalyse (Banerjee et al., 2014) (Banerjee et al., 2014) bezieht ausschließlich Querschnittsstudien ein und ist in seinem methodischen Vorgehen teilweise nicht nachvollziehbar. Auch die kürzlich veröffentlichte Metaanalyse von Vienneau et al. (2015) entspricht in mehreren Punkten nicht dem Vorgehen in einem methodisch hochwertigen systematischen Review: So fehlen beispielsweise eine Vorab-Veröffentlichung des Studienprotokolls, eine Titel-Abstrakt-Sichtung durch zwei unabhängige Reviewer und eine Qualitätsbewertung der einbezogenen Studien. Die vorgenannten Autoren finden ab 50 dB L_{DEN} eine etwa 6%-ige Risikoerhöhung für eine ischämische Herzerkrankung pro 10 dB L_{DEN}. Wenn dabei die Risikoschätzer für Straßenverkehrslärm und Fluglärm auch grundsätzlich vergleichbar sind, so finden die Autoren doch Hinweise darauf, dass beim Fluglärm eine lineare Expositions-Risiko-Beziehung mit einer höheren Schwelle (zwischen 55 und 60 dB) angemessen sein könnte.

Schwächer als zu den Herz-Kreislauf-Erkrankungen ist die wissenschaftliche Erkenntnislage zum Zusammenhang zwischen Verkehrslärm und depressiven Störungen. Äußerst gering sind die bisherigen Erkenntnisse zu einem möglichen Zusammenhang zwischen Verkehrslärm und Brustkrebs.

Wissenschaftlich ungeklärt ist derzeit die Frage nach der genauen Expositions-Risiko-Beziehung zwischen Straßenverkehrslärm, Schienenverkehrslärm sowie Fluglärm und defi-

nierten Herz-Kreislauf-Erkrankungen sowie weiteren Erkrankungen. Da Herz-Kreislauf-Erkrankungen deutlich von dem Sozialstatus, aber auch von „Lifestyle-Faktoren“ wie dem Rauchverhalten und dem Körpergewicht abhängen, setzt die Klärung dieser Frage eine genaue Erfassung und Berücksichtigung von potenziellen Confoundern voraus: In der eingeschränkten „Differenzierbarkeit“ von Verkehrslärm-bezogenen und anderen, nicht Verkehrslärm-bezogenen Faktoren liegt die Schwäche der meisten früheren Studien.

Weiterhin ungeklärt ist die Frage, ob der Verlauf der Expositions-Risiko-Beziehung zwischen den einzelnen Verkehrslärm-Arten vergleichbar ist. Aufgrund von Heterogenitäten zwischen den verschiedenen Studien lassen sich eigentlich nur solche Studien für einen derartigen Vergleich heranziehen, die in einer definierten Population alle drei Verkehrslärm-Arten gleichzeitig berücksichtigen. Die vorliegende Fallkontrollstudie mit vertiefender Befragung möchte einen Beitrag zur Schließung der genannten Forschungslücken leisten.

1.3 Fragestellung

Die Auswirkungen von Verkehrslärm (Straßenverkehrslärm, Schienenverkehrslärm und Fluglärm) auf die Gesundheit der Wohnbevölkerung im Rhein-Main-Gebiet sollten in dieser Forschungsarbeit mittels einer retrospektiven sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie untersucht werden. Primär basierte dieses Studiendesign auf Abrechnungs- und Verordnungsdaten von Krankenkassen aus der Studienregion. Im Mittelpunkt standen Herz-Kreislauf-Erkrankungen (Herzinfarkt, Herzinsuffizienz oder hypertensive Herzkrankheit, Schlaganfall), psychische Erkrankungen (speziell unipolare depressive Störungen) und Krebserkrankungen (speziell Brustkrebs bei Frauen) für die Berichtsjahre 2006-2010, welche anhand gesicherter ambulanter und stationärer Diagnosen ermittelt wurden. Für alle Versicherten erfolgte dabei eine adressgenaue Zuordnung der Lärmexposition. Um bestmöglich sicherzustellen, dass die Exposition zeitlich vor dem Krankheitseintritt lag, wurden die Expositionsvariablen für die Jahre 1996-2005 verwendet. Im Sinne einer Fallkontrollstudie wurden ausgehend von dieser Datenbasis anschließend die Verkehrslärm-Expositionen von erkrankten Versicherten („Fällen“) mit denen von nicht erkrankten Personen verglichen („Kontrollpersonen“) Ermittelt werden sollte die Expositions-Risiko-Beziehung zwischen definierten Verkehrslärm-Expositionen (Straßenverkehrslärm, Schienenverkehrslärm, Fluglärm) und der Diagnose einer der vorgenannten Erkrankungen.

Bei alleiniger Berücksichtigung der Routinedaten der Krankenkassen wären Ergebnisverzerrungen nicht auszuschließen gewesen, da individuelle Einflussfaktoren wie beispielsweise das Gesundheitsverhalten (Rauchen, Alkoholkonsum) oder der Sozialstatus – die nicht regelhaft in den Sekundärdaten erfasst sind – mögliche Confounder der gesuchten Expositions-Risiko-Beziehung darstellen können. Eine vertiefende Ermittlung der Auswirkungen dieser Einflussfaktoren auf die Krankheitsrisiken wurde mit einer auf die Sekundärdaten aufbauenden vertiefenden Befragung angestrebt. Als **primäres Ziel** der vertiefenden Fallkontrollstudie sollte festgestellt werden, ob, wie stark und gegebenenfalls in welche

Richtung die Risikoschätzer der (allein) sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie durch die eingeschränkte Abbildbarkeit wichtiger Confounder verzerrt werden. Damit wird durch Berücksichtigung dieser individuellen Befragungsdaten eine genauere Ermittlung der lärmbezogenen Erkrankungsrisiken (auf der Grundlage inzidenter Erkrankungsereignisse) erreicht. Als **sekundäres Ziel** der vertiefenden Befragung wurde eine vergleichende Aussage zum Zusammenhang von Herz-Kreislauf-Erkrankungen mit Verkehrslärm-bedingten Innenraumpegeln versus Außenpegeln angestrebt.

2 Material und Methoden

2.1 Studiendesign

Die vorliegende Studie stellt eine sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie mit vertiefender Befragung dar. Als Sekundärdaten werden grundsätzlich Routinedaten der gesetzlichen Kranken-, Renten- und Unfallversicherung (Sozialdaten) sowie Daten von (bevölkerungsbezogenen) Krankheitsregistern bezeichnet (Swart et al., 2014). Diese Daten werden primär zu anderen Zwecken erhoben (z. B. Abrechnung von medizinischen Behandlungen), zeichnen sich jedoch durch mehrere Vorteile aus: Sekundärdaten sind bevölkerungsbasiert, kostengünstig und mit einem relativ überschaubaren Aufwand zu erschließen; sie umfassen hohe Fallzahlen und stehen oftmals für lange Zeiträume zur Verfügung. Neben den Leistungsdaten werden sogenannte Stammdaten erfasst. Diese enthalten personenidentifizierende Merkmale wie Name, Anschrift, Geschlecht und Geburtsdatum. Angaben zur Tätigkeit (Tätigkeitsschlüssel), zur beruflichen Stellung und zum Einkommen werden vom Arbeitgeber übermittelt. Daneben sind Informationen zur Versicherungshistorie und Behandlungsdaten enthalten.

Als Sekundärdaten werden Daten der gesetzlichen Krankenversicherungen genutzt. Rund 85% der Bevölkerung in Deutschland sind gesetzlich krankenversichert. Die meisten Versicherten verteilen sich auf die 6 Ersatzkassen (24,7 Mio. Versicherte) und die 14 Allgemeinen Ortskrankenkassen (23,7 Mio. Versicherte). Mehr als 90% der gesetzlich Krankenversicherten nehmen innerhalb eines Jahres ambulant-ärztlich erbrachte Leistungen in Anspruch; durchschnittlich wird 17- bis 18-mal ein ambulant-tätiger Arzt aufgesucht (Grobe & Dräther, 2014). Bei der Abrechnung werden Angaben zu den Falldaten, Einzelleistungen, Leistungspauschalen, OPS-Schlüssel sowie Informationen zu den Diagnosen und Arzneimittelverordnungsdaten an die entsprechende kassenärztliche Vereinigung (KV) übermittelt. Rund 15% der Bevölkerung wurden im Jahr 2012 mindestens einmal vollstationär in einem Akutkrankenhaus behandelt (Grobe et al., 2014). Bei der Abrechnung werden Angaben zur Behandlung (Art, Zeitraum, Ort), Haupt- und Nebendiagnosen, Angaben zur Entlassung, OPS-Schlüssel und Rechnungssätze übermittelt. Seit 2004, mit dem Inkrafttreten des Gesundheitsmodernisierungsgesetzes (GMG - § 295 SGB V), verpflichten sich die KVen zur Weitergabe von Daten, die eine versichertenbezogene Auswertung zu Diagnosen und Abrechnungsziffern erlauben, an die gesetzlichen Krankenversicherungen (GKV).

Ein wesentlicher Vorteil von Krankenkassen-Sekundärdaten ist die breite Abdeckung der jeweils versicherten Population. Da die Datensammlung und –speicherung auf gesetzlicher Basis erfolgen, liegen bestimmte Informationen beispielsweise zu Arztkontakten, Medikamenten, Diagnosen, Dauer von Krankenhausaufenthalten und Arbeitsunfähigkeitszeiten von allen Versicherten einer Kasse in gleicher Struktur und Tiefe vor. Dadurch ist eine Verzerrung der abgeleiteten Ergebnisse durch selektive Teilnahme oder Nichtteilnahme bestimmter Subgruppen unwahrscheinlich. Die Ergebnisse von Analysen auf der Basis dieser Daten weisen daher in der Regel eine hohe Repräsentativität für die Versicherten der betreffenden Krankenkasse auf. Epidemiologische Studien auf der Basis

von primären Daten beruhen dagegen üblicherweise auf der freiwilligen Teilnahme von Personen innerhalb einer ausgewählten Studienpopulation, so dass in aller Regel nur ein Teil der angestrebten Teilnehmer tatsächlich eingeschlossen werden kann. Ein weiterer Vorteil der Krankenkassendaten liegt darin, dass diese prospektiv gesammelt und gespeichert werden. Somit können für die Versicherten innerhalb bestimmter Grenzen Versorgungsverläufe, die Entwicklung von Diagnosen und das Auftreten von neuen Diagnosen nachgezeichnet werden.

Als grundsätzlicher Nachteil sekundärdatenbasierter Studien ist darauf hinzuweisen, dass die Erhebung der zugrunde gelegten gesundheitsbezogenen Daten nicht zum Zweck der Forschung, sondern zu einem anderen Zweck, nämlich der Abrechnung ärztlicher Leistungen im System der gesetzlichen Krankenversicherung, erfolgt. Deshalb werden nur abrechnungsrelevante Leistungen und Diagnosen dokumentiert. Hierbei können Verzerrungen entstehen, wenn beispielsweise ein Medikament aus der Erstattungsfähigkeit herausgenommen wird oder eine ärztliche Leistung privat bezahlt wurde. Aus der Dokumentation eines erstattungsfähigen Medikamentes kann überdies im Einzelfall nicht darauf zurückgeschlossen werden, dass dieses auch verordnungsgemäß – oder überhaupt – von dem betreffenden Versicherten eingenommen wurde. Einschränkungen der Krankenkassendaten liegen weiterhin im Bereich der auf den Versicherten bezogenen Informationen. In den Leistungs- und Abrechnungsdaten sind Alter, Geschlecht, Versichertenstatus und der Wohnort sowie – unvollständig und mit beträchtlichen Einschränkungen – das Versicherteneinkommen und der berufliche Status dokumentiert. Gesundheitliche Risikofaktoren wie Nikotin- und Alkoholkonsum sowie körperliche Aktivität sind in den Kassendaten hingegen nicht dokumentiert.

Bei den gewählten Studienformen und Analyseplänen von Studien auf der Basis von Krankenkassendaten müssen daher methodische Besonderheiten angemessen beachtet werden. Neben den im Folgenden beschriebenen methodischen Festlegungen im Umgang mit den krankenkassenbezogenen Sekundärdaten stellt die im Rahmen der NORAH-Fallkontrollstudie durchgeführte vertiefende Befragung einen neuartigen Ansatz dar, den vorgenannten Einschränkungen der Krankenkassendaten Rechnung zu tragen.

In wesentlichen Punkten entspricht die „Hauptanalyse“ unserer krankenkassenbasierten Fallkontrollstudie der von Greiser & Greiser (2010a, 2010b) im Umfeld des Flughafens Köln-Bonn durchgeführten „Sekundärdatenstudie“. Dabei werden allerdings an mehreren Stellen methodische Vertiefungen gegenüber dem von Greiser beschriebenen Ansatz vorgenommen:

1. Ambulante und nicht nur stationäre Diagnosen werden einbezogen, da mehrere untersuchte Erkrankungen (z. B. Depressionen, aber auch Herzinsuffizienzen) häufig nicht stationär behandelt werden und da der fehlende Einbezug ambulanter Diagnosen zu einer Selektions-Verzerrung führen kann. Beispielsweise könnten Personen in ländlichen – weniger von Verkehrslärm betroffenen – Regionen eher im ambulanten als im stationären Sektor ihre Krankheitsdiagnose erhalten; eventuell werden diese Personen auch häufiger (rein) ambulant behandelt. Außerdem ist

davon auszugehen, dass im Krankenhaus tendenziell eher schwere Fälle oder Fälle mit einer rascheren Krankheitsverschlechterung behandelt werden.

2. Eingesetzt wird ein diagnostischer Algorithmus, der bestmöglich neu aufgetretene („inzidente“) Diagnosen berücksichtigt und von prävalenten Fällen zu trennen versucht. Damit wird die Gefahr eines „*cause-and-effect-bias*“ – der Verwechslung von Ursache und Wirkung – verringert. Die Auswahl und Definition der inzidenten Fälle erfolgt mit Hilfe der Internationalen Klassifikation der Krankheiten (ICD-10). Als Outcomes werden neu aufgetretene („inzidente“) stationäre und ambulante Diagnosen für definierte kardiovaskuläre Erkrankungen (Herzinfarkt, Schlaganfall, Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit), Brustkrebs und Depression definiert.
3. Es erfolgt eine verbesserte Abschätzung des Sozialstatus, der nicht nur „ökologische“ Sozialstatus-Variablen wie die SGB II-Quote[4] in der Wohnregion der Probanden, sondern darüber hinaus auch individuelle Sozialstatus-Parameter wie Bildung, Beruf und (für einen Teil der Probanden) das Einkommen berücksichtigt.
4. Der Auswertungsplan wurde a priori festgelegt, um eine „datengetriebene“ Analyse zu vermeiden. Im Verlauf der Datenauswertung erforderlich werdende Modifikationen des Auswertungsplans wurden gesondert beschrieben und begründet.
5. Die akustischen Eingangsdaten zeichnen sich durch eine hohe Qualität und die Berücksichtigung verschiedener Mittelungspegel (24h-Dauerschallpegel, unterschiedliche Tages- und Nacht-Zeitbereiche) und Maximalpegel aus. Dies ermöglicht die Durchführung von Sensitivitätsanalysen ebenso wie die differenzierte Analyse der Lärmwirkung auf der Basis biologischer Wirkungsmodelle.

Bei alleiniger Berücksichtigung der Routinedaten der Krankenkassen sind Ergebnisverzerrungen nicht auszuschließen, da die individuellen Lebensstilfaktoren – die nicht regelhaft in den Sekundärdaten erfasst sind – mögliche Confounder darstellen können. Beispielsweise werden in sekundärdatenbasierten Studien oftmals wichtige Confounder wie Rauchverhalten, Körpergewicht, Sportausübung, Berufstätigkeit nicht berücksichtigt, weil diese Angaben nicht in Routinedaten enthalten sind. Die Ermittlung der Krankheitsrisiken unter Berücksichtigung möglicher „konkurrierender“ individueller Einflussfaktoren (z. B. Rauchverhalten, Körpergewicht, Sozialstatus) wird mit einer auf den Sekundärdaten aufbauenden vertiefenden Befragung erreicht. Als primäres Ziel der vertiefenden Befragung soll untersucht werden, ob, in welche Richtung und wie stark die Risikoschätzer der (allein) sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie durch die eingeschränkte Abbildbarkeit wichtiger Confounder verzerrt werden. Damit wird entweder eine Untermauerung der Risikoschätzer der (allein) sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie oder aber die Korrektur dieser Risikoschätzer angestrebt. Als sekundäres

[4] SGB II-Quote: Anteil der Empfänger/-innen von Grundsicherung für Arbeitsuchende nach dem Zweiten Sozialgesetzbuch (SGB II) an der jeweiligen Bevölkerungsgruppe

Ziel wird untersucht, ob und inwieweit sich die Risikoschätzer für den Zusammenhang zwischen Innenraumpegeln und Herz-Kreislauf-Erkrankungen von den Risikoschätzern bei Berücksichtigung der Außenlärmpegel unterscheiden.

2.2 Beteiligte Studienzentren

Die Leitung der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie mit vertiefender Befragung oblag Herrn Prof. Dr. med. Andreas Seidler, MPH, Direktor des Instituts und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin (IPAS) der Medizinischen Fakultät der TU Dresden.

Die vertiefende Befragung wurde so geplant, dass eine Erhebungsstelle an der Justus-Liebig-Universität (JLU) in Gießen, eine Vertrauensstelle am Leibniz Institut für Präventionsforschung und Epidemiologie - BIPS GmbH (BIPS) und eine Auswertungsstelle an der Technischen Universität (TU) Dresden beteiligt waren.

Somit waren die nachfolgend aufgeführten Institutionen an der Studie beteiligt.

Leitung der Fallkontrollstudie mit vertiefender Befragung und Auswertungsstelle

Technische Universität Dresden
Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin
Prof. Dr. med. Andreas Seidler, MPH
Fetscherstr. 74
01307 Dresden

Erhebungsstelle der vertiefenden Befragung

Justus-Liebig-Universität Gießen
Institut für Medizinische Informatik
Prof. Dr. med. Thomas Eikmann / Dr. Jörn Pons-Kühnemann
Heinrich-Buff-Ring 44
35392 Gießen

Vertrauensstelle

Leibniz-Institut für Präventionsforschung und Epidemiologie – BIPS GmbH
Prof. Dr. med. Hajo Zeeb, MPH
Achterstr. 30
28359 Bremen

Interne Qualitätssicherung

Prof. Dr. med. Hajo Zeeb, MPH
Leibniz-Institut für Präventionsforschung und Epidemiologie – BIPS GmbH
Achterstr. 30
28359 Bremen

Dr. rer. biol. hum. Enno Swart
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Institut für Sozialmedizin und Gesundheitsökonomie (ISMG)
Leipziger Str. 44
39120 Magdeburg

2.3 Studienregion

Als Studienregion für die sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie mit vertiefender Befragung wurden der gesamte Regierungsbezirk Darmstadt, die rheinhessischen Städte Mainz und Worms sowie die Landkreise Mainz-Bingen und Alzey-Worms festgelegt (siehe Abbildung 2-1).

Damit wurden die hoch Verkehrslärm-exponierten Adressgebiete im Rhein-Main-Raum ebenso wie auch geringer Verkehrslärm-exponierte Adressgebiete einbezogen. Um eine adäquate Referenzgruppe berücksichtigen zu können, war es wichtig, hinreichend viele Adressgebiete einzubeziehen, die für die einzelnen Verkehrslärm-Arten (teilweise deutlich) unter einem Dauerschallpegel von 40 dB lagen. In Abbildung 2.1 wird beispielhaft für die Fluglärm-Exposition im Jahr 2005 die Studienregion mit Dauerschallpegel-Konturen dargestellt (siehe hierzu der Band: Erfassung der Verkehrsgeräuschexpositionen).

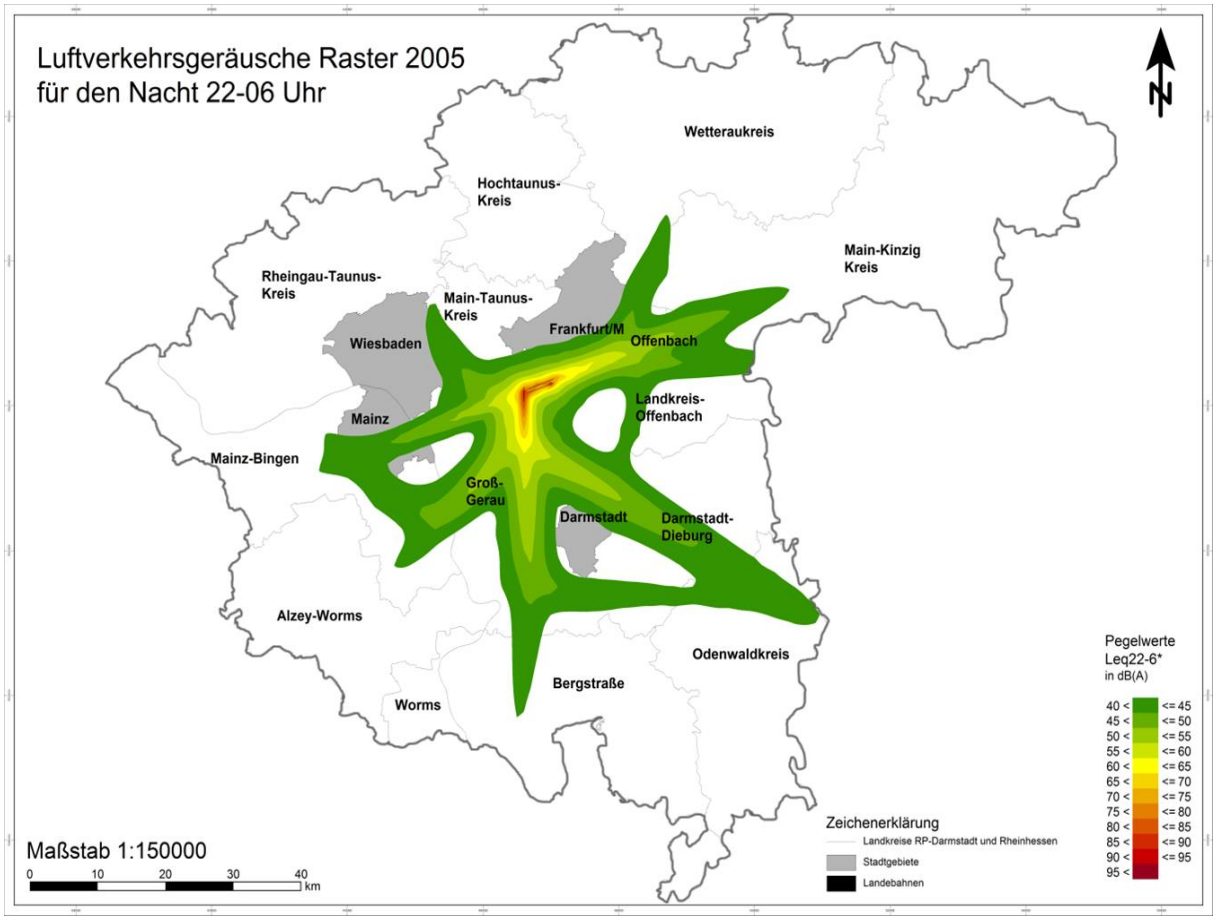
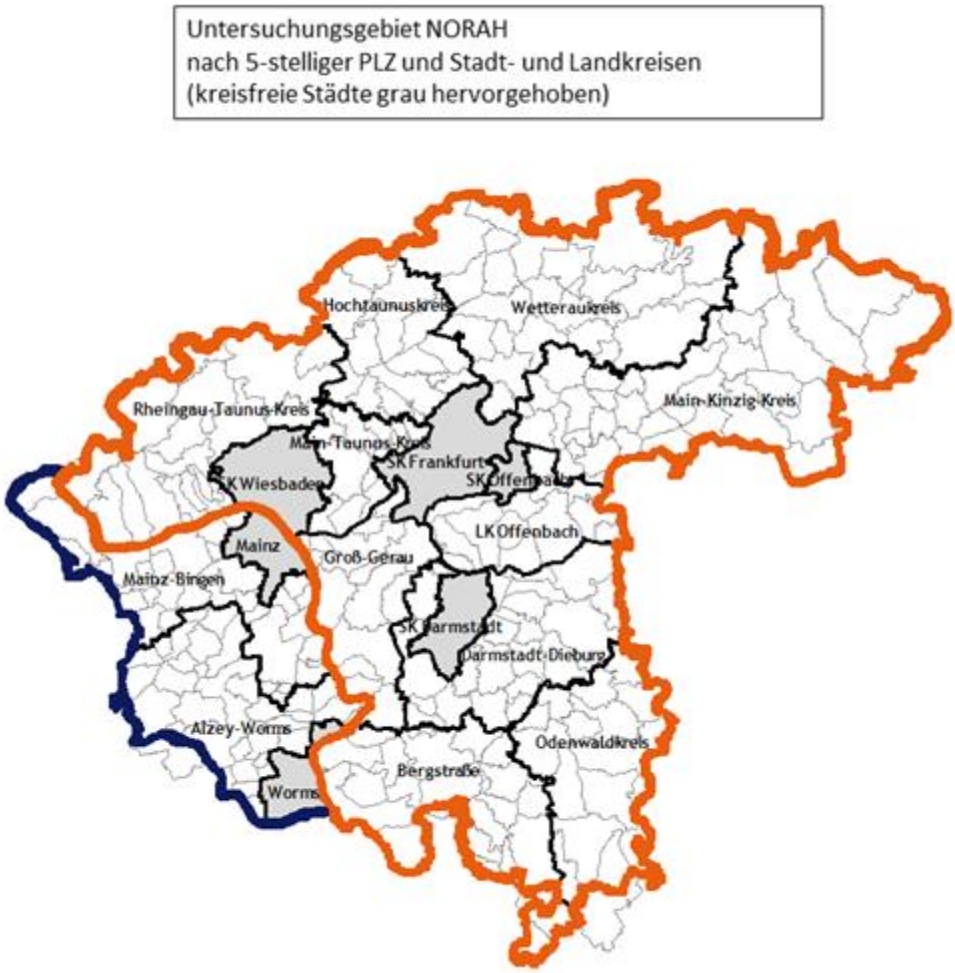


Abbildung 2-1: Studienregion der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie mit vertiefender Befragung (grau umrandet).
Gebiete, die im Jahre 2005 nächtliche (22 bis 6 Uhr) Mittelungspegel des Luftverkehrslärms unter 40 dB aufwiesen, sind weiß dargestellt.

Im Folgenden ist die Studienregion mit Stadt- bzw. Landkreisen dargestellt:



Folgende Postleitzahlen definierten die oben genannte Studienregion:

Darmstadt	Mainz	Rheinhessen
35501 – 35519	55001 – 55200	55204 – 55239
36371 – 36396		55253 – 55425
55240 – 55252		55433 – 55437
60001 – 63674		55453 – 55459
63680 – 65510		55572 – 55578
65521 – 65529		55597 – 55599
65558 – 65582		67294
65621 – 65626		67501 – 67599
65629 – 65936		
68501 – 68519		
68601 – 68649		
69235 – 69239		
69412		
69430 – 69434		
69479 – 69488		
69503 – 69509		
69515 – 69518		

2.4 Fallzahlplanung

Die a priori (vor Beginn der Studie) durchgeführte Fallzahlplanung bezog sich auf die vertiefende Befragung (gewissermaßen als „eigenständige“ Fallkontrollstudie). Dies begründet sich damit, dass die Fälle und Kontrollpersonen der vertiefenden Befragung einen Ausschnitt aus den Fall- und Kontrollgruppen der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie darstellen. Bei hinreichender Power der vertiefenden Befragung (als „eigenständige“ Fallkontrollstudie) war somit auch von einer hinreichenden Power der (allein) sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie auszugehen. Die für die vertiefende Fallkontrollstudie anvisierten, im Folgenden begründeten Fallzahlen wurden in der für die sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie zur Verfügung stehenden Versichertenpopulation deutlich überschritten (vgl. Kap. 2.14.6). Damit weist – auf der Grundlage der nachfolgend dargestellten Voraussetzungen – die sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie eine hinreichende Power zur Aufdeckung Straßenverkehrslärm-, Schienenverkehrslärm- und Fluglärm-bezogener Krankheitsrisiken auf.

Die Bedeutung der Powerberechnung für die Auswertung der vertiefenden Befragung selbst wird dadurch relativiert, dass die wesentlichen Ziele der vertiefenden Befragung in vergleichenden Analysen bestehen, die weitgehend unabhängig von der statistischen Signifikanz der Risikoschätzer sind: Das primäre Ziel der vertiefenden Befragung besteht darin, ausgehend von der Gruppe der Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung die Bedeutung wichtiger Confounder zu beurteilen. Dazu sollten die Risikoschätzer *ohne* Berücksichtigung dieser wichtigen Confounder mit den Risikoschätzern *mit* Berücksichtigung dieser – in der Befragung erhobenen - Confounder verglichen werden. Dieser Vergleich lässt wichtige Aussagen zu Ausmaß und Richtung möglicher Verzerrungen der Verkehrslärm-bezogenen Risikoschätzer in der (allein) sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie zu; die vertiefende Befragung erlaubt deshalb zuverlässigere Aussagen zur Höhe der „wahren“ Effektschätzer in der sekundärdatenbasierten Analyse. Der statistischen Signifikanz der Verkehrslärm-bezogenen Risikoschätzer in der Fallkontrollstudie mit Befragung selbst kommt bei der Ableitung dieser Aussagen eine nachgeordnete Bedeutung zu.

Das sekundäre Ziel der vertiefenden Befragung besteht darin, den Zusammenhang zwischen Verkehrslärm-bedingten Innenraumpegeln und Herz-Kreislauf-Risiken zu untersuchen. Auch für die Innenpegel-bezogenen Risikoschätzer steht der Vergleich mit den Außenpegel-bezogenen Risikoschätzern im Vordergrund: Es wurde untersucht, ob sich auf der Grundlage der Innenraumpegel ein stärkerer Expositions-Risiko-Zusammenhang mit den einzelnen Verkehrslärm-Arten findet als auf der Grundlage der Außenpegel. Es handelt sich also auch bei der Auswertung der Innenraumpegel-bezogenen Risikoschätzer nicht um eine „eigenständige“ Fallkontrollstudie, sondern (lediglich) um eine Vertiefung der Sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie. Auch für die Erreichung des sekundären Ziels der vertiefenden Befragung sind somit sowohl die Signifikanz der Ergebnisse als auch die zugrunde liegende Studienpower von nachrangiger Bedeutung.

Die Power-Abschätzung ging davon aus, dass im Rhein-Main-Gebiet etwa 18% der Bevölkerung einem Straßenverkehrslärm-Pegel von über 55 dB ausgesetzt ist, etwa 4% der

Bevölkerung einem Schienenverkehrslärm-Pegel in mindestens dieser Höhe und 8% der Bevölkerung einem Fluglärmpegel von über 55 dB (basierend auf Lärmkartierungen zur EU – Umgebungslärmrichtlinie aus dem Jahr 2007 bzw. den Kartierungen des Eisenbahnbundesamtes). Die zu Beginn der NORAH-Studie bestehende wissenschaftliche Erkenntnislage wies für den Bereich zwischen 45 und 70 dB als „best estimate“ eine 13%ige Risikoerhöhung pro 10 dB für Bluthochdruck aus (vgl. Babisch & van Kamp 2009; Babisch et al. 2009); eine Metaanalyse von Studien zum Zusammenhang von Straßenlärm und Herzinfarkten kam seinerzeit zu vergleichbaren Risikoerhöhungen (Babisch, 2006; Haralabidis et al., 2011). Etwa gleichbedeutend mit dieser „best estimate“-Abschätzung ist eine 20%ige Risikoerhöhung (entsprechend einem relativen Risiko von 1,2) für Personen mit einer Fluglärm-Exposition zwischen 55 und 65 dB gegenüber der in unserer Studie definierten Referenzkategorie von unter 40 dB. Die Fallkontrollstudie sollte daher in der Lage sein, eine mindestens 20%ige Risikoerhöhung für Straßenverkehrslärm und Fluglärm mit einem Dauerschallpegel von 55 dB bis 65 dB mit einer mindestens 80%igen Power (bei zweiseitigem Test) aufzudecken. Für Schienenverkehrslärm wurde es aufgrund der vergleichsweise höheren tatsächlichen Lärmpegel als hinreichend angesehen, wenn die Fallkontrollstudie für Schienenverkehrslärm mit einem Dauerschallpegel von 55 dB bis über 75 dB eine mindestens 30%ige Risikoerhöhung (entsprechend einem relativen Risiko von 1,3) mit einer mindestens 80%igen Power (bei zweiseitigem Test) aufdecken kann. Auf dieser Grundlage wurden Fallzahlen von 6.000 Befragten pro Fallgruppe (Herzinfarkt, Schlaganfall, Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit) und ebenfalls 6.000 Befragten ohne die jeweilige Erkrankung (Kontrollpersonen) angestrebt.

Für die vertiefende Befragung innerhalb der NORAH-Studie wurde ursprünglich von einer Response (Teilnahmerate der angeschriebenen Versicherten) von etwa 30% ausgegangen. Der ursprüngliche Plan sah somit vor, etwa 75.000 Versicherte zu kontaktieren. Sofern die Versicherten zum Zeitpunkt der geplanten Befragung bereits verstorben waren, sollten möglichst die Angehörigen der Verstorbenen befragt werden. Damit sollte eine mögliche Selektionsverzerrung der Ergebnisse verhindert werden. Tatsächlich ist eine Kontaktaufnahme zu den Angehörigen von verstorbenen Versicherten in vergleichbar großen Krankenkassen-basierten Studien allerdings bisher noch nicht durchgeführt wurden. Aufgrund datenschutzrechtlicher, ethischer und logistischer Bedenken lehnten die teilnehmenden Krankenkassen die Befragung der Angehörigen der Verstorbenen ab (siehe 2.14).

Im Verlauf der Studie wurde deutlich, dass aufgrund der geringen Teilnahmeraten nur weniger als die Hälfte der ursprünglich anvisierten Fallzahlen erreicht werden konnte. Die geringe Teilnahmerate könnte damit zusammenhängen, dass die mit der NORAH-Studie verfolgte Risikoforschung relativ weit von dem gesetzlichen Auftrag der Krankenkassen entfernt ist. Daher verstanden sich die Krankenkassen eher als „Mittler“ unserer Versichertenanschreiben denn als Akteure aus eigenem Versorgungs- oder Forschungsinteresse. Die Krankenkassen wiesen darauf hin, dass es im Rahmen der verschickten Anschreiben vermehrt zu Kundenbeschwerden und Überlastung der Kundenberatungszentren kam. Nachdem sich einige Versicherte über das Erstanschreiben

(und die Herausgabe der individuellen Versichertendaten im Rahmen der NORAH-Studie) bei der Krankenkasse beschwert hatten, war eine Krankenkasse nicht dazu bereit, das ursprünglich vereinbarte Erinnerungsschreiben zu versenden. Zweifellos stellten die logistischen Herausforderungen der vertiefenden Befragung für die Krankenkassen eine Zusatzbelastung dar, die über ihren gesetzlich definierten „Kernauftrag“ hinausging. Daher gebührt den drei teilnehmenden Krankenkassen Anerkennung dafür, dass sie sich dennoch bereit erklärt haben, die NORAH-Studie zu unterstützen.

Auf der Grundlage der ersten abgeschlossenen Aussendewellen wurde deutlich, dass weniger als ein Drittel der ursprünglich anvisierten Teilnahmeraten erreicht werden konnte. Als Konsequenz wurde zunächst die Zahl der angeschriebenen Versicherten erhöht (für eine genauere Darstellung siehe unten). Wäre die Hälfte der anvisierten Fallzahlen erreicht worden, so hätte die Power zur Aufdeckung der Straßenverkehrslärm-bezogenen Risiken noch bei den angestrebten 80% gelegen. Die Power zur Aufdeckung der Schienenverkehrslärm- und Fluglärm-bezogenen Risiken hätte die 80% in diesem Fall bereits deutlich verfehlt. Dies führt dazu, dass „Negativergebnisse“ (heißt: fehlende statistisch signifikante Risikoerhöhungen oder –verminderungen) bei der Analyse der Innenraumpegel grundsätzlich zurückhaltend interpretiert werden müssen. Allerdings geht es bei der Auswertung der vertiefenden Befragung auch weniger um „eigenständige“ Risikoaussagen als vielmehr um die „relativen“ Auswirkungen bestimmter Modellveränderungen (Aufnahme zusätzlicher Confounder bzw. Verwendung von Innenraumpegeln anstelle von Außenpegeln) auf die Risikoschätzer in der Fallkontrollstudie ohne Befragung. Für diese vergleichenden Aussagen sind die Signifikanz der Ergebnisse und die zugrunde liegende Studienpower von nachrangiger Bedeutung.

An dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden, dass den vorliegenden Fallzahlabschätzungen eher vorsichtige Annahmen zur Höhe der erwarteten Risiken zugrunde gelegt wurden. Mit diesen vorsichtigen Annahmen sollte gewährleistet werden, dass tatsächlich erhöhte Risiken mit der Fallkontrollstudie auch mit hoher Wahrscheinlichkeit erkannt werden können. Sofern die tatsächlichen lärmbezogenen Erkrankungsrisiken im Rhein-Main-Gebiet deutlich höher liegen als von uns angenommen, würden sie selbstverständlich mit unserem Studiendesign auch erkannt. Wenn beispielsweise – wie von Greiser (2010) im Rahmen seiner Studie im Umfeld des Flughafens Köln-Bonn angegeben – sich pro 1 dB Lärmpegel-Zunahme ein Risikoanstieg von 2,1% ergäbe (von Greiser für Männer angegeben), dann läge die Power der vertiefenden Befragung – verstanden als eigenständiger Fallkontrollstudie – selbst bei einem Drittel der ursprünglich anvisierten Fallzahlen noch bei 80%, eine Fluglärm-bezogene Risikoerhöhung erkennen zu können. Anders ausgedrückt: Wenn die Fluglärm-Risiken im Rhein-Main-Gebiet so hoch sein sollten wie von Greiser im Umfeld des Flughafens Köln-Bonn angegeben, dann würde diese Risikoerhöhung mit jeweils etwa 2000 Fällen und 2000 Kontrollpersonen mit über 80%iger Wahrscheinlichkeit aufgedeckt werden können.

Zusammengefasst sind im Rahmen des primären wie des sekundären Ziels der vertiefenden Befragung vergleichende Analysen erforderlich, die weitgehend unabhängig von der statistischen Signifikanz der Risikoschätzer und von der Studienpower sind:

- Für die Gruppe der Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung lassen sich die (allein) sekundärdatenbasierten Risikoschätzer mit den Risikoschätzern vergleichen, die für den genau bestimmten Sozialstatus, für Rauchverhalten, Körpergewicht und körperliche Tätigkeiten adjustiert sind (primäres Ziel). Aus etwaigen Unterschieden zwischen diesen beiden Risikoschätzern lassen sich wichtige Aussagen zur etwaigen Verzerrung der sekundärdatenbasierten Risikoschätzer ableiten.
- Für die Gruppe der Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung lassen sich die Risikoschätzer für die Außenpegel mit den Risikoschätzern für die Innenraumpegel vergleichen (sekundäres Ziel). Aus etwaigen Unterschieden zwischen diesen beiden Risikoschätzern lassen sich wichtige Aussagen zur Bedeutung der Innenraumpegel-Abschätzung zur Beurteilung der Verkehrslärm-Wirkungen ableiten. Die Erreichbarkeit beider Ziele setzt voraus, dass weder durch die Auswahl der angeschriebenen Versicherten noch durch das Teilnahmeverhalten wesentliche Selektionsverzerrungen verbunden waren (siehe Kap. 2.14.6).

2.5 Voten der Datenschützer und der Ethikkommissionen

Gemäß den Empfehlungen der GEP (Gute Epidemiologische Praxis, 2004) und der GPS (Gute Praxis Sekundärdatenanalyse 2015 (Swart et al., 2015)) wurden vor Durchführung dieses Teilmoduls der NORAH-Studie die Stellungnahmen der zuständigen Ethikkommissionen sowohl für die Erhebungsstelle (Ethikkommission des Fachbereichs Medizin der Justus-Liebig-Universität Gießen; AZ: 302/11; 15.03.2012 mit Änderungsanzeige am 30.10.2012) als auch für die Auswertungsstelle (Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der TU Dresden; AZ: EK328102012; 21.02.2013 und 22.04.2014) eingeholt.

Die datenerhebenden und datenführenden Forschungsstellen (Erhebungsstelle, Auswertungsstelle, Vertrauensstelle) arbeiteten auf der Grundlage institutsspezifischer Datenschutzkonzepte, die auf die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Bestimmungen innerhalb der gegebenen Organisationsstrukturen der Institute ausgerichtet waren. Diese Datenschutzkonzepte enthielten u. a. Angaben zur personellen Verantwortlichkeit, zum Zugriffsschutz, zur Datensicherung und zur Verfügbarkeitskontrolle. Die Datenschutzkonzepte wurden vor der Durchführung der NORAH-Studie mit den Datenschutzbeauftragten der Universitäten von Gießen und Dresden abgestimmt. Anschließend erfolgte die Kontaktaufnahme mit dem Bundesbeauftragten für den Datenschutz und die Informationsfreiheit (AZ: III-320/010#0011; Antwort am 11.06.2012) sowie zu den Datenschutzbeauftragten der beteiligten Länder Hessen (AZ: 43.60-we; Antwort am 13.03.2012; Anzeige von Ergänzungen 07.02.2014) und Rheinland-Pfalz (AZ: 6.08.22.002; Antwort am 07.05.2012; Anzeige von Ergänzungen 04.02.2014). Diese Behörden bestätigten, dass das Forschungsvorhaben grundsätzlich im Einklang mit den datenschutzrechtlichen Vorschriften ist.

2.6 Erhebungsinstrumente

Die sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie basiert auf Routinedaten von drei großen Krankenversicherungen im Rhein-Main-Gebiet. Der Umgang mit den Sekundärdaten wird im Kapitel 2.11 dargestellt. Diese Sekundärdaten wurden mit adressgenauen Schallpegeln verknüpft (siehe Kapitel 2.7). Weitere Erhebungsinstrumente waren für die sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie (allein) nicht erforderlich.

Für die vertiefende Befragung wurde ein Erhebungsinstrument konzipiert, das sich soweit möglich auf bereits vorliegende validierte Instrumente stützte. Für den Wortlaut des Fraugebogens und den Nachweis der zugrunde gelegten validierten Instrumente wird auf den Anhang 01: Fragebogen für die vertiefende Befragung verwiesen. Der Fragebogen umfasst Fragen zur Bildung und Ausbildung, zur beruflichen Situation und zur Wohnsituation bzw. Wohnhistorie. Weiterhin wurden die Lebensumstände und das Gesundheitsverhalten erfragt (Einkommen, Rauchverhalten, Alkoholkonsum, Größe und Gewicht, sportliche Aktivitäten u. ä.). Mit Hilfe dieser individuellen Befragungsdaten sollte eine genauere Abgrenzung der lärmbezogenen Erkrankungsrisiken erreicht werden. Somit konnten im Dienste der Erreichung des primären Ziels der vertiefenden Befragung weitere Confounder in den statistischen Analysen berücksichtigt werden, wie z. B. der BMI oder das Rauchverhalten. Im Dienste der Erreichung des sekundären Ziels der vertiefenden Befragung konnten durch die detaillierte Erfassung der Wohnsituation Innenraumpegel berechnet werden. Außerdem war die Berücksichtigung der Wohnanamnese möglich, die in den Sekundärdaten lediglich für eine Krankenkasse zur Verfügung stand. Die Ergebnisse aus der vertiefenden Befragung wurden nur für diejenigen Fallgruppen zur Untersuchung der beiden oben formulierten Ziele herangezogen, für die sich die allein sekundärdatenbasierten Risikoschätzer in der Gruppe der Teilnehmenden an der vertiefenden Befragung reproduzieren ließen. Mit anderen Worten: Nur wenn sich wesentliche Selektionsverzerrungen in der Gruppe der Teilnehmenden an der vertiefenden Befragung ausschließen ließen, wurden die Befragungsdaten für die entsprechende Fallgruppe weiter betrachtet. Genauere Ausführungen zum diesbezüglichen Vorgehen finden sich im Methodenkapitel 2.20.5.

2.7 Lärmexposition im Untersuchungsgebiet

Vom Ingenieurbüro Möhler und Partner Ingenieure AG (MOPA) wurden für das Untersuchungsgebiet (Regierungsbezirk Darmstadt und die rheinhessischen Städte Mainz und Worms sowie die Landkreise Mainz-Bingen und Alzey-Worms) Ende 2013 adressgenaue akustische Expositionsvariablen von Fluglärm, Straßen- und Schienenverkehrslärm bereitgestellt (siehe hierzu der Band: Erfassung der Verkehrsgeräuschexpositionen). Die einzelnen Lärmparameter umfassten dabei Dauerschallpegel und Maximalpegel von verschiedenen Zeitbereichen. Bei der Auswahl der akustischen Parameter für Flug-, Straßen- und Schienenverkehrslärm stand die Vergleichbarkeit der einzelnen Verkehrsarten im Vordergrund. Um eine „reverse Kausalität“ (mit anderen Worten: die Verwechslung von Ursache und Wirkung) bestmöglich zu vermeiden, sollten die Verkehrslärm-Expositionen zeitlich

möglichst vor dem Erkrankungsbeginn liegen. Da die Fallgruppen Versicherte mit Erkrankung in den Jahren 2006 bis 2010 beinhalten, wurde als „Referenzjahr“ der Verkehrslärm-Exposition das Jahr 2005 gewählt.

2.7.1 Expositionsvariablen für die sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie

Für die sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie wurden für das Referenzjahr 2005 die nachfolgenden Expositionsvariablen (Außenpegel, lauteste Fassade) entweder von MOPA bereitgestellt oder von der Auswertungsstelle berechnet, wobei die Qualitätssicherung durch MOPA erfolgte (siehe hierzu der Band: Erfassung der Verkehrsgeräuschexpositionen).

Fluglärm:

$L_{pAeq,24h}$:	00-24 Uhr (ungewichteter *24h-Dauerschallpegel*);		
L_{DN}:	00-24 Uhr *(gewichteter 24h-Pegel)*[5]		
L_{DEN}:	00-24 Uhr *(gewichteter 24h-Pegel)*[6]		
$L_{pAeq,Nacht1}$:	22-06 Uhr (*gesetzliche Nacht*);	$L_{pAeq,Tag1}$:	06-22 Uhr
$L_{pAeq,Nacht2}$:	23-05 Uhr[7]	$L_{pAeq,Tag2}$:	05-23 Uhr
$L_{pAeq,Nacht3}$:	23-07 Uhr (*EU-Nacht*)[8];	$L_{pAeq,Tag3}$:	07-23 Uhr
$L_{pAeq,22-23}$:	22-23 Uhr		
$L_{pAeq,23-24}$:	23-24 Uhr		
$L_{pAeq,00-01}$:	00-01 Uhr		
$L_{pAeq,01-02}$:	01-02 Uhr		
$L_{pAeq,02-03}$:	02-03 Uhr		
$L_{pAeq,03-04}$:	03-04 Uhr		
$L_{pAeq,04-05}$:	04-05 Uhr		
$L_{pAeq,05-06}$:	05-06 Uhr		
$L_{pAeq,06-07}$:	06-07 Uhr		
$L_{pAeq,07-08}$:	07-08 Uhr		

[5] gesetzliche Nacht 10 dB(A) gewichtet

[6] EU-Abend 5 dB(A) und EU-Nacht 10 dB(A) gewichtet

[7] Zeitraum zwischen 23-05 Uhr: auch als Kernnacht bezeichnet, seit 2011 wurde für diesen Zeitraum ein Nachtflugverbot am Frankfurter Flughafen eingeführt

[8] EU-Nacht: ermöglicht die internationale Einordnung und damit die internationale Vergleichbarkeit nach der EU-Umgebungslärmrichtlinie

Weiterhin wurde der mittlere maximale Schalldruckpegel ($\overline{L_{pAmax}}$), gebildet aus 6 Überschreitungshäufigkeiten der gesetzlichen Nacht (22-06 Uhr) und des dazugehörigen Tages (06-22 Uhr), angegeben. Für diesen Zeitbereich enthielt die Lärmdatenbank zusätzlich die Maximalpegelhäufigkeiten der Pegelklassen < 50 dB, 50-55 dB bis 105-110 dB jeweils in 5 dB-Schritten.

Straßen- und Schienenverkehrslärm:

$L_{pAeq,24h}$:	00-24 Uhr (ungewichteter *24h-Dauerschallpegel*)		
L_{DN}:	00-24 Uhr *(gewichteter 24h-Pegel[9])*		
$L_{pAeq,Nacht1}$:	22-06 Uhr (*gesetzliche Nacht*);	$L_{pAeq,Tag1}$:	06-22 Uhr

Für Straßen- und Schienenverkehrslärm wurde der maximale Schalldruckpegel ($\overline{L_{pAmax}}$) bezogen auf 24h übermittelt.

Für verschiedene Sensitivitätsanalysen zur Lärmhistorie wurden weiterhin die nachfolgenden Expositionsvariablen für die Jahre 1996 bis 2010 von MOPA bereitgestellt bzw. von der Auswertungsstelle berechnet, wobei die Qualitätssicherung durch MOPA erfolgte (siehe hierzu der Band: Erfassung der Verkehrsgeräuschexpositionen).

Fluglärm:

$L_{pAeq,24h}$:	00-24 Uhr (ungewichteter *24h-Dauerschallpegel*)		
$L_{pAeq,Nacht1}$:	22-06 Uhr (*gesetzliche Nacht*);	$L_{pAeq,Tag1}$:	06-22 Uhr
L_{DN}:	00-24 Uhr *(gewichteter 24h-Pegel)*		

Weiterhin wurden für den Fluglärm die mittleren maximalen Schalldruckpegel ($\overline{L_{pAmax}}$), gebildet aus 6 Überschreitungshäufigkeiten der gesetzlichen Nacht (22-06 Uhr) und des dazugehörigen Tages (06-22 Uhr) angegeben. Für diesen Zeitbereich enthielt die Lärmdatenbank zusätzlich die Maximalpegelhäufigkeiten der Pegelklassen < 50 dB, 50-55 dB bis 105-110 dB jeweils in 5 dB Schritten.

[9] Gewichtung + 10 dB (siehe hierzu Band: Erfassung der Verkehrsgeräuschexpositionen)

Straßen- und Schienenverkehrslärm:

$L_{pAeq,24h}$:	00-24 Uhr (ungewichteter *24h-Dauerschallpegel*)		
$L_{pAeq,Nacht1}$:	22-06 Uhr (*gesetzliche Nacht*);	$L_{pAeq,Tag1}$:	06-22 Uhr
L_{DN}:	00-24 Uhr *(gewichteter 24h-Pegel)*		

Für Straßen- und Schienenverkehrslärm wurde der maximale Schalldruckpegel ($\overline{L_{pAmax}}$) bezogen auf 24h übermittelt.

2.7.2 Expositionsvariablen für die vertiefende Befragung („vertiefende Fallkontrollstudie“)

Für die Adressen, die sich aus der vertiefenden Befragung ergaben, wurden von MOPA ausgehend von den Außenpegeln (lauteste Fassade) Innenraumpegel berechnet, da aus der Befragung auch Angaben zur Wohnsituation (Stockwerk, Ausrichtung des Schlafzimmers zur Lärmquelle etc.) vorlagen.

Weiterführende Informationen zur akustischen Datengrundlage sowie den Berechnungsgrundlagen insbesondere der Innenraumpegel und der damit einhergehenden Fehlerbetrachtung finden sich im Band „Erfassung der Verkehrsgeräuschexpositionen“ dieses Endberichtes der NOARH-Studie.

2.8 Gewinnung der Krankenkassen

Die sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie basiert auf Routinedaten gesetzlicher Krankenkassen im Rhein-Main-Gebiet. Hierzu sollten verschiedene Krankenkassen im Regierungsbezirk Darmstadt (Hessen) und Rheinhessen (Rheinland-Pfalz) einbezogen werden. Darüber hinaus sollte geprüft werden, ob ein Einschluss privater Krankenkassen möglich wäre.

2.8.1 Private Krankenkassen

Eine Einbeziehung privater Krankenkassen (PKVen) war in der NORAH-Studie im Ergebnis umfangreicher Prüfungen nicht realisierbar. Entscheidend für die Nichtnutzung der Daten der PKVen war die fehlende Vollständigkeit und Validität der ambulanten Daten. Erstens ist bekannt, dass ein beträchtlicher, aber nicht quantifizierbarer Teil der Rechnungen aus dem ambulanten Sektor wegen Rückerstattungsklauseln von den Versicherten gar nicht eingereicht wird. Zweitens werden die Rechnungen zwar nach Auskunft einer großen privaten Krankenversicherung komplett gescannt, die Bildverarbeitungssoftware ist aber auf erstattungsrelevante Merkmale hin optimiert, so dass von einer ungenügenden Erfassung der

Diagnosen auszugehen ist. Eine manuelle Nacherfassung bzw. Prüfung erfolgt nicht systematisch. Die beschriebene schlechte Datenqualität wurde auch durch Gothe und Köster (2014) bestätigt.

2.8.2 Gesetzliche Krankenkassen

Um möglichst viele gesetzliche Krankenkassen aus der Studienregion einzubeziehen, wurde ein hoher Aufwand bezüglich der Gewinnung der Krankenkassen unternommen. Zunächst wurden Informationen zu den einzelnen gesetzlichen Krankenversicherungen und zu den versicherten Klientelen (Ansprechpartner, Anzahl an Versicherten in den Bundesländern Hessen und Rheinland/Pfalz) aus dem Internet bzw. über die Krankenkassen-spezifischen Statistiken zusammengetragen. Aus dieser Liste wurden alle gesetzlichen Krankenkassen angeschrieben und um Teilnahme an der NORAH-Studie gebeten, die mindestens einen Anteil an Versicherten von 1% aus der Studienregion bei sich versichert hatten. Bei den einzelnen BKK erfolgte sowohl eine direkte Kontaktaufnahme als auch eine Kontaktaufnahme über den BKK Bundesverband.

Nicht zuletzt vor dem Hintergrund der intensiven öffentlichen Fluglärm-Diskussion im Zusammenhang mit der Eröffnung der neuen Landebahn im Oktober 2011 waren die Krankenkassen überwiegend sehr zurückhaltend gegenüber einer Beteiligung an der NORAH-Studie eingestellt. Als weiteres zentrales Argument gegen die Studienteilnahme wiesen mehrere Krankenkassen auf den hohen logistischen Aufwand der vertiefenden Befragung hin. Zudem gab es bei mehreren größeren Krankenkassen zu Beginn der NORAH-Studie Krankenkassen-Fusionen, Vorstandswechsel und weitere Umstrukturierungen (z. B. im IT-Bereich). Diese bedeuteten für die Krankenkassen einen erhöhten internen Arbeitsaufwand, so dass neue externe Projekte und Studien nicht unterstützt werden konnten. Für die Realisierung der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie und auch der vertiefenden Befragung wurden seitens der Leitung der Fallkontrollstudie deshalb erhebliche zusätzliche Anstrengungen (Informationsveranstaltungen, Vor-Ort-Gespräche mit den Krankenkassen, Angebot personeller Unterstützung und technischer Expertise) unternommen, um Krankenkassen zur Teilnahme an der Studie zu motivieren.

Insgesamt erklärten schließlich drei große gesetzliche Krankenkassen ihre Kooperationsbereitschaft (im Folgenden „Krankenkasse 1“, „Krankenkasse 2“ und „Krankenkasse 3“ genannt). Die Krankenkassen 1 und 2 waren hinsichtlich ihrer Versichertenklientel vergleichbar; diesbezüglich wird im Folgenden auch von der „Versichertenpopulation A“ gesprochen. Die Versichertenklientel der Krankenkasse 3 wird im Folgenden auch „Versichertenpopulation B“ genannt. Durch die Teilnahme dieser drei Krankenkassen

konnten über 1 Million Versicherte im Alter von über 40 Jahren[10] in die sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie einbezogen werden. Dies entspricht etwa 23,3% der im Studiengebiet lebenden Bevölkerung im Alter von über 40 Jahren. Es ist nicht davon auszugehen, dass eine spezifische Verkehrslärm-Exposition bei Versicherten einer Krankenkasse zu manifesten Erkrankungen führt und bei Versicherten einer anderen Krankenkasse nicht. Dies würde voraussetzen, dass die Krankenkassen-Zugehörigkeit (oder ein anderer mit der Krankenkassen-Zugehörigkeit verbundener Faktor) effektmodifizierend wirken würde. Zwar hängt die Krankenkassen-Zugehörigkeit mit vielen, hauptsächlich Sozialstatus-bezogenen Faktoren zusammen, allerdings werden diese zugrunde liegenden Faktoren in der vorliegenden Studie ausführlich berücksichtigt. Für eine eigenständige effektmodifizierende Bedeutung der Krankenkassen-Zugehörigkeit gibt es keine logische Begründung und keine empirische Evidenz. Damit wird die externe Validität der Ergebnisse auch bei einem Einbezug von lediglich knapp einem Viertel der „Zielpopulation“ als hoch eingestuft. Die diesbezügliche externe Validität der Ergebnisse wird darüber hinaus auch einer empirischen Überprüfung unterzogen: Bei den teilnehmenden Krankenkassen kann von strukturell deutlich unterschiedlichen Versichertenklientelen ausgegangen werden (Versichertenpopulation A und Versichertenpopulation B; siehe Tabelle 3-2). Daher erlaubt der Vergleich der Ergebnisse bei gesonderter Auswertung der einzelnen Krankenkassendaten (Versichertenpopulation A versus Versichertenpopulation B) weiteren Rückschluss auf die Verallgemeinerbarkeit (externe Validität) der Studienergebnisse.

2.9 Genehmigung der Übermittlung von Sozialdaten

Für die Durchführung der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie mit vertiefender Befragung wurden Kooperationsverträge zwischen der Erhebungsstelle, der Auswertungsstelle und den teilnehmenden Krankenkassen ausgehandelt und abgeschlossen.

Es wurde ein Antrag auf Übermittlung von Sozialdaten für ein Forschungsvorhaben bei der jeweiligen Aufsichtsbehörde gestellt, dem jeweils stattgegeben wurde. Aus logistischen Gründen wäre es für die sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie nicht zumutbar gewesen, eine Einwilligung aller über 40-jährigen Versicherten (entspricht über einer Million Versicherten) in die Übermittlung ihrer personenbezogenen Daten einzuholen. Die Teilnahme an der vertiefenden Befragung, welche auf Anschreiben der Krankenkassen an die Versicherten beruhte, erfolgte freiwillig auf der Grundlage eines informierten Einverständnisses.

---

[10] Da sich vor allem die Herz-Kreislauf-Erkrankungen erst ab einem späteren Lebensalter manifestieren, wurden alle Versicheren in die sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie eingeschlossen, die mindestens 40 Jahre alt waren.

2.10 Durchführungskonzept der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie

2.10.1 Datenfluss bei Krankenkasse 1

Die **Auslese der pseudonymisierten Versichertendaten der Krankenkasse 1 sowie die Übermittlung der Daten an die Auswertungsstelle in Dresden** verlief wie folgt: Das wissenschaftliche bzw. datenhaltende Institut der Krankenkasse 1 identifizierte alle Versicherten, die in die Studie einzuschließen waren. Dabei erfolgte die Selektion nach Alter, PLZ und jemaliger Versicherung der Krankenkasse 1 im Zeitraum zwischen 2005 und 2010. Dies schloss auch diejenigen Versicherten ein, die im Zeitraum zwischen 01.01.2005 und 31.12.2010 im Alter von 40 oder mehr Jahren verstorben waren. Diese Basisselektion der Versichertendaten von Krankenkasse 1 führte das wissenschaftliche Institut mit dem institutseigenen Pseudonym durch. Zusätzlich wurden alle selegierten Versicherten mit der NORAH-ID als neuem Pseudonym versehen.[11] Von den selegierten Versicherten wurden anschließend neben diesem Pseudonym die Versicherten-Stammdaten, die Diagnosedaten der Jahre 2005 bis 2010 nach ICD 10 (gegliedert in ambulante Leistungen und stationäre Leistungen), die Verordnungsdaten der Jahre 2005 bis 2010 gemäß anatomisch-therapeutisch-chemischem Klassifikationscode (ATC) und die Angaben zur Arbeitsunfähigkeit (siehe auch Kapitel 2.11) an die Auswertungsstelle in Dresden übermittelt (Abbildung 2-2; Pfeil 1a).

Die **Verknüpfung der Versichertendaten von Krankenkasse 1 mit den adressbezogenen Lärmexpositionen** verlief wie folgt: Vom wissenschaftlichen Institut der Krankenkasse wurde von allen selegierten Versicherten das institutseigene Pseudonym und die NORAH-ID an die Krankenkasse 1 übermittelt (Abbildung 2-2; Pfeil 1b). Von diesen Versicherten spielte die Krankenkasse dann die Adressen aus[12] und übermittelte diese unter Angabe der NORAH-ID (also pseudonymisiert) an die Vertrauensstelle (Abbildung 2-2; Pfeil 2). Dieser Datensatz, der ans BIPS gesendet wurde, enthielt weniger Versicherte, als vom wissenschaftlichen Institut selegiert worden waren. Als wesentlicher Grund für diese Abweichung wird davon ausgegangen, dass eine erhebliche Anzahl an Versicherten aufgrund fehlender RV-Nummern bzw. fehlender Adressen nicht mehr im Adressdatenbestand vorhanden war. Der Datensatz enthielt für jeden Versicherten die NORAH-ID und die aktuelle Wohnadresse (Stand Februar 2013) bzw. bei verstorbenen Versicherten die letzte und bei ehemaligen Versicherten die letzte bekannte Wohnadresse (Abbildung 2-2; Pfeil 2) Eine Angabe, wie lange diese Wohnadresse bereits gültig war bzw. wann diese

---

[11] Generierung der NORAH-ID: Aus dem Krankenkassenschlüssel (3-stellig) und dem Versichertenpseudonym (7-stellig) wurde für alle Versicherten der beteiligten GKVen eine fortlaufende zehnstellige NORAH-ID generiert.

[12] Die Krankenkasse 1 beauftragte einen speziellen IT-Service mit der Datenauslese.

Adresse zuletzt geändert wurde, konnte von der Krankenkassen 1 nicht bereitgestellt werden.

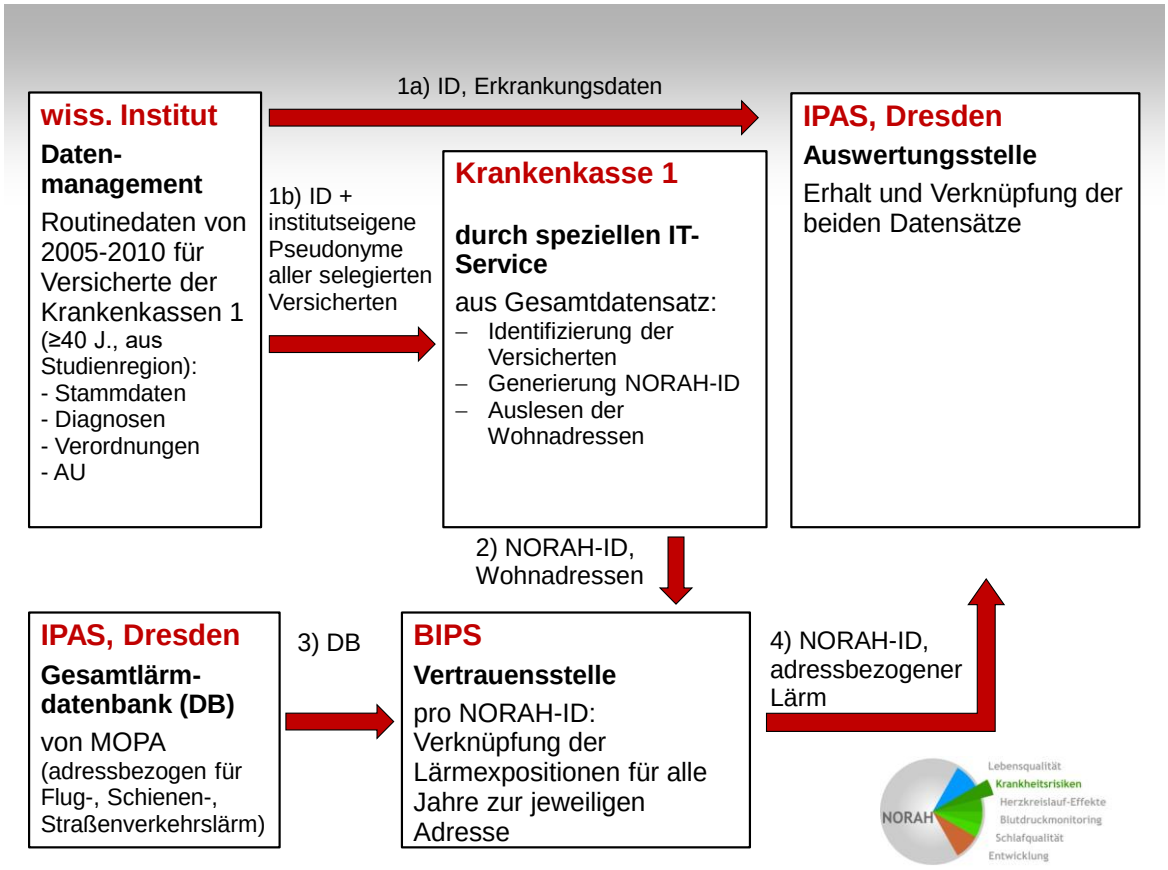


Abbildung 2-2: Datenfluss mit der Krankenkasse 1 für die sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie

Von der Vertrauensstelle im BIPS wurde der Datensatz mit der Gesamtlärmdatenbank von MOPA verknüpft, die für jedes Jahr zwischen 1996 und 2010 für jede Wohnadresse im angegebenen Rhein-Main-Gebiet eine getrennte Abschätzung des Fluglärms, des Straßenverkehrslärms und des Schienenverkehrslärms enthielt (Abbildung 2-2; Pfeil 3). Bei der Krankenkasse 1 wurde eine Verknüpfung bei 99,0% der Adressen erreicht (n = 581.498). Anschließend wurden alle Wohnadressen aus dem Datensatz gelöscht. Der resultierende Datensatz enthielt lediglich die NORAH-ID und die Verkehrslärmexpositionen (getrennt für Fluglärm, Straßenverkehrslärm und Schienenverkehrslärm) für jedes Jahr zwischen 1996 und 2010 für die letzte bekannte Wohnadresse. Dieser Datensatz wurde an die Auswertungsstelle geschickt (Abbildung 2-2; Pfeil 4).

Die Auswertungsstelle verknüpfte die beiden Datensätze (Versichertendaten und adressbezogene Schallpegel) über die Variable NORAH-ID. Dabei erfolgten bei allen Krankenkassendaten zahlreiche Plausibilitätschecks zur Qualitätssicherung des Datensatzes (siehe Kapitel 2.12). Anschließend wurden die Datensätze von allen Krankenkassen zum Auswer-

tungsdatensatz zusammengeführt. Allein auf diesen Auswertungsdatensatz gründeten sich die Auswertungen im Rahmen der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie.

2.10.2 Datenfluss bei Krankenkasse 2

Die **Auslese der pseudonymisierten Versichertendaten der Krankenkasse 2 sowie die Übermittlung der Daten an die Auswertungsstelle in Dresden** verlief analog wie bei der Krankenkasse 1: Das entsprechende wissenschaftliche bzw. datenhaltende Institut identifizierte für die Krankenkasse 2 alle Versicherten, die in die Studie einzuschließen waren. Dabei erfolgte wie bei der Krankenkasse 1 die Selektion nach Alter, PLZ und jemaliger Versicherung im Zeitraum zwischen 2005 und 2010. Dies schloss auch diejenigen Versicherten ein, die im Zeitraum zwischen 01.01.2005 und 31.12.2010 im Alter von 40 oder mehr Jahren verstorben waren. Diese Basisselektion der Versichertendaten von Krankenkasse 2 führte das wissenschaftliche Institut mit dem institutseigenen Pseudonym durch. Alle selegierten Versicherten wurden zusätzlich mit der NORAH-ID als neuem Pseudonym versehen. Von den selegierten Versicherten wurden anschließend neben diesem Pseudonym die Versicherten-Stammdaten, die Diagnosedaten der Jahre 2005 bis 2010 nach ICD 10 (gegliedert in ambulante Leistungen und stationäre Leistungen), die Verordnungsdaten der Jahre 2005 bis 2010 gemäß anatomisch-therapeutisch-chemischem Klassifikationscode (ATC) und die Angaben zur Arbeitsunfähigkeit (siehe auch Kapitel 2.11) an die Auswertungsstelle in Dresden übermittelt (Abbildung 2-3; Pfeil 1a).

Die **Verknüpfung der Versichertendaten von Krankenkasse 2 mit den adressbezogenen Lärmexpositionen** verlief analog wie bei der Krankenkasse 1: Vom wissenschaftlichen Institut wurde von allen selegierten Versicherten das institutseigene Pseudonym und die NORAH-ID an die Krankenkasse 2 übermittelt (Abbildung 2-3; Pfeil 1b). Von diesen Versicherten spielte die Krankenkasse dann die Adressen aus und übermittelten diese unter Angabe der NORAH-ID (also pseudonymisiert) an die Vertrauensstelle (Abbildung 2-3 ; Pfeil 2). Dieser Datensatz, der ans BIPS gesendet wurde, enthielt weniger Versicherte, als vom wissenschaftlichen Institut selegiert worden waren. Als wesentlicher Grund für diese Abweichung wird davon ausgegangen, dass eine erhebliche Anzahl an Versicherten aufgrund fehlender RV-Nummern bzw. fehlender Adressen nicht mehr im Adressdatenbestand der Krankenkasse 2 vorhanden war. Der Datensatz enthielt für jeden Versicherten die NORAH-ID und die aktuelle Wohnadresse (Stand Februar 2013) bzw. bei verstorbenen Versicherten die letzte und bei ehemaligen Versicherten die letzte bekannte Wohnadresse (Abbildung 2-3; Pfeil 2) Eine Angabe, wie lange diese Wohnadresse bereits gültig war bzw. wann diese Adresse zuletzt geändert wurde, konnte von der Krankenkasse 2 nicht bereitgestellt werden.

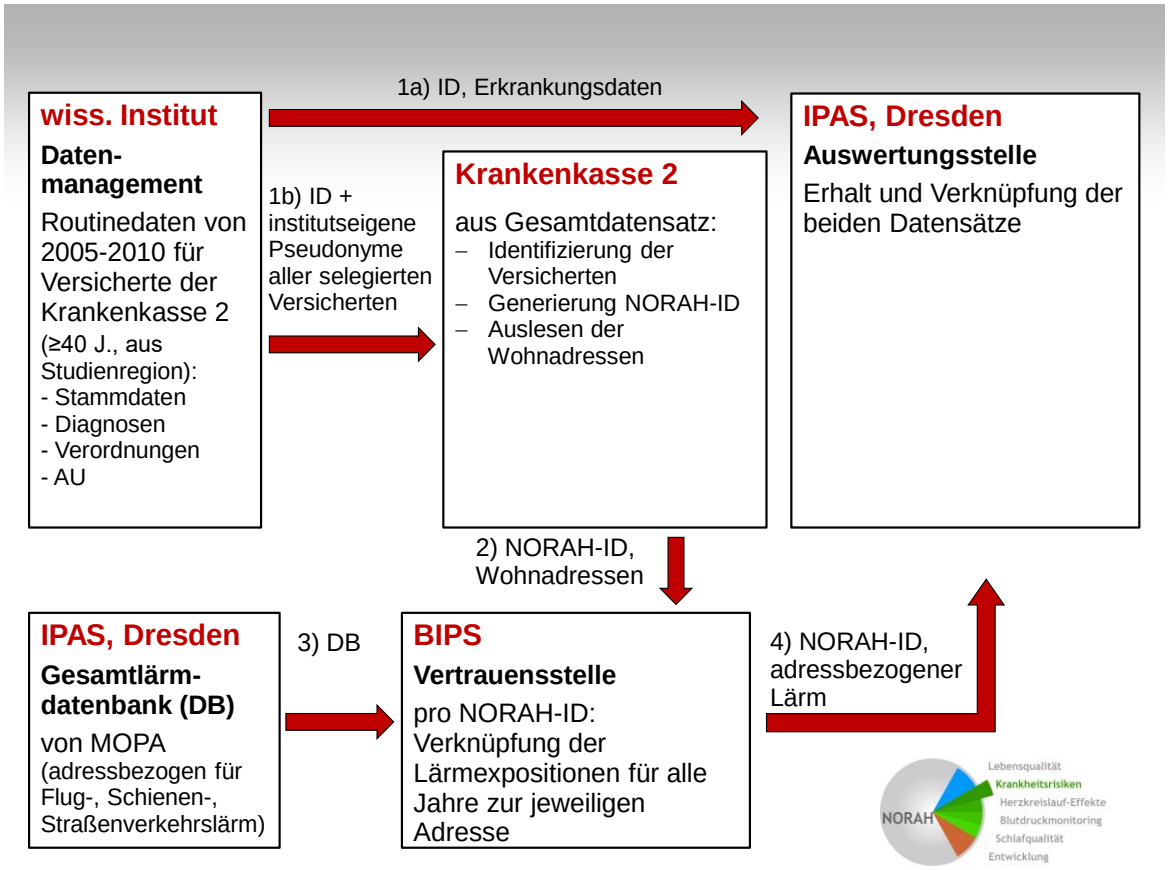


Abbildung 2-3: Datenfluss mit der Krankenkasse 2 für die sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie

Von der Vertrauensstelle im BIPS wurde der Datensatz mit der Gesamtlärmdatenbank von MOPA verknüpft, die für jedes Jahr zwischen 1996 und 2010 für jede Wohnadresse im angegebenen Rhein-Main-Gebiet eine getrennte Abschätzung des Fluglärms, des Straßenverkehrslärms und des Schienenverkehrslärms enthielt (Abbildung 2-3; Pfeil 3). Bei der Krankenkasse 2 wurde eine Verknüpfung bei 87,0% (n = 69.041) erzielt. Anschließend wurden alle Wohnadressen aus dem Datensatz gelöscht. Der resultierende Datensatz enthielt lediglich die NORAH-ID und die Verkehrslärmexpositionen (getrennt für Fluglärm, Straßenverkehrslärm und Schienenverkehrslärm) für jedes Jahr zwischen 1996 und 2010 für die letzte bekannte Wohnadresse. Dieser Datensatz wurde an die Auswertungsstelle geschickt (Abbildung 2-3; Pfeil 4).

Die Auswertungsstelle verknüpfte die beiden Datensätze (Versichertendaten und adressbezogene Schallpegel) über die Variable NORAH-ID. Dabei erfolgten bei allen Krankenkassendaten zahlreiche Plausibilitätschecks zur Qualitätssicherung des Datensatzes (siehe Kapitel 2.12). Anschließend wurden die Datensätze von allen Krankenkassen zum Auswertungsdatensatz zusammengeführt. Allein auf diesen Auswertungsdatensatz gründeten sich die Auswertungen im Rahmen der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie.

2.10.3 Datenfluss bei der Krankenkasse 3

Eingeschlossen wurden alle Versicherten ab einem Alter von 40 Jahren, sofern sie im Zeitraum zwischen 2005 und 2010 jemals in der Studienregion (Regierungsbezirk Darmstadt, Mainz, Worms, Landkreis Mainz-Bingen und Landkreis Alzey-Worms) wohnhaft und bei der Krankenkasse 3 versichert waren. Die Auslese der pseudonymisierten Versichertendaten und Übermittlung an die Auswertestelle in Dresden verlief wie folgt: Das Leibniz-Institut für Präventionsforschung und Epidemiologie – BIPS GmbH (BIPS) spielte im Auftrag der Krankenkasse 3 für alle einzuschließenden Versicherten einen Datensatz aus (siehe Abbildung 2-4). Dieser Datensatz enthielt (wie bei den Krankenkassen 1 und 2) pseudonymisierte Versicherten-Stammdaten, die Diagnosedaten der Jahre 2005 bis 2010 nach ICD-10 (gegliedert in ambulante und stationäre Leistungen) sowie Arzneimittelverordnungsdaten. Die genaue Beschreibung der Sekundärdaten findet sich in Kapitel 2.11. Der Datensatz wurde an die Vertrauensstelle, das Institut für Informations-, Gesundheits- und Medizinrecht (IGMR) in Bremen, übertragen, wo eine erste Rückschlüsselung der Pseudonyme stattfand. Der Datensatz enthielt dann die o.g. Versichertendaten mit den Pseudonymen der Krankenkasse 3 (KrK3-Pseudonyme). Dieser Datensatz wurde an die Krankenkasse 3 weitergeleitet.

Bei der Krankenkasse 3 erfolgte eine zweite Rückschlüsselung der KrK3-Pseudonyme auf die Krankenversicherungsnummer. Dabei erfolgte eine Prüfung, ob nur vom Bundesversicherungsamt genehmigte Variablen übermittelt worden waren und ob alle Einschlusskriterien erfüllt waren. Anschließend wurde der Datensatz von der Krankenkasse 3 neu pseudonymisiert, d.h. für jeden Versicherten wurde eine NORAH-ID generiert, bestehend aus einer Krankenkassen-identifizierenden (ID-KK) und einer nichtsprechenden Identifikationsnummer[13] (ID-1). Die Versichertendaten mit der NORAH-ID wurden dann von der Krankenkasse 3 an die Auswertungsstelle in Dresden (IPAS) über die internetsichere Datendrehscheibe der Bitmarck Technik GmbH übermittelt[14].

---

[13] Nichtsprechende Identifikationsnummer: eindeutige Nummern- oder Zeichenkette, die keine logische Beziehung zum Inhalt eines Datensatzes hat.

[14] Die Datendrehscheibe bietet der Krankenkasse 3 als Kunde der Bitmarck Technik GmbH die Möglichkeit des gesicherten Datentransfers via Internet. Nur authentifizierte und vordefinierte Partner erhalten Zugriff zu diesem System (Passwort, User-ID). Ein Zugriff Dritter ist daher ausgeschlossen. Zur Sicherstellung der Daten wird SSL und SSH verwendet. Der Datenaustausch bzw. die Übertragung wurde über SFTP-Server verwaltet. Die Dateien wurden daher von der Krankenkasse 3 unverschlüsselt als SAS-Export-Dateien aufbereitet und exportiert.

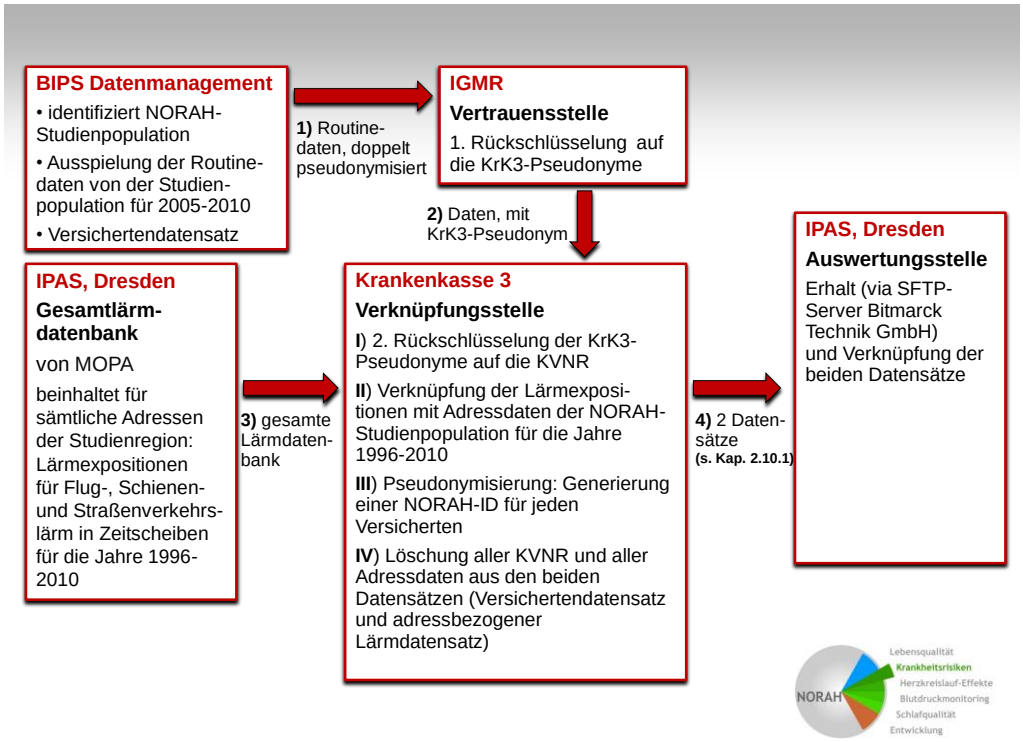


Abbildung 2-4: Datenfluss mit der Krankenkasse 3 für die sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie

Die **Verknüpfung der Versichertendaten von Krankenkasse 3 mit den adressbezogenen Lärmexpositionen** verlief wie folgt: Für jeden vom BIPS selegierten Versicherten wurde von der Krankenkasse 3 die aktuelle Wohnadresse der Versicherten (bzw. bei verstorbenen Versicherten die letzte Wohnadresse) über die entschlüsselte Krankenversicherungs-nummer (KVNR) herangezogen. Eine von den Akustikexperten MOPA bereitgestellte Lärm-datenbank enthielt für jedes Jahr zwischen 1996 und 2010 und für jede Adresse im Studiengebiet eine getrennte Berechnung des Fluglärms, des Straßenverkehrslärms und des Schienenverkehrslärms (siehe hierzu Band „Erfassung der Verkehrsgeräuschexpositionen“ und Kapitel 2.7). Die Krankenkasse 3 erhielt diese Gesamtlärmdatenbank und verknüpfte die Versicherten-Adressdaten mit den dazugehörigen Schallpegeln. Bei der Krankenkasse 3 konnte eine Verknüpfung der Lärmexpositionen bei 89,3% der Versicherten von Krankenkasse 3 (n = 257.197) erreicht werden. Zudem wurde auf der Grundlage einer an die Krankenkasse 3 übermittelten Verknüpfungsziffer der Sozialstatus aggregiert auf regionaler Ebene eingefügt (SGB II-Quote aus dem INKAR-Datensatz, siehe Kap. 2.11.2).

Nach einer stichprobenartigen Überprüfung der Verknüpfung, wurden anschließend alle Wohnadressen und die Krankenversicherungsnummer (KVNR) aus dem Lärmdatensatz gelöscht. Zusätzlich zu der NORAH-ID enthielt der verknüpfte Lärmdatensatz die adressbe-zogenen Lärmexpositionen (getrennt für Fluglärm, Straßenverkehrslärm und Schienenver-kehrslärm) für jedes Jahr zwischen 1996 und 2010 sowie eine Angabe über die Dauer, wie lange die aktuelle Wohnadresse nach Kenntnis der Krankenkasse 3 bereits gültig war. Dabei wurde jeweils das Datum angegeben, an dem die Wohnadresse zuletzt bearbeitet, d.h.

geändert wurde (separat für jedes Berichtsjahr). Für Adressen außerhalb der Studienregion wurde lediglich die Information übermittelt, dass die im Berichtsjahr gültige Adresse nicht in der Studienregion lag bzw. nicht zugeordnet werden konnte. Dieser Datensatz mit den adressbezogenen Schallpegeln wurde pseudonymisiert über die internetsichere Datendrehscheibe (siehe Kapitel 2.10.3) der Bitmarck Technik GmbH an die Auswertestelle (IPAS) übermittelt. Auch mit diesem Datensatz wurden keine Namen und Adressen übermittelt.

2.11 Struktur der übermittelten Sekundärdaten

2.11.1 Sekundärdaten der gesetzlichen Krankenkassen

Die von den drei teilnehmenden gesetzlichen Krankenkassen aus den Bundesländern Hessen und Rheinland-Pfalz übermittelten Versichertendaten enthielten gesondert für die Berichtsjahre 2005 bis 2010 im Einzelnen:

(a) Versicherten-Stammdaten
(b) Daten der ambulanten Versorgung (Leistungsdaten nach §295 SGB V)[15]
(c) Daten der stationären Versorgung (Leistungsdaten nach §301 SGB V)
(d) Arzneimittelverordnungsdaten (nach §300 Abs. 1 SGB V)
(e) Arbeitsunfähigkeitsdaten (nach §295 Abs. 1 SGB V, für Krankenkasse 1 und 2: ab 2006)

Alle Versichertendaten wurden ausschließlich pseudonymisiert zur Verfügung gestellt.

2.11.2 Indikatoren und Karten zur Raum- und Stadtentwicklung (INKAR)

Für die sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie wurden ergänzend zu den personenbezogenen Sekundärdaten die Sozialdaten des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) in die Abschätzung des Sozialstatus einbezogen. Diese Daten sind auf regionaler Ebene nach Kreisen aggregiert. Für die Abbildung des Sozialstatus wird aus den INKAR-Daten die SGB II-Quote (Anteil der Empfänger/-innen von Grundsicherung für Arbeitssuchende nach dem Zweiten Sozialgesetzbuch an der jeweiligen Bevölkerungsgruppe) genutzt.

Für die Verknüpfung von Sozialstrukturdaten mit Verkehrslärmexpositionen auf PLZ-Ebene wurden neben der Daten-CD 2012 auch Gemeindekennziffertabellen vom BBSR geliefert, da INKAR die Ergebnisse grundsätzlich auf der Grundlage von Gemeindekennziffern ausgibt.

[15] LISAV: Leistungsinformationssystem Ärzte bzw. FVÄ: Fachverfahren Ärzte

Die Tabelle liefert neben Gemeindekennziffern auch die entsprechende PLZ zur Verknüpfung mit den Schallpegeln.

2.11.3 Arzneimittel-Stammdatei

Alle Arzneimittelverordnungen zu Lasten der gesetzlichen Krankenversicherung innerhalb eines Berichtsjahres dienen als Datengrundlage für den GKV-Arzneimittelindex. Verordnungen zu Lasten der privaten Krankenversicherung, abgegebene Arzneimittel in Krankenhäusern sowie privat erworbene Arzneimittel ohne Rezept (*over the counter, OTC*) werden nicht erfasst. Der GKV-Arzneimittelindex ist seit 2001 eine repräsentative Stichprobe bzw. Vollerhebung aus allen verordneten Rezepten der gesetzlichen Krankenversicherer, die über öffentliche Apotheken in Deutschland abgegeben wurden.

In den Arzneiverordnungsdaten der Krankenkasse 1 ebenso wie in den Arzneiverordnungsdaten der Krankenkasse 2 wurde neben dem Berichtsjahr und dem Verordnungsdatum nur die Pharmazentralnummer (PZN) quartalsbezogen übermittelt. Da zur Identifizierung inzidenter Fälle der ATC-Code für die entsprechenden Arzneimittelverordnungen benötigt wurde, wurden zusätzlich die GKV-Arzneimittelindex-Stammdateien des jeweiligen wissenschaftlichen Instituts zum 31.12. der Berichtsjahre 2005 bis 2010 angefordert und jahresweise verknüpft.

2.12 Datenaufbereitung und Datenverarbeitung

Gemäß Guter Epidemiologischer Praxis (GEP, letzte Überarbeitung im Jahre 2004) wurden die Expositionsvariablen von MOPA, die Sekundärdaten der Krankenkassen sowie die erhobenen Stichproben von INKAR jeweils zeitnah in separate SQL-Datenbanken (relationales Datenbankmanagementsystem SQL, Server 2008 r2 von IBM) importiert. Auf der Grundlage dieser Rohdatensätze erfolgten Plausibilitätskontrollen.

Insgesamt wurden von den drei Krankenkassen 1.026.670 Datensätze von Versicherten im Alter von ≥40 Jahren für die sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie übermittelt. Dies entspricht ca. 23,3% der im Studiengebiet lebenden Bevölkerung über 40 Jahren.

Tabelle 2-1: Anzahl an Versicherten ≥40 Jahren für die sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie sowie Anzahl auswertbarer Datensätze nach erfolgreicher Verknüpfung mit den Schallpegeln

	Gesamt	Anzahl mit Schallpegeln verknüpft	
	n	n	%
Gesamt	1.026.670	907.736	*95,1
Krankenkasse 1	640.069	581.498	*99,0
Krankenkasse 2	98.507	69.041	*87,0
Krankenkasse 3	288.094	257.197	89,3

* im Falle der Krankenkasse 1 und 2: Verknüpfungsrate bezogen auf die Datensätze, die an das BIPS weitergeleitet wurden.

Nach Datenübermittlung durch die Krankenkassen erfolgte eine erste Prüfung, ob die entsprechenden Sekundärdatendateien im vereinbarten Format geliefert wurden. Danach erfolgten routinemäßige Plausibilitätsprüfungen gemäß Leitlinie 6 „Gute Praxis Sekundärdatenanalyse (GPS)“ (2012) für jede einzelne Feldvariable:

- Konsistenzprüfung des Datentyps
- Ausreißeranalysen bei metrischen Variablen
- Überprüfung der Zahl der fehlenden Werte (z. B. beim Tätigkeitsschlüssel)
- Überprüfung der Schlüssel- und Verknüpfungsvariablen (z. B. Übereinstimmung der Anzahl der ambulanten Fälle, Geschlecht, Alter, Tod, gesicherte Diagnosen)

Abschließend wurden die Dateien in eine neue Datenbank importiert und konvertiert sowie durch neu gebildete weitere Variablen ergänzt (z. B. Flag, LfdNr etc.). Bei Unklarheiten und Auffälligkeiten wurde Rücksprache mit den Krankenkassen gehalten. Alle Ergänzungen und Änderungen wurden schriftlich dokumentiert und begründet. Aufgrund der oben genannten Plausibilitätsprüfungen wurden 12 Versicherte aus dem Datenbestand der Versichertenpopulation A ausgeschlossen. Danach erfolgten die Bildung und das Zusammenspielen verschiedener Variablen (z. B. Daten zur Versicherungsdauer, zu stationären und ambulanten Diagnosen, zur ATC-Klassifikation aus der Arzneimittelindex-Stammdatei der gesetzlichen Krankenversicherung (GKV-Arzneimittelindex) und, im Falle von verstorbenen Versicherten, zu Todesquartalen). Die inzidenten Fälle in den einzelnen Quartalen wurden ermittelt unter Berücksichtigung der Versicherungsdauer, stationärer Diagnosen, ambulanter Diagnosen, Verordnungen und (nicht in die vertiefende Befragung einzubeziehender) verstorbener Versicherter.

Die Aufbereitung der Akustikdaten umfasste den Import, die Formatierung und die Zusammenführung der Daten nach Verkehrslärmart sowie die Zusammenführung aller Variablen in der sogenannten Lärmdatenbank. Hierfür wurden in SQL (*structured query language*) entsprechende Schleifen und Prozeduren programmiert. Die Plausibilitätsprüfungen umfassten die Überprüfung aller Lärm- und Adressvariablen auf Vollständigkeit (z. B. Geobid), Ausprägung (z. B. Minimum/Maximum) und Zeichenlänge sowie auf fehlende Werte (*missings*). Bei der Identifizierung von fehlenden Feldvariablen wurden die entsprechenden Lärmvariablen von MOPA nachgeliefert und anschließend erneut auf

Vollständigkeit nach obigem Muster geprüft. Dieser Vorgang wurde mehrfach wiederholt, bis sich keine fehlenden Feldvariablen mehr im Datensatz befanden.

2.13 Durchführungskonzept und Datenfluss für die vertiefende Befragung

Im Rahmen der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie wurden die Daten aller Versicherten der teilnehmenden Krankenkassen in einem Auswertungsdatensatz vereint. Eine Identifizierbarkeit der einzelnen Krankenkassen durch die Auswertungsstelle wurde dadurch erreicht, dass die NORAH_ID aus zwei Teilen besteht: aus der nichtsprechenden Identifikationsnummer (ID-1) und aus einer vorangestellten zweistelligen Krankenkassen-identifizierenden Nummer (ID-KK). Der Auswertungsdatensatz stellt die Grundlage für die Durchführung der nachfolgend beschriebenen vertiefenden individuellen Befragung dar: Aus dem Auswertungsdatensatz wurden die Versicherten (mit und ohne definierte Erkrankungen, siehe Kapitel 2.14 und Kapitel 2.15) gezogen, die anschließend von den Krankenkassen angeschrieben und um eine Teilnahme an der vertiefenden Befragung gebeten wurden.

2.13.1 Pilotstudie mit der Krankenkasse 3

Zur Prüfung des Erhebungsinstrumentes (siehe Anhang 01: Fragebogen für die vertiefende Befragung) und der Teilnahmerate (Response) wurde eine Pilotstudie mit zufällig gezogenen Versicherten (n=400) durchgeführt. Aus Gründen der Homogenität wurden dafür lediglich Versicherte mit Herzinfarkt (ICD-10: I21.-) sowie Versicherte aus der dazugehörigen Kontrollgruppe herangezogen.

Die Versicherten für die Pilotstudie wurden anhand der von der Krankenkasse 3 übermittelten und geprüften Sozialdaten durch die Auswertungsstelle identifiziert. Die entsprechenden NORAH-IDs wurden an die Krankenkasse 3 übermittelt. Bei der Krankenkasse 3 erfolgte eine erneute Prüfung, ob die Versicherten aktuell noch leben, nicht unter Betreuung stehen und noch bei der Krankenkasse 3 versichert sind. Die ausgewählten Versicherten wurden dann von der Krankenkasse 3 angeschrieben (inklusive Erinnerungsschreiben nach 5 Wochen). Wenn Versicherte aufgrund der oben genannten Gründe (verstorben, unter Betreuung, nicht mehr bei Krankenkasse 3 versichert) nicht angeschrieben werden konnten, teilte die Krankenkasse 3 diese Information mit der NORAH-ID der Auswertungsstelle mit.

Mit der Pilotstudie wurde vor allem geprüft, ob bei unterschiedlichen Befragungsmethoden Unterschiede in der Response der Versicherten auftreten. Es wurden zwei mögliche Szenarien mit jeweils 200 Versicherten getestet (siehe Abbildung 2-5). In Szenario 1 wurden die Fragebögen direkt von der Krankenkasse 3 an alle Versicherten (mit Anschreiben und Einverständniserklärung) gesendet. In Szenario 2 schickten die teilnahmebereiten Ver-

sicherten die von der Krankenkasse 3 erhaltene Einverständniserklärung unterschrieben an die Erhebungsstelle in Gießen. Die Versicherten erhielten daraufhin von der Erhebungsstelle ihren Fragebogen (alternativ konnte ein Telefoninterview oder eine Online-Befragung gewählt werden).

Zusätzlich wurden zwei unterschiedliche „Incentive"-Varianten getestet, jeweils bei 100 Versicherten pro Szenario: die Verlosung von 50 x 250 €-Einkaufsgutscheinen unter allen teilnehmenden Versicherten (der vertiefenden Befragung) versus Abgabe eines 10 €-Einkaufsgutscheins für jeden teilnehmenden Versicherten (siehe Abbildung 2-5).

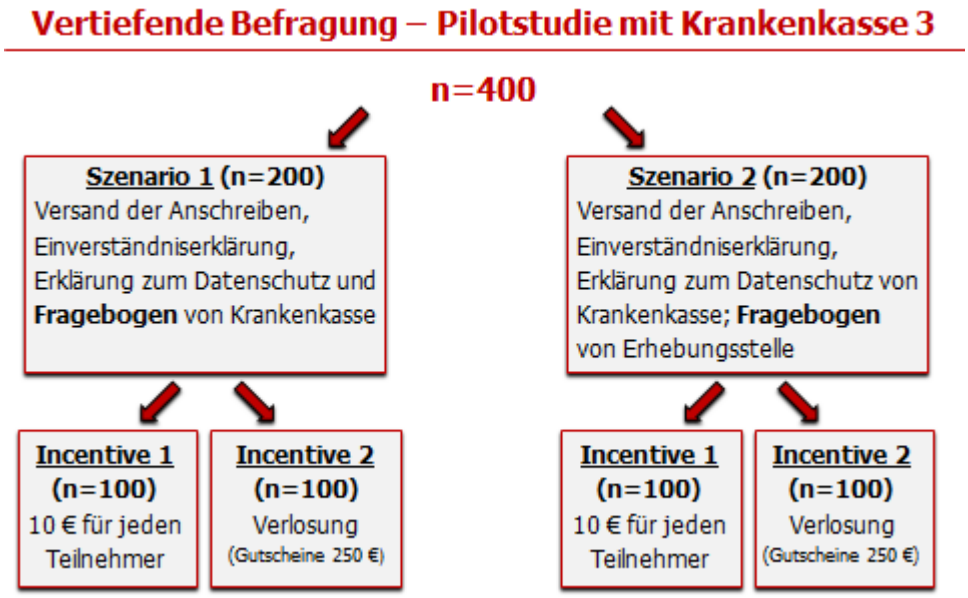


Abbildung 2-5: Verfahren bei der Pilotstudie mit Krankenkasse 3

Nach Abschluss der Pilotstudie lagen von 88 Versicherten ausgefüllte Fragebögen vor (siehe Abbildung 2-6). Für die Entscheidung, welches Szenario für die Hauptbefragung gewählt werden sollte, war im Vorfeld ein Unterschied der Responserate von mindestens 5 Prozentpunkten als relevant eingestuft worden. Vorab war außerdem festgelegt worden, dass zur Erleichterung des Vorgehens für die Krankenkassen das Szenario 1 (Versendung des Fragebogens durch die Krankenkasse) nur dann gewählt werden sollte, wenn die Teilnahmerate um mindestens 5 Prozentpunkte besser ausfallen würde. Im Ergebnis der Pilotstudie wurde bei Szenario 2 (unabhängig vom gewählten Incentive) keine erkennbar schlechtere Responserate (21%) als beim Szenario 1 (23%) beobachtet. Aus diesem Grund wurde auf der Grundlage der Pilotstudie das Szenario 2 (Anschreiben durch die Krankenkasse 3, Fragebogen-Versand bei erteiltem Einverständnis durch die Erhebungsstelle Gießen) für die Hauptbefragung gewählt. Dieses wurde auch von der Krankenkasse 3 favorisiert, da sich dadurch der Druckaufwand für die interne Druckerei verringerte.

Gruppen	zustellbare Anschreiben	Vorliegen EVE	Vorliegen FB	Response
Szenario 1 250€	100	20	20	20,0%
Szenario 1 10€	100	26	26	26,0%
Szenario 2 250€	100	24	23	23,0%
Szenario 2 10€	99	20	19	19,2%
Gesamt	399	90	88	22,1%

Abbildung 2-6: Teilnahme bei der Pilotstudie mit Krankenkasse 3
EVE: Einverständniserklärung, FB: Fragebogen

Bei alleiniger Betrachtung des gewählten Szenarios 2 beträgt die Response für die Incentive-Variante „Verlosung von 250 €-Gutscheinen“ 23% versus 19% bei der Incentive-Variante „10 € für jeden Teilnehmenden“. Auch bei Betrachtung der Gesamtgruppe (incl. Szenario 1) zeigen sich kaum Response-Unterschiede zwischen den beiden Incentive-Varianten. Damit wurde beschlossen, in der Hauptstudie die 250 €-Gutschein-Variante einzusetzen. Somit wurden in der Hauptbefragung der Versicherten von Krankenkasse 3 die gleichen Incentives eingesetzt wie in der Befragung der Versicherten von Krankenkasse 1 und 2.

2.13.2 Hauptbefragung

Die Identifizierung der erkrankten Fälle ebenso wie der Kontrollpersonen erfolgte auf der Grundlage des Auswertungsdatensatzes durch die Auswertungsstelle (zum Vorgehen und zu den einbezogenen Fallzahlen siehe die folgenden Kapitel 2.14 und 2.15). Die Auswertungsstelle gab die zugehörigen NORAH-IDs an die entsprechenden (über die ID-KK von der Auswertungsstelle identifizierten) Krankenkassen weiter (siehe Abbildung 2-7; Pfeil 1a).

Alle teilnehmenden Krankenkassen lehnten eine Befragung der Angehörigen von Verstorbenen ebenso wie eine Befragung von Versicherten, die unter Betreuung standen, ab. Weiterhin wurde eine Befragung von Online-Versicherten abgelehnt.

Der schriftliche Erstkontakt mit den in die vertiefende Befragung einzubeziehenden Versicherten erfolgte durch die einzelnen Krankenkassen und beinhaltete das Anschreiben,

eine Datenschutzerklärung mit genauen Informationen über die Studie, die Einverständniserklärung inklusive der Information über die Verlosung von 250 €-Gutscheinen unter allen Teilnehmern in zweifacher Ausführung (1x zum Verbleib beim Versicherten) sowie einen Rückumschlag mit dem Aufdruck „Entgelt bezahlt Empfänger“ (Abbildung 2-7; Pfeil 2). Die Versicherten wurden darüber aufgeklärt, dass die Studienteilnahme freiwillig ist und dass ihnen aus der Nichtteilnahme an der Studie keinerlei Nachteile entstehen. Waren Versicherte verstorben bzw. konnten sie aufgrund des Ausscheidens aus der Versicherung nicht angeschrieben werden, meldete die Krankenkasse diese Tatsache an die Auswertungsstelle zurück (Angabe der entsprechenden ID-1) (siehe Abbildung 2-7; Pfeil 1b).

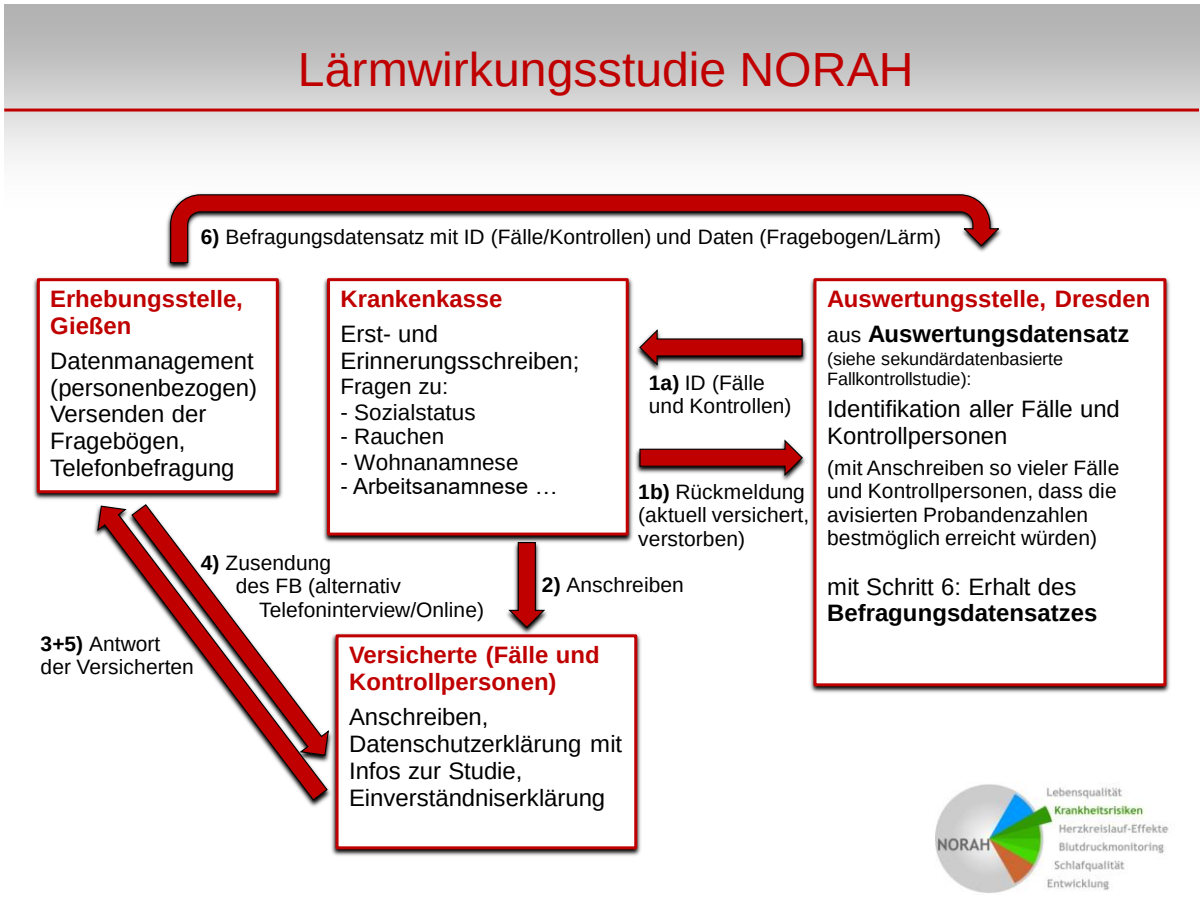


Abbildung 2-7: Durchführungskonzept für die vertiefende Befragung

Die teilnahmebereiten Versicherten, welche die unterschriebene Einverständniserklärung an die Erhebungsstelle geschickt hatten (Abbildung 2-7; Pfeil 3), bekamen von dort den Fragebogen zugesandt (Abbildung 2-7; Pfeil 4). Die Versicherten schickten den ausgefüllten Fragebogen, der u. a. die Abfrage zur aktuellen sowie zu früheren Wohnadressen der Versicherten beinhaltete, an die Erhebungsstelle zurück (Abbildung 2-7; Pfeil 5). Etwa fünf Wochen nach der Versendung des Erstanschreibens sollten die Krankenkassen Erinnerungsschreiben an alle einbezogenen Versicherten versenden. Tatsächlich erfolgte die Versendung der Erinnerungsschreiben nur durch die Krankenkasse 1 und die Krankenkasse 2. Nachdem sich einige Versicherte bei der Krankenkasse 3 über die Studie beschwert hatten, war die Krankenkasse 3 nicht mehr zur Versendung der Erinnerungsschreiben bereit.

Alternativ konnten sich die Versicherten auch für ein von der Erhebungsstelle durchgeführtes Telefoninterview oder für die Teilnahme an einer Online-Befragung entscheiden (Abbildung 2-7; Pfeil 4). Den teilnahmebereiten Versicherten, die sich für die Online-Befragung entschieden, wurde von der Erhebungsstelle ein Zugangscode zum Online-Fragebogen zugesendet. Die Telefonbefragung erfolgte von der Erhebungsstelle aus nach einem vorab festgelegten standardisierten Protokoll (SOP) mit geschultem Personal, um eine einheitliche Befragung und Dokumentation der Befragungsdaten der teilnehmenden Versicherten zu gewährleisten.

Die von den Versicherten zurückgesendeten ausgefüllten Fragebögen (Abbildung 2-7; Pfeil 5) wurden in der Erhebungsstelle, nach Prüfung, ob eine gültige Einverständniserklärung vorlag, vollständig eingescannt. Mithilfe eines komplexen Scanner-Systems wurden die einzelnen Items/Befragungsdaten während des Scannens als separate Variablen in eine Daten-Datei überführt. In der Erhebungsstelle erfolgte zunächst eine Kontrolle auf Vollständigkeit und Richtigkeit (vor allem bei Freitextangaben) des Scanvorganges.

In der Erhebungsstelle wurden die von den Versicherten angegebenen Wohnadressen mit der oben beschriebenen Gesamtlärmdatenbank verknüpft, damit retrospektiv die Verkehrslärm-Expositionen zugeordnet werden konnten. Durch einen von den Akustikexperten MOPA erstellten Algorithmus (siehe hierzu Band: Erfassung der Verkehrsgeräuschexpositionen) konnten zusätzlich die individuellen Angaben der Versicherten (Ausrichtung des Schlafzimmers zur Lärmquelle, Lage des Wohngebiets zu einer Bahnstrecke, Lüftungsverhalten, durchgeführte Lärmschutzmaßnahmen) berücksichtigt und auf dieser Basis die Berechnung der Innenraumpegel erfolgen. Anschließend wurde die pseudonymisierte Befragungsdatenbank mit den berechneten Innenraumpegeln von der Erhebungsstelle an die Auswertungsstelle übermittelt (Abbildung 2-7; Pfeil 6). Die Auswertungsstelle verknüpfte diese Befragungsdatenbank mit der Auswertungsdatenbank.

Durch die Trennung zwischen Erhebungsstelle und Auswertungsstelle wurde bei der Durchführung der vertiefenden Befragung gewährleistet, dass keine Forschungsstelle sowohl die Namen und Adressen der Versicherten als auch die Erkrankungsdaten der Versicherten kennt: Die Erhebungsstelle kennt die Namen und Adressen derjenigen Versicherten, die sich mit der Studienteilnahme einverstanden erklärt haben. Jedoch hat die Erhebungsstelle keinerlei Zugang zu den Krankenkassendaten. Die Auswertungsstelle hingegen arbeitet nur mit pseudonymisierten Krankenkassen- und Befragungsdaten und kennt keinerlei Adressen von Studienteilnehmer/innen.

2.14 Gewinnung von Fällen

Um für die sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie bestmöglich inzidente Fälle zu berücksichtigen und prävalente Fälle auszuschließen, wurden in Anlehnung an Schubert et al. (2010) ausschließlich Fälle berücksichtigt, bei denen die jeweilige Zieldiagnose erstmals während des Berichtszeitraums 2006 bis 2010 nach ICD-Klassifikation kodiert wurde. Dabei

wurden dokumentierte Diagnosen im stationären und/oder ambulanten Sektor in Anlehnung an die Diagnosekriterien von Schubert et al. (2010) sowie der Qualitätssicherung der stationären Versorgung mit Routinedaten (QSR) des WIdO und AOK-Bundesverbandes (2007) und der Festlegungen des Bundesversicherungsamtes (BVA) gemäß § 31 Abs. 4 Risikostruktur-Ausgleichsverordnung (RSAV) berücksichtigt und als epidemiologisch sicher eingestuft.

Grundvoraussetzung war jeweils ein mindestens vier Quartale umfassender diagnosefreier Zeitraum vor dem Ereignis. Dieser Zeitraum war nicht an ein Kalenderjahr gebunden.

Der Datensatz der Krankenkassen enthielt Informationen über die Dauer des Versicherungszeitraums (Berichtsjahre 2005-2010). Somit konnten durchgängig und nicht durchgängig Versicherte identifiziert werden. Bei allen Versicherten, d.h. durchgängig und nicht durchgängig Versicherten, wurden die oben beschriebenen Einschlusskriterien für die Gewinnung der inzidenten Fälle verwendet. Im Falle von „unterbrochenen“ Versicherungszeiten waren vor dem ersten Krankheitsereignis (im Sinne der Falldefinition) ebenfalls vier diagnosefreie Quartale erforderlich, um die Kriterien der Falldefinition zu erfüllen. Bei Kassenwechslern bestand theoretisch die Möglichkeit, doppelt in die Analysen einzufließen (z. B. 1x aus Daten der Krankenkasse 2 und 1x ausgehend aus Daten der Krankenkasse 3). Da beide Kassen aber im Untersuchungszeitraum einen Beitragssatz in der Nähe des durchschnittlichen Beitragssatzes aufwiesen, sollten Kassenwechsel aufgrund von Kostenersparnissen quantitativ zu vernachlässigen sein.

Versicherte mit folgenden Bedingungen wurden nicht als epidemiologisch sicher gewertet, wurden also nicht als Fälle definiert:

- Versicherte, bei denen nicht für vier aufeinanderfolgende Quartale unmittelbar vor dem Ereignis nachvollziehbar war, ob ein Ereignis stattgefunden hatte (z. B. bei nicht durchgängig Versicherten),
- Versicherte, bei denen jemals ein (vorheriges) Ereignis im verfügbaren Zeitraum stattgefunden hatte, ohne dass dieses Ereignis die Kriterien für ein inzidentes Ereignis erfüllte. Wenn also beispielsweise bei einem Versicherten ab dem 1. Quartal 2005 Diagnosen vorlagen und (nur) im 3. Quartal 2005 ein Herzinfarkt kodiert war, dann wurde dieser Herzinfarkt nicht als inzidentes Ereignis gewertet (da nicht für mindestens vier Quartale vor dem Herzinfarkt bekannt war, ob bereits ein früherer Herzinfarkt stattgefunden hatte). Es wurde stets das früheste in der Vergangenheit dokumentierte Ereignis zur Bewertung herangezogen.

Es war denkbar, dass bei Versicherten zwei „inzidente“ Ereignisse dokumentiert waren, die die Einschlusskriterien erfüllten (z. B. Ereignis in 2006 bei diagnosefreiem Vorlauf 2005 und dann erneut 2009 bei diagnosefreien Jahren 2007 und 2008). In diesen Fällen wurde nur das erste inzidente Ereignis (im Beispiel das Ereignis aus dem Jahr 2006) gezählt.

2.14.1 Herzinfarkt

Als epidemiologisch sichere Fälle für den akuten Herzinfarkt (ICD-10: I21) wurden folgende stationäre und ambulante Diagnosen aus dem Versichertendatensatz in enger Abstimmung mit der internen Qualitätssicherung definiert (siehe Tabelle 2-2).

Tabelle 2-2: Definition inzidenter Herzinfarkt

ICD-10 Klassifikation	inzidenter Herzinfarkt*
I21.-: **Akuter Herzinfarkt**	1x stationäre Entlassungs- oder Nebendiagnose I21.-
	1x ambulante sichere Diagnose I21.- („g“) und Tod im Diagnose- oder Folgequartal

*Die Definition eines Herzinfarktes war dann erfüllt, wenn die Kriterien in einer der nachfolgenden zwei Zeilen erfüllt waren.

Nicht alle Herzinfarkte werden stationär erfasst: dies gilt beispielsweise für Herzinfarkte, die während des notärztlichen Einsatzes zum Tod führen. In der dargestellten Definition werden daher ambulante sichere Diagnosen mit tödlichem Verlauf zusätzlich zu stationären Herzinfarkt-Diagnosen berücksichtigt.

In einer zusätzlichen Fallgruppe, die im Rahmen dieses Abschlussberichtes nicht weiter untersucht wird, wurden neben den Herzinfarkten alle neu diagnostizierten schweren koronaren Herzkrankheiten, speziell die instabile Angina pectoris (I20.0) einbezogen. Die schwere koronare Herzkrankheit (KHK) stellt eine wichtige Vorstufe eines „akuten Herzinfarkts“ dar (Fries & Böhm, 2003; Löwel, 2006).

2.14.2 Schlaganfall

Für die Falldefinition eines inzidenten Schlaganfalls wurden folgende stationäre Diagnosen gemäß der ICD-10 Klassifikation aus dem regionalen Datenpool der gesetzlichen Krankenkassen gezogen: ICD-10: I61, I63 und I64 (siehe Tabelle 2-3). Ambulante Diagnosen wurden nicht definiert, da laut der bekannten Literatur und der Aussagen von Schlaganfall-Spezialisten nahezu alle Schlaganfälle stationär aufgenommen werden (Hoffmann et al., 2003; Schmitt & Ford, 2010; Schubert et al., 2010).

Tabelle 2-3: Definition inzidenter Schlaganfall

ICD-10 Klassifikation	inzidenter Schlaganfall
I61.-: Intrazerebrale Blutung **I63.-: Hirninfarkt** **I64.-: Schlaganfall, nicht als Blutung oder Infarkt bezeichnet**	1x stationäre Entlassungs- oder Nebendiagnose I61.-, I63.- oder I64.-

2.14.3 Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit

Folgende Zieldiagnosen (nach ICD-10) wurden in Tabelle 2-4 für die Ermittlung einer inzidenten Herzinsuffizienz oder hypertensiven Herzkrankheit aus den Sekundärdaten der gesetzlichen Krankenkassen herangezogen: I50, I11, I13.0, I13.2. Die Krankheitsgruppen Herzinsuffizienz und hypertensive Herzkrankheit wurden zusammen betrachtet, da sich große Überschneidungen zwischen diesen beiden Diagnosen finden; außerdem stellt die hypertensive Herzkrankheit ein wichtiges Vorstadium einer Herzinsuffizienz dar.

Im Falle einer stationären Nebendiagnose bzw. (nur) einer ambulanten Diagnose mit Zusatz „g“ (gesicherte Diagnose) musste der Versicherte zusätzlich innerhalb von 4 Quartalen eine Verordnung von Präparaten für das kardiovaskuläre System (ATC-Code: C01, C03, C07 und C09) erhalten haben (=> epidemiologisch sicher; siehe Tabelle 2-4).

Tabelle 2-4: Definition inzidente Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit

ICD-10 Klassifikation	inzidente Herzinsuffizienz/ hypertensive Herzkrankheit*
I50.-: Herzinsuffizienz **I11.-: Hypertensive Herzkrankheit** **I13.0: Hypertensive Herzkrankheit und Nierenkrankheit** **I13.2: Hypertensive Herzkrankheit und Nierenkrankheit und Niereninsuffizienz**	1x stationäre Entlassungsdiagnose I50.-, I11.-, I13.0 oder I13.2
	1x stationäre Nebendiagnose I50.-, I11.-, I13.0 oder I13.2 und 1x ATC-Code: C01, C03, C07 oder C09 innerhalb von 4 Quartalen (vor und nach Indexquartal)
	2x ambulante sichere Diagnose I50.-, I11.-, I13.0 oder I13.2 („g“) innerhalb von 4 Quartalen
	1x ambulante sichere Diagnose I50.-, I11.-, I13.0 oder I13.2 („g“) und 1x ATC-Code: C01, C03, C07 oder C09 innerhalb von 4 Quartalen (vor und nach Indexquartal)

*Die Definition einer Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit war dann erfüllt, wenn die Kriterien in einer der nachfolgenden vier Zeilen erfüllt war.

2.14.4 Brustkrebs

Als inzidenter Brustkrebs (ICD-10: C50, D05) bei weiblichen Versicherten in der Rhein-Main-Region wurden stationäre Fälle mit zusätzlichem Operations- und Prozedurschlüssel definiert (siehe Tabelle 2-5).

Tabelle 2-5: Definition inzidenter Brustkrebs

ICD-10 Klassifikation	inzidenter Brustkrebs
C50.-: Bösartige Neubildung der Brustdrüse [Mamma] **D05.-: Carcinoma in situ der Brustdrüse [Mamma]**	1x stationäre Entlassungs- oder Nebendiagnose C50.- oder D05.- und 1x OPS-Code: 8-52 (Strahlentherapie) oder 8-542 (Chemotherapie) oder 8-547 (Immuntherapie) oder 5-87 bzw. 5-88 (Mamma-OP) innerhalb von 4 Quartalen

2.14.5 Depression (depressive Störung)

Bei der Definition und Eingrenzung der Fälle von Depression (unipolare depressive Störung) bei gesetzlich Versicherten des Rhein-Main-Gebiets wurden stationäre sowie ambulante Diagnosen (F32, F33, F34.1, F41.2) mit einbezogen. Die Definition bezog sich ausschließlich auf unipolare depressive Störungen, d. h. depressive Episoden (F32), rezidivierende depressive Störungen (F33), anhaltende affektive Störungen (hier nur: Dysthymie, F34.1) nach der S3-Leitlinie/Nationale Versorgungsleitlinie (DGPPN et al., 2012). Sonstige affektive Störungen (z. B. rezidivierende kurze depressive Störung, F38.1) wurden nicht in die Falldefinition für die Depression mit einbezogen[16].

Auch wenn vier Quartale vor ambulanter oder stationärer Behandlung keine Diagnose einer unipolaren depressiven Störung gestellt wurde, konnte man bei den hier aufgeführten Diagnosen aufgrund ihres chronischen bzw. rezidivierenden Charakters von affektiven Störungen nicht automatisch von einer Neuerkrankung ausgehen. Daher ist strenggenommen von einer „neuen Episode“ einer Depression zu sprechen (siehe Tabelle 2-6).

Tabelle 2-6: Definition einer Depression

ICD-10 Klassifikation	Depression
F32.-: Depressive Episode	1x stationäre Entlassungsdiagnose F32.-, F33.-, F34.1 oder F41.2
F33.-: Rezidivierende depressive Störung **F34.1: Dysthymia** **F41.2: Angst und depressive Störung, gemischt**	2x ambulante sichere Diagnose F32.-, F33.-, F34.1 oder F41.2 („g“) in zwei aufeinanderfolgenden Quartalen

2.14.6 Fälle für die sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie

Ausgehend von den Sekundärdaten der teilnehmenden Krankenkassen wurden bei der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie stets alle inzidenten Fälle einer Fallgruppe (Erkrankung) in die statistische Analyse einbezogen (siehe Tabelle 2-7). Es ist zu berücksichtigen, dass alle Versicherten als „inzidente Fälle“ einbezogen wurden, die während des gesamten Berichtszeitraums 2006 bis 2010 mindestens ein „inzidentes“ Krankheitsereignis aufwiesen.

[16] http://www.depression.versorgungsleitlinien.de/

Tabelle 2-7: Sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie: Anzahl an inzidenten Fällen

ICD-Gruppe	Krankenkasse 1	Krankenkasse 2	Krankenkasse 3	Gesamt	mit Schallpegeln verknüpft
Herzinfarkt	13.537	2.191	5.557	21.285	19.632
Schlaganfall	17.311	2.565	7.802	27.678	25.495
Herzinsuffizienz*	71.929	10.867	30.310	113.106	104.145
Depression	51.445	7.542	26.193	85.180	77.295
Brustkrebs	3.599	588	3.080	7.267	6.643

* Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit

2.14.7 Fälle für die vertiefende Befragung

Der vertiefenden Befragung lag für die angestrebten Teilnehmerzahlen eine Fallzahlplanung zugrunde (siehe Kap. 2.4), die von den bisher in wissenschaftlichen Untersuchungen gefundenen Risikoerhöhungen ausging.

Grundlage der Powerberechnung für die vertiefende Fallkontrollstudie war eine geschätzte Response von ca. 30%. Daher war ursprünglich geplant, aus dem Sekundärdatensatz die nachfolgend angegebenen Anzahlen von Versicherten mit den folgenden Neuerkrankungen als Zufallsstichprobe zu ziehen und anzuschreiben

- etwa 20.000 Personen mit Herzinfarkt (inzidente Fälle)
- etwa 20.000 Personen mit Schlaganfall (inzidente Fälle)
- etwa 20.000 Personen mit Herzinsuffizienz/ hypertensive Herzkrankheit (inzidente Fälle)

} zum Einbezug von mind. 6.000 Fällen pro Erkrankung

Angeschrieben wurden lediglich Versicherte, die laut den aktuellen Krankenkassenunterlagen zum Zeitpunkt des Versands der Unterlagen versichert und nicht verstorben waren, da alle teilnehmenden Krankenkassen eine Befragung der Angehörigen von Verstorbenen ablehnten. Aufgrund der teilweise mehrjährigen Zeitspanne zwischen Erkrankung (Jahre 2005-2010) und Befragung (Jahr 2014-2015) musste daher davon ausgegangen werden, dass zum Zeitpunkt der Befragung ein beträchtlicher Anteil der Fälle nicht mehr lebte. Ausgehend von der ersten Befragung der Versicherten von Krankenkasse 2 musste die geschätzte Gesamtresponse auf unter 10% korrigiert werden. Um zu geringe Felderbelegungen bestmöglich zu vermeiden, wurde daraufhin die Zahl der anzuschreibenden Versicherten erhöht (etwa verdoppelt) (siehe Kap. 2.16 „Teilnahmeraten bei der vertiefenden Befragung“). Auf der Grundlage der Sekundärdaten bildeten schließlich die nachfolgenden Fälle die Teilnehmerbasis für die Auswahl der anzuschreibenden Versicherten (Tabelle 2-8). Dabei wurden von der IPAS-Auswertungsstelle ausschließlich Versicherte ausgewählt, die die jeweilige Falldefinition erfüllten (nicht verstorben in den Sekundärdaten bis einschließlich 4. Quartal 2010) und zum Zeitpunkt der Sekundärdaten-Ausspielung (November 2013) durch die Krankenkassen noch lebten.

Tabelle 2-8: Sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie: Anzahl an lebenden inzidenten Fällen (basierend auf den Sekundärdaten bis 2013).

GKV	Herzinfarkt	Schlaganfall	Herzinsuffizienz/ hypertensive Herzkrankheit
Krankenkasse 1	8.585	11.159	58.036
Krankenkasse 2	1.408	1.573	8.606
Krankenkasse 3	3.579	5.106	24.775
Gesamt	**13.572**	**17.838**	**91.417**

Von Seiten der Krankenversicherungen wurden von diesen ausgewählten Versicherten anschließend die inzwischen verstorbenen, unter Betreuung stehenden und nicht mehr versicherten Personen ausgeschlossen. Der Zeitpunkt, bis zu dem die beschriebenen Ausschlüsse durchgeführt wurden, unterschied sich zwischen den einzelnen Krankenkassen:

- Krankenkasse 1: bis August 2014,
- Krankenkasse 2: bis Februar 2014 (1. Aussendung) bzw. April 2014 (2. Aussendung),
- Krankenkasse 3: Dezember 2014 (Pilotphase) bzw. Januar 2015 (Hauptphase).

2.15 Gewinnung von Kontrollpersonen

Bei der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie („Sekundärdatenanalyse“) wurden alle Versicherten als Kontrollpersonen einbezogen, die die jeweilige fallgruppenspezifische Erkrankung in der Berichtszeitraum 2005 bis 2010 nicht aufwiesen, im Jahre 2010 ein Alter von mindestens 40 Jahren erreicht hatten und mindestens vier Quartale im gesamten Berichtszeitraum durchgängig versichert waren. Folglich gehörten der „Gesamtkontrollgruppe“ der vertiefenden Befragung alle lebenden Versicherten an, die für mindestens eine untersuchte Zielerkrankung keine sicheren Fälle waren[17]. Für die Entscheidung über „Ausschlusskriterien“ für potenzielle Kontrollpersonen wurden nur stationäre Entlassungs- und Nebendiagnosen sowie gesicherte ambulante Diagnosen zwischen 2005 und 2010 (23 Quartale) berücksichtigt; eine Verordnung von Medikamenten (z. B. ATC-Code: C01, C03, C07 und C09) fand keine Berücksichtigung. Außerdem wurden alle Personen mit einer stationären Entlassungs- oder Nebendiagnose C50 oder D05.x unabhängig von jeglichen therapiebezogenen Zusatzbedingungen aus der Kontrollgruppe für Brustkrebs ausgeschlossen. Personen, bei denen eine Diagnose mit dem Zusatz („v“[18]) erstellt wurde, wurden aufgrund der fehlenden Diagnosesicherung grundsätzlich als

[17] Ein Proband kann gleichzeitig Fall für eine spezifische Zielerkrankung sein und Kontrollperson für eine andere Zielerkrankung.

[18] „v“ = Verdacht auf

Kontrollpersonen eingeschlossen. In Tabelle 2-9 sind die fallgruppenspezifischen Zahlen der Kontrollpersonen in der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie getrennt für die einzelnen Krankenkassen aufgeführt.

Tabelle 2-9: Sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie: Anzahl an Kontrollpersonen

ICD-Gruppe	Krankenkasse 1	Krankenkasse 2	Krankenkasse 3	Gesamt	mit Schallpegeln verknüpft
Herzinfarkt	556.653	84.565	277.146	918.364	834.734
Schlaganfall	552.105	84.087	274.440	910.632	827.601
Herzinsuffizienz*	433.035	65.695	223.474	722.204	654.172
Depression	385.839	62.310	189.338	637.487	578.246
Brustkrebs	291.990	46.614	180.369	518.973	471.596

*Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit

2.16 Teilnahmeraten bei der vertiefenden Befragung

Von den insgesamt über eine Million Versicherten, die in die sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie einbezogen werden konnten, wurden von der Auswertungsstelle in Dresden (IPAS) nach den unter Kapitel 2.14 beschriebenen Aufstockungen 197.897 Versicherte für vertiefende Befragung ausgewählt. Diese Zahl umfasst alle Fälle der Fallgruppen Herzinfarkt, Schlaganfall und Herzinsuffizienz sowie eine Zufallsstichprobe der Kontrollpersonen. Insgesamt wurden 43.729 Versicherte überwiegend aufgrund von Tod, Betreuung, Vormundschaft oder zwischenzeitlichem Austritt aus der Versicherung ausgeschlossen. Informationen bezüglich der Ausfälle finden sich getrennt für die teilnehmenden Krankenkassen in Tabelle 2-10. Insgesamt wurden von den Krankenkassen somit 154.068 Versicherte mit der Bitte um Teilnahme an der vertiefenden Befragung angeschrieben. Eine Auflistung der pro Aussendungswelle von den einzelnen Krankenkassen versandten Anschreiben ist Tabelle 2-10 zu entnehmen. Dabei wurde die ungefähre prozentuale Verteilung der Versicherten in dem gesamten Auswertungsdatensatz berücksichtigt. Die Versicherten der Krankenkasse 2 nahmen ca. 10% des gesamten Datenbestandes ein (siehe Tabelle 2-10), so dass aus dem Gesamtvolumen an geplanten Anschreiben auch ca. 10% an Versicherte der Krankenkasse 2 verschickt wurde. Die Versicherten der Krankenkasse 3 nahmen rund 28% des gesamten Datenbestandes ein. Da allerdings die Krankenkasse 3 im bestehenden Kooperationsvertrag die maximal mögliche Anzahl an Anschreiben auf 15.000 beschränkt hatte, konnten nur 15.000 Versicherte (+ 400 Versicherte aus der Pilotstudie) angeschrieben werden, obwohl dies nur ca. 10% der Anschreiben ausmachte. Allerdings wird die Unterrepräsentierung der Versicherten aus Krankenkasse 3 an der vertiefenden Befragung durch die im Vergleich mit den Versicherten der Krankenkassen 1 und 2 etwas höhere Beteiligung teilweise ausgeglichen; diese höhere Beteiligung lässt sich ungeachtet der – nach dem Eintreffen einiger Beschwerden von Versicherten der Krankenkasse 3 – Ablehnung des Versandes von Erinnerungsschreiben durch die Krankenkasse 3 feststellen. Die Versicherten der Krankenkasse 1 nahmen den größten Anteil des gesamten

Datenbestandes ein, so dass auch der Anteil an Anschreiben für die Krankenkasse 1 am höchsten war.

Tabelle 2-10: Ausfälle von Versicherten für die vertiefende Befragung

	Krankenkasse 1	Krankenkasse 2	Krankenkasse 3	Gesamt
Vom IPAS ausgewählte Versicherte	**153.569**	**22.932**	**21.396**	**197.897**
Ausschlüsse	**30.757**	**7.076**	**5.996**	**43.829**
davon:				
Nicht versichert	9.883	1.410	1.521	12.814
Betreuung/ Vormundschaft	-	897	-	897
Tod	19.811	2.589	3.975	26.375
Andere Gründe (z. B. Verzug ins Ausland, Adressen von den Krankenkassen nicht ermittelbar)	1.063	2.180	500	3.743
Von den Krankenkassen Angeschriebene	**122.812**	**15.856**	**15.400**	**154.068**

Tabelle 2-11: Start- und Endpunkte der vertiefenden Befragung sowie Anzahl der Anschreiben bei den einzelnen Krankenkassen

Titel	Start	Ende	Krankenkasse 2	Krankenkasse 1	Krankenkasse 3
Welle 1	03.03.2014		8.803	8.000	
Welle 2	26.08.2014	04.11.2014	7.053		
Welle 3	25.09.2014	10.12.2014			400
Welle 4	29.09.2014	08.12.2014		30.000	
Welle 5	06.10.2014	15.12.2014		30.000	
Welle 6	13.10.2014	22.12.2014		30.000	
Welle 7	20.10.2014	29.12.2014		24.812	
Welle 8	28.01.2014	03.04.2015			15.000
			15.856	**122.812**	**15.400**

Tabelle 2-12: Beteiligung (Response) an der vertiefenden Befragung

Titel	Krankenkasse 2	Krankenkasse 1	Krankenkasse 3	gesamt
Anzahl der Anschreiben (n)	15.856	122.812	15.400	**154.068**
Anzahl der Teilnehmer (n)	1.181	5.689	1.670	**8.540**
Response in %	*7,4*	*4,6*	*10,8*	***5,5%***

Insgesamt nahmen etwa 6% der angeschriebenen Versicherten an der vertiefenden Befragung teil (siehe Tabelle 2-12). Davon nutzten 6.996 Teilnehmer/innen den schriftlichen Fragebogen, 847 Teilnehmer/innen den Online-Fragebogen und 697 Teilnehmer/innen das Telefoninterview. Bei der Versichertenpopulation B lag die Teilnahmerate trotz des Verzichtes auf das Erinnerungsschreiben mit etwa 11% deutlich höher als bei den Versichertenpopulation A.

Für insgesamt 7.783 Teilnehmer/innen (91,1%) an der vertiefenden Befragung lagen sekundärdatenbasierte Lärmpegel vor (5.395 Versicherte der Krankenkasse 1, 885 der Krankenkasse 2, 1.503 der Krankenkasse 3). Da sich das primäre Ziel der vertiefenden Befragung auf die Auswirkung der verbesserten Berücksichtigung von Confoundern (z. B. des Sozialstatus, des Tabakkonsums und des Körpergewichts) auf die sekundärdatenbasierten Risikoschätzer bezog, wurden diejenigen Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung aus der weiteren Auswertung ausgeschlossen, für die keine sekundärdatenbasierten Lärmexpositionen vorlagen (insgesamt 757 Versicherte, davon 294 Versicherte bei der Krankenkasse 1, 296 bei der Krankenkasse 2, 167 bei der Krankenkasse 3)[19].

2.17 Statistische Analysen

Gemäß Guter Epidemiologischer Praxis (GEP) wurde a priori ein statistischer Analyseplan entwickelt und mit der internen Qualitätssicherung und dem Wissenschaftlichen Begleitkreis (WBQ) abgestimmt. Darin wurden alle wesentlichen Expositionsvariablen, potenziellen Confounder und Outcomes beschrieben und definiert. Weiterhin wurden im Analyseplan die geplanten statistischen Auswertungsschritte festgelegt. Generell wurden mittels logistischer Regressionsanalyse die Odds Ratios (OR) als Effektschätzer der relativen Erkrankungsrisiken bestimmt. Weiterhin wurden, wie in epidemiologischen Studien üblich, zu allen ORs stets die 95%-Konfidenzintervalle angegeben (95% KI[20]).

[19] Somit war kein Vergleich der ORs zwischen der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie und der vertiefenden Befragung möglich.

[20] 95%-KI: Der Vertrauensbereich, der vereinfacht ausgedrückt mit 95%iger Wahrscheinlichkeit den wahren Effektschätzer enthält. Je schmaler der Bereich, umso präziser ist die Schätzung. Bei großen Fallzahlen erhöht sich die Präzision der Schätzung.

2.18 Berücksichtigung von Confounding

Im Rahmen der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie und der vertiefenden Befragung wurden folgende potenzielle Confounder erhoben (Tabelle 2-13).

Tabelle 2-13: Potenzielle Confounder der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie und der vertiefenden Befragung

	Sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie	Vertiefende Befragung
Basisconfounder	Alter	Alter
	Geschlecht	Geschlecht
	Sozialstatus (soweit verfügbar: über Tätigkeitskennzeichen); auf „ökologischem“ Niveau die SGB II-Quote	Sozialstatus (Winkler-Index) – über Einkommen, berufliche Stellung, Bildung bzw. Ausbildung
in die Analysen einzubeziehende weitere Confounder		Tabakkonsum
		Alkoholkonsum
		BMI
		Nachtschichtarbeit[21]
		Arbeitslärm
		Körperliche Aktivität

Als Basisconfounder wurden die soziodemographischen Merkmale *Alter, Geschlecht* und *Sozialstatus* in den statistischen Analysen berücksichtigt. Dazu wurden von den Krankenkassen die Variablen Alter und Geschlecht sowie das Tätigkeitskennzeichen der gesetzlich Versicherten übermittelt. Nach Übermittlung der Sekundärdaten wurde geprüft, ob die dafür benötigten Variablen valide dokumentiert waren (siehe Kapitel 2.12). In weiteren Modellen wurden zusätzlich weitere Wohnortcharakteristika (regionale SGB II-Quote) berücksichtigt. Die Auswahl der einzubeziehenden Confounder für die vertiefende Fallkontrollstudie berücksichtigte die Methode der „*directed acyclic graphs (DAGs)*“ (Shrier & Platt, 2008).

Bei der Auswertung der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie wurde zuerst in einem quasi „rohen“ Modell lediglich für Alter und Geschlecht adjustiert (OR_1 mit Adjustierung für Alter, Geschlecht). Wenn eine Stratifizierung nach Geschlecht bzw. Alter erfolgte, wurde nur für die jeweils andere Variable adjustiert. Die zusätzliche Adjustierung für den Sozialstatus in einem sogenannten Basismodell bezog zunächst – soweit diese Angaben verfügbar waren – die Angaben aus den Sekundärdaten zur individuellen Schulbildung und

[21] Zusätzlich wurde auch die psychosoziale berufliche Belastung („Effort-Reward-Imbalance“) erfragt (Siegrist et al., 2009) Allerdings war die Ausfüllqualität der diesbezüglichen Fragen schlecht, so dass die psychosoziale Belastung nicht als potenzieller Confounder in die statistischen Auswertungen aufgenommen wurde.

zur beruflichen Position (OR_2 mit Adjustierung für Alter, Geschlecht, individuelle Schulbildung, berufliche Position) ein.

In einem weiteren Basismodell wurde zusätzlich die (Stadt- bzw. Landkreis-bezogene) SGB II-Quote als quasi „ökologische“ Variable in die logistischen Regressionsmodelle aufgenommen (OR_3 mit Adjustierung für Alter, Geschlecht, individuelle Schulbildung, berufliche Position, SGB II-Quote). Grundsätzlich wurden in allen Auswertungen nicht nur die adjustierten Odds Ratios berechnet, sondern auch die AIC-Werte (Akaike Informationskriterium, Akaike, 1974); damit war ein Vergleich der Abbildungsgüte der verschiedenen Modelle möglich. In der getrennten Betrachtung der Krankenkassen konnte bei den Versicherten der Krankenkasse 3 auch die Einkommensgruppe zusätzlich in die logistischen Modelle aufgenommen werden (OR_4 mit Adjustierung für Alter, Geschlecht, individuelle Schulbildung, berufliche Position, Einkommen, SGB II-Quote).

In der vertiefenden Befragung wurden folgende potenzielle Confounder erhoben:

a) Tabakkonsum (Kap.2.18.4)
b) Alkoholkonsum (Kap. 2.18.5)
c) BMI (Kap. 2.18.6)
d) Einkommen, berufliche Stellung, Bildung bzw. Ausbildung (Sozialstatus)
e) Nachtschichtarbeit (Kap. 2.18.3)
f) Arbeitslärm (Kap. 2.18.8)
g) Körperliche Aktivität (Kap. 2.18.9)

Für alle Versicherten der vertiefenden Befragung wurden zunächst die oben beschriebenen „rohen“ ORs (OR_1 mit Adjustierung für Alter und Geschlecht) gebildet sowie die Odds Ratios bei zusätzlicher Adjustierung für den aus den Sekundärdaten allein ableitbaren individuellen Sozialstatus (OR_3 mit Adjustierung für Alter, Geschlecht, individuelle Schulbildung, berufliche Position, SGB II-Quote). Der letztgenannte Risikoschätzer (OR_3) sollte die Grundlage für eine Beurteilung der verbesserten Berücksichtigung des Sozialstatus durch die vertiefende Befragung bilden (darüber hinaus bildete er – wie weiter unten ausgeführt - auch die Grundlage für die Beurteilung des Ausmaßes einer Selektionsverzerrung durch die Auswahl der Versicherten und durch eine geringe Response). In einem weiteren Schritt wurde der Sozialstatus auf der Grundlage der vertiefenden Befragung ermittelt. Damit wurde die Grundlage für eine vertiefende Analyse des Sozialstatus als potenziellem Confounder gelegt (siehe Kap. 2.20.4).

Da dem Rauchverhalten eine besonders wichtige Rolle insbesondere bei den Herz-Kreislauf-Erkrankungen zugemessen wurde, wurden in einem nächsten Schritt die für Alter, Geschlecht, Sozialstatus und Rauchverhalten adjustierten Odds Ratios (OR_4) berechnet. Da das letztgenannte Modell im Rahmen dieser Studie keine wesentliche Änderung der Effektschätzer erbrachte, werden die entsprechenden Risikoschätzer im Abschlussbericht nicht aufgeführt. Schließlich wurden in einem „voll adjustierten“ Modell („Direkte-Effekte-Modell“ gemäß DAG-Analyse; OR_7) zusätzlich Alkoholkonsum, BMI, Nachtschichtarbeit, Arbeitslärm und körperliche Aktivität in das logistische Regressionsmodell aufgenommen.

Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen potenziellen Confounder und des Umgangs mit potenziellen Confoundern bei der Modellbildung findet sich in den folgenden Kapiteln.

Einer möglichen Effektmodifikation (Interaktion) durch das Geschlecht wurde dadurch Rechnung getragen, dass alle Modelle gemeinsam für Männer und Frauen *und* gesondert für Männer und Frauen analysiert wurden. Um das Zusammenwirken (Effektmodikation/Interaktion) zwischen Verkehrslärm und Alter zu untersuchen, wurde eine Stratifizierung nach Alter (über versus unter der 50%-Perzentile) für die Grundanalyse ($L_{pAeq24h}$ in 5 dB-Kategorien) der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie durchgeführt.

Die Kernanalysen wurden zusätzlich gesondert für einzelne Versichertenpopulationen durchgeführt (Versichertenpopulation A und Versichertenpopulation B). Dabei konnten die Daten der Krankenkassen 1 und 2 aufgrund ihrer relativ homogenen Versichertenstruktur zusammengefasst und in einer Gruppe analysiert werden (Versichertenpopulation A). Ein Vergleich der Analysen (Versichertenpopulation A vs. Versichertenpopulation B, also Versicherte von Krankenkasse 1 und 2 vs. Versicherte von Krankenkasse 3) sollten weiteren Aufschluss über die Heterogenität der Versichertenpopulationen in Bezug auf die gesuchte Expositions-Risiko-Beziehung und damit über die „externe Validität“ der Ergebnisse geben (vgl. Kap. 2.8.2).

2.18.1 Alter

Die übermittelten Sekundärdaten umfassen die Berichtsjahre 2005 bis 2010. Für die erkrankten Versicherten (Fälle) floss das Alter in die Analysen ein, in dem die Diagnosestellung erfolgte (zwischen 2006 und 2010). Für die Kontrollpersonen wurde zunächst eine Häufigkeitsverteilung der Berichtsjahre vorgenommen, in denen die Diagnose bei den Fällen erfolgte, und ein „gemitteltes“ Diagnosejahr bestimmt (hierfür ergab sich das Berichtsjahr 2008). Dieses gemittelte Diagnosejahr wurde allen Kontrollpersonen zugeordnet, d.h. es ging für alle Kontrollpersonen das Alter am 31.12.2008 in die Analyse ein.

Im Rahmen der Sekundärdatenanalyse wurde nach dem a priori festgelegten Verfahren das Alter entweder kontinuierlich (einfaches Polynom 3. Grades mit 3 Termen: linear, quadratisch und kubisch) oder in 5-Jahres-Klassen in die multivariaten Regressionsanalysen einbezogen.[22] Die Güte der Anpassung wurde bei der Hauptanalyse für Fluglärm (24h-Mittelungspegel, siehe Kapitel 2.20.4.1) jeweils gesondert für Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Depression und Brustkrebs mittels der Anpassungsgüte (abgebildet durch das AIC-Kriterium) bestimmt. Lag das AIC für das kontinuierliche Alter deutlich über dem AIC

[22] Mit dem beschriebenen Vorgehen wurde eine bestmögliche Anpassungsgüte angestrebt. Da unterschiedliche Erkrankungen einen unterschiedlichen Altersverlauf haben können, sollte ein residuelles Confounding bestmöglich vermieden werden.

für die 5-Jahres-Altersklassen (mindestens 5 Punkte), so wurden in weiteren Analysen (auch bezogen auf Straßen- und Schienenverkehrslärm) nur die 5-Jahres-Altersklassen verwendet. Somit konnte sich der Umgang mit dem Confounder Alter bei den einzelnen Outcomes unterscheiden. Dies ist inhaltlich durchaus sinnvoll, da sich der Altersverlauf bei den einbezogenen Zielerkrankungen teilweise deutlich unterscheidet.

Wenn der Confounder „Alter“ in der Hauptanalyse bei der Gesamtgruppe der schweren ischämischen Herz-Kreislauf-Erkrankungen[23] in das logistische Regressionsmodell aufgenommen wurde, so zeigte die kontinuierliche Variable eine deutlich bessere Modellgüte – ausgedrückt durch den AIC-Wert – als die in 5-Jahres-Altersklassen kategorisierte Altersvariable (AIC-Differenz von 122 Punkten). Auf dieser Grundlage wurde in allen Analysen, bei denen als Outcome Herz-Kreislauf-Erkrankungen untersucht wurde, das Alter einheitlich als kontinuierliche Variable in das logistische Regressionsmodell aufgenommen. Im Unterschied dazu zeigte sich für unipolare depressive Störungen, dass bei der Hauptanalyse die Verwendung von 5-Jahres-Altersklassen eine deutlich bessere Modellgüte (AIC-Differenz 188 Punkte) erbrachte als die Verwendung der kontinuierlichen Altersvariable. Somit wurden für alle Analysen, welche das Outcome Depression betreffen, die 5-Jahres-Altersklassen in das logistische Regressionsmodell aufgenommen. Beim Brustkrebs wies das Modell mit der kontinuierlichen Altersvariable eine wesentlich bessere Anpassungsgüte auf (AIC-Differenz 86 Punkte), so dass für diese Erkrankung stets das Alter als kontinuierliche Variable einfloss.

Weiterhin wurde überprüft, ob eine Effektmodifikation durch das Alter vorliegt. Dazu wurden zwei Subgruppen (< 60 Jahre, ≥ 60 Jahre) getrennt voneinander analysiert, und die Verkehrslärm-bezogenen Effektschätzer wurden miteinander verglichen.

2.18.2 Geschlecht

Alle Auswertungen (außer für Brustkrebs) erfolgten primär für Männer und Frauen gemeinsam, dabei wurde für das Geschlecht adjustiert. In weiteren Analysen wurden die Risikoschätzer getrennt für Männer und Frauen berechnet.

---

[23] Die Gesamtgruppe der ischämischen Herz-Kreislauf-Erkrankungen (Herzinfarkte I21.-, schwere koronare Herzerkrankungen I20.0 und ischämische Schlaganfälle I63.-) wurde im Rahmen der diesem Abschlussbericht zugrunde liegenden Auswertungen nur verwendet, um ein einheitliches Vorgehen beim Umgang mit dem Confounder „Alter“ festzulegen. Eine zusätzliche Auswertung der Verkehrslärm-bezogenen Risikoschätzer für schwere ischämische Herz-Kreislauf-Erkrankungen soll – unabhängig von dem vorliegenden Abschlussbericht – ggf. zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen.

2.18.3 Sozialstatus

Die Berücksichtigung des **individuellen Sozialstatus** erfolgte auf der Grundlage des Tätigkeitskennzeichens, das den Sekundärdaten der Krankenkassen zu entnehmen war. Dieses setzt sich aus fünf Stellen zusammen. Die ersten drei Stellen geben Auskunft über den Beruf der versicherungspflichtigen Arbeitnehmer/innen wie der freiwillig Versicherten (nach Klassifikation der Berufe der Bundesagentur für Arbeit, 1988). Über die vierte Stelle wird die Stellung im Beruf und über die fünfte Stelle der höchste Ausbildungsabschluss dargestellt. Für Familienangehörige und Rentner lagen keine entsprechenden Angaben zum individuellen Sozialstatus vor.

Zusätzlich wurde für alle Versicherten der Krankenkasse 3 die Einkommensgruppe geliefert. Nach Auskunft der Krankenkasse 3 lagen Informationen zum Einkommen der Versicherten aus zwei Quellen vor: Bei abhängig Beschäftigten waren die Entgeltmeldungen des Arbeitgebers vorhanden; hier basierte die Einkommensgruppe auf dem beitragspflichtigen Jahreseinkommen gemäß Meldung an die gesetzliche Rentenversicherung. Bei freiwillig Versicherten (z. B. Selbstständigen) wurde hingegen nur das beitragspflichtige Jahreseinkommen in der gesetzlichen Krankenversicherung (GKV) erfasst. Aus Datenschutzgründen mussten hierfür Kategorien gebildet werden. Die Gruppierung erfolgte dabei in 5.000-Euro-Schritten; bei einer Beitragsbemessungsgrenze von 66.000 Euro in der RV-West im Jahr 2010 ergab dies insgesamt maximal 14 Ausprägungen. Des Weiteren wurden zur Abschätzung des Sozialstatus die zwei Variablen „Mitglied/Familie/Rentner“ und „freiwillig versichert/pflichtversichert“ von der Krankenkasse 3 zur Verfügung gestellt.

Es konnte somit geprüft werden, ob sich mit der Berücksichtigung der verfügbaren individuellen Angaben zum Sozialstatus (basierend auf dem Tätigkeitskennzeichen, bei den Versicherten der Krankenkasse 3 zusätzlich auf dem gemeldeten Jahreseinkommen) durch eine verbesserte Abschätzung des sozialen Status der Versicherten in den logistischen Regressionsmodellen eine verbesserte Modellgüte erzielen lässt.

Im Rahmen der vertiefenden Befragung wurde der individuelle Sozialstatus über die detaillierte Erhebung der Bildung und Ausbildung, der beruflichen Stellung und des monatlichen Nettoeinkommens definiert (Dragano, 2007; Hoffmann et al., 2003). Dazu wurde der „Soziale-Schicht-Index“ nach Winkler (1999) – Winkler-Index oder auch Scheuch-Winkler-Index genannt - gebildet. In die Bildung des Winkler-Index gehen gleichgewichtig drei Angaben ein:

1. Schulbildung,
2. berufliche Stellung und
3. Haushaltseinkommen (Winkler & Stolzenberg, 2009).

Im Folgenden soll die Ermittlung dieser drei Angaben und der weitere Umgang mit dem „Soziale-Schicht-Index“ in den multivariaten logistischen Regressionsmodellen genauer dargestellt werden.

1. **Bildung und Ausbildung:**

Die Fragebogenangaben der teilnehmenden Versicherten wurden in Anlehnung an die Operationalisierung der Schulbildung bzw. Ausbildung von Winkler & Stolzenberg (2009) durchgeführt (siehe Tabelle 2-14).

Tabelle 2-14: Operationalisierung der Bildung und Ausbildung in Anlehnung an Winkler & Stolzenberg (2009)

Score	Bildung		Ausbildung
1	Noch keinen Schulabschluss Haupt-/Volksschule Realschule/mittlere Reife POS/10. Klasse Fachhochschulreife/Fachoberschule Anderer Schulabschluss Schule beendet ohne Abschluss	oder und	Anderer Berufsabschluss Keinen Berufsabschluss (Auszubildende/r)
2	Haupt-/Volksschule Anderer Schulabschluss Schule beendet ohne Abschluss	und	Lehre, berufl.-betriebl. Ausbildung BFS, Handelsschule, berufl.-schul. Ausbildung Fachschule Noch in beruflicher Ausbildung
3	Realschule/mittlere Reife	und	Lehre, berufl.-betriebl. Ausbildung BFS, Handelsschule, berufl.-schul. Ausbildung Fachschule Noch in beruflicher Ausbildung
4	POS/10. Klasse Fachhochschulreife/Fachoberschule	und	Lehre, berufl.-betriebl. Ausbildung BFS, Handelsschule, berufl.-schul. Ausbildung Fachschule Noch in beruflicher Ausbildung
5	Abitur, EOS, allgem. fachgeb. Hochschulreife	und	Lehre, berufl.-betriebl. Ausbildung BFS, Handelsschule, berufl.-schul. Ausbildung Fachschule Noch in beruflicher Ausbildung
6			Fachhochschule, Ingenieurschule
7			Universität, Hochschule

2. **Berufliche Stellung:**

Im Fragebogen wurde die berufliche Stellung im Jahr 2005 abgefragt. Die Freitextangaben zum Beruf wurden in Anlehnung an das Handbuch der Berufscodierung nach Geis (2011) kodiert. Für die Hauptanalyse wurde die berufliche Stellung im Jahre 2005 in die Bildung des Winkler-Index einbezogen. Aus den verwendeten Stammdaten der gesetzlichen Krankenkassen wurden die in Tabelle 2-15 dargestellten Verschlüsselungen in Anlehnung an (Stegmann, 2005) identifiziert.

Tabelle 2-15: Operationalisierung der beruflichen Stellung in Anlehnung an Winkler & Stolzenberg (2009)

Score	Berufliche Stellung
1	Schüler, Student oder Auszubildender (z. B. in Lehre), ungelernter Arbeiter, Hausfrau/-mann
2	Angelernter oder gelernter Arbeiter oder Facharbeiter, Selbständiger Landwirt/Genossenschaftsbauer
3	Vorarbeiter, Meister, Polier usw., Angestellter mit einfacher Tätigkeit, Beamter einfacher Dienst, Mithelfender Familienangehöriger
4	Angestellter Industrie-/Werkmeister oder Angestellter mit qualifizierter Tätigkeit, Beamter mittlerer Dienst
5	Sonstiger Selbstständiger mit bis zu 9 Mitarbeitern/Partnern
6	Angestellter mit hochqualifizierter Tätigkeit oder Leitungsfunktion, Beamter gehobener Dienst, Freiberuflich, selbständiger Akademiker
7	Angestellter mit umfassender Führungstätigkeit und Entscheidungsbefugnissen, Beamter höherer Dienst, sonstiger Selbständiger mit 10 und mehr Mitarbeitern/Partnern

3. **Haushaltsnettoeinkomme**n:

In Anlehnung an Winkler und Stolzenberg (2009) wurde das monatliche Einkommen folgendermaßen operationalisiert bzw. kodiert:

Tabelle 2-16: Operationalisierung des monatlichen Haushaltsnettoeinkommen in Anlehnung an Winkler & Stolzenberg (2009)

Score	Einkommen
1	<1250 €
2	1250 – <1750 €
3	1750 – <2250 €
4	2250 – <3000 €
5	3000 - <4000 €
6	4000 - <5000 €
7	≥5000 €

4. Punktsummenscore

Die für jeden Versicherten erhaltenen Wertebereiche 1-7 der drei Variablen 1. Bildung/Ausbildung, 2. berufliche Stellung und 3. Haushaltsnettoeinkommen wurden anschließend summiert, und es wurde der „Soziale Schicht Index“ nach Winkler gebildet:

Tabelle 2-17: Wertebereich „Soziale-Schicht-Index“ nach Winkler & Stolzenberg (2009)

Wertebereich	Soziale Schicht
3-8	niedrig
9-14	mittel
15-21	hoch

Waren nur zwei Teilscores vorhanden, so wurde deren Summe durch zwei dividiert und im Anschluss mit 3 multipliziert (*SES= (Score1+Score2)/2*3)*. Falls nur ein Teilscore verfügbar war, wurde dieser mit drei multipliziert (*SES= Score1*3)*. Falls keine Teilscores verfügbar waren, wurden diese als fehlender Wert definiert (SES=‘*999‘)*.

Bei der Analyse der vertiefenden Befragungsdaten sollte ein residuelles (unerkanntes) Confounding durch den Sozialstatus bestmöglich vermieden werden. Daher wurden die angegebenen Wertebereiche für jede soziale Schicht noch einmal aufgeteilt, so dass sechs Kategorien für die soziale Schicht nach Winkler in die logistischen Regressionsmodelle aufgenommen wurden (Wertebereiche 3 bis <6; 6 bis <9; 9 bis <12; 12 bis <15; 15 bis <18; 18 bis 21).

2.18.4 Tabakkonsum

Für das Rauchverhalten wurden im Rahmen der Befragung folgende Variablen erhoben:

- Rauchstatus,
- Expositionsdosis,
- Expositionsdauer (Alter oder Jahr bei Beginn bzw. bei Beendigung des Rauchens).

Die Rauchgewohnheiten wurden anhand der kumulativen Rauchdosis (Berechnung der lebenslangen Packungsjahre[24]) für Expositionsgruppen von Rauchern (gegenwärtige Rau-

[24] Die Variable Packungsjahre (pack-years) ist das Produkt aus der Anzahl der täglich konsumierten Rauchmenge und der Rauchdauer. (Latza et al., 2004; Ramroth et al., 2006)

cher, Ex-Raucher, Gelegenheitsraucher, Nichtraucher, Nieraucher) bestimmt (Latza et al., 2004; Ramroth et al., 2006). Die ermittelten Packungsjahre der Raucher wurden in Anlehnung an Lee at al. (2011) anschließend für die Analysen in folgende Gruppen kategorisiert (siehe Tabelle 2-18).

Tabelle 2-18: Definierte Raucher und Kategorisierung der lebenslangen Packungsjahre (pack-years)

Definierte Raucher	Packungsjahre
Nieraucher	<0,1
Leichte Raucher	0,1-20,0
Moderate Raucher	20,1-40,0
Starke Raucher	>40

Der Tabakkonsum wurde mittels der vorgenannten kategorisierten Packungsjahre in das logistische Regressionsmodell aufgenommen. Zusätzlich wurde für den Rauchstatus (Jetzt/ Ex-/Nieraucher) im Jahr 2005 adjustiert. Angaben zur Ausfüllqualität finden sich in Kapitel 2.19.

2.18.5 Alkoholkonsum

Um den Alkoholkonsum der Versicherten für das „Referenzjahr“ 2005 einschätzen zu können, wurde ein Item in Anlehnung an den „*Alcohol Use Disorder Identification Test Consumption*“ eingesetzt (Babor et al., 2002). Die fünf Antwortmöglichkeiten aus dem Fragebogen wurden als fünf Kategorien in den multivariaten Analysen verwendet. Angaben zur Ausfüllqualität finden sich in Kapitel 2.19.

2.18.6 BMI

Aus dem im Fragebogen angegebenen Gewicht und der Körpergröße des Jahres 2005 wurde der Body-Mass-Index (BMI) gebildet. Geschlecht und Alter wurden bei der Einteilung des BMI nicht berücksichtigt. Folgende Kategorien wurden für die Analysen verwendet:

- Untergewicht: BMI unter 18,5
- Normalgewicht: BMI von 18,5 bis 24,9
- Übergewicht: BMI von 25 bis 29,9
- Adipositas Grad I: BMI von 30 bis 34,9
- Adipositas Grad II: BMI von 35 bis 39,9
- Adipositas Grad III: BMI von 40 und höher (RKI, 2003)

Angaben zur Ausfüllqualität finden sich in Kapitel 2.19.

2.18.7 Nachtschichtarbeit

Im Rahmen der vertiefenden Fallkontrollstudie wurden folgende Fragen zur Arbeitszeit und Nachtschichtarbeit aus dem „Mikrozensus 2011“ verwendet:

- Wöchentliche Arbeitszeit (inkl. Mehrstunden)
- Anzahl der Stunden in Nachtschicht (pro Woche)

Die Zahl der Nachtschicht-Stunden wurde in Quartile der Verteilung bei den Kontrollpersonen eingeteilt, Versicherte mit regulärer Arbeitszeit (ohne Nachtschicht) wurden dabei der Referenzkategorie zugeordnet. Für die Hauptanalyse wurden dabei die Angaben zur Nachtschicht des Jahres 2005 verwendet. Angaben zur Ausfüllqualität finden sich in Kapitel 2.19.

2.18.8 Arbeitslärm

Für die Erhebung der Lärmbelastung am Arbeitsplatz als potenziellem Confounder wurde eine Ordinalskala in Anlehnung an nationale Studien (z. B. NAROMI-Studie) verwendet (Ising et al., 1997). Die Pegelstufen waren in Anlehnung an die nachfolgenden „Alltagsgeräusche“ gebildet:

1. Kühlschrank bzw. Tastaturen (55dB)
2. Rasenmäher (75dB)
3. Bohrmaschine (88dB)
4. Presslufthammer (100dB)

In einer Arbeitsumgebung mit hohem Schallpegel aufgrund von lauten Maschinen ist ab einem Schallpegel von 85 dB das Tragen eines Gehörschutzes vorgeschrieben. Daher wurde neben der Lärmbelästigung am Arbeitsplatz erfragt, ob die Versicherten an einem Arbeitsplatz tätig waren, der mit dem Zeichen „Gehörschutz tragen“ gekennzeichnet war (Item 23.8 bzw. 26.8 des Fragebogens, siehe Anhang 01: Fragebogen für die vertiefende Befragung) (Streppel et al., 2006).

2.18.9 Körperliche Aktivität

Die körperliche Aktivität (sportliche Betätigung) der Versicherten wurde für das Jahr 2005 in Anlehnung an den Bundesgesundheitssurvey 1998 erhoben. Folgende Einteilungen werden für die sportliche Betätigung im Jahr 2005 erhoben:

- keine sportliche Betätigung
- weniger als 1 Stunde pro Woche
- regelmäßig, 1-2 Stunden pro Woche
- regelmäßig, 2-4 Stunden pro Woche
- regelmäßig, mehr als 4 Stunden pro Woche.

Die körperliche Aktivität floss als kategorisierte Variable in die multivariaten Analysen ein. Angaben zur Ausfüllqualität finden sich in Kapitel 2.19.

2.19 Ausfüllqualität der Fragebögen

Die Ausfüllqualität wurde zunächst auf der Grundlage der ersten abgeschlossenen Aussendewellen (mit n=647 Teilnehmer/innen) untersucht, um eventuelle „Gegenmaßnahmen“ zur Erhöhung der Ausfüllqualität treffen zu können und um das definitive Vorgehen bei der Plausibilitätsprüfung bei der Gesamt-Teilnehmergruppe festzulegen. Im Ergebnis dieser Prüfung konnte die diesbezügliche Ausfüllqualität als gut bis zufriedenstellend eingestuft werden.

Nachfolgend wird die Ausfüllqualität nach Abschluss der vertiefenden Befragung dargestellt. Die Ausfüllqualität der 8.540 Fragebögen wurde wie folgt ermittelt: Zuerst erfolgte in Gießen bei allen Scans eine Plausibilitätsprüfung der aus den Fragebögen eingelesenen Werte durch vorab definierte Ranges (siehe Tabelle 2-19) sowie bei fehlender Adresszuordnung. Dabei wurde für jede Variable ein Bereich („*Range*“) definiert, der als realistische Ausprägung angesehen wurde (siehe Tabelle 2-19). Werte, die außerhalb dieses Bereiches lagen, wurden als unplausible Werte angesehen und von der Auswertung ausgeschlossen.

Tabelle 2-19: Plausibilitätsprüfung der Fragebögen

Gesamt (n=8.540)	**Missings**		Definiertes Range	Nachprüfungsbedürftige Werte (IMI)			Unplausible Werte	
Item	**n**	**%**		**Range**	**n**	**%**	**n**	**%**
Größe	117	1,4	70-230 (cm)	≤ 1,45 m, > 2,00m	29	0,3	5	0,1
Gewicht	163	1,9	35-250 (kg)	35-45 kg, > 150 kg	45	0,5	3	<0,05
BMI (berechnet aus finalem Datensatz)	201	2,4	>16	<16	39	0,5	6	0,1

In der Gießener Erhebungsstelle erfolgte bei Fragebögen mit unplausiblen Werten eine Überprüfung „per Hand“. Insgesamt wurden auf diese Weise 240 Scanfehler identifiziert und korrigiert.

Hinsichtlich der einzelnen Fragen zeigte sich eine unterschiedliche Ausfüllqualität. Beim Rauchstatus lag der Anteil an fehlenden Werten bei 2,7%. Die aus mehreren Variablen gebildete Anzahl der Packungsjahre ließ sich (lediglich) bei 4,3% der Versicherten nicht bestimmen (siehe Tabelle 2-20). Damit wurde hinsichtlich des wichtigen potenziellen Confounders „Rauchen“ eine sehr gute Ausfüllqualität erreicht. Fragen zum sozio-ökonomischen Status (monatliches Haushaltsnettoeinkommen, berufliche Situation und Position) wurden von den meisten Versicherten ausgefüllt. Lediglich bei der Frage zur beruflichen

Position im Jahr 2005 waren in 35,0% der zurückgesandten Fragebögen keine Informationen enthalten.

Bei weiteren Confoundern, wie z. B. den Angaben zur Nachtschicht zeigte sich dagegen eine geringere Prozentzahl an fehlenden Werten. Generell weisen erkrankte Fälle mehr „*Missings*“ auf als die Kontrollpersonen (siehe Tabelle 2-20). Im geschlechtsspezifischen Vergleich haben Frauen in der Regel eine schlechtere Ausfüllqualität als die männlichen Teilnehmer (Tabelle 2-20).

Tabelle 2-20: Geschlechtsspezifische und Fall-Kontroll-bezogene Ausfüllqualität: Anteil der Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung mit fehlenden Angaben (missings)

	Männer (n=4.364)		Frauen (n=4.176)		Fälle (n=4.227)		Kontrollen (n=4.313)	
ITEMS	n	%	n	%	n	%	n	%
Größe	61	1,4	56	1,3	62	1,5	55	1,3
Gewicht	81	1,9	82	2,0	85	2,0	78	1,8
Rauchen	118	2,7	94	2,3	127	3,0	85	2,0
Rauchmenge	108	2,5	94	2,3	74	1,8	127	2,9
Packyears	188	4,3	168	4,0	199	4,7	156	3,6
Alkoholkonsum	85	1,9	63	1,5	80	1,9	68	1,6
Körperliche Aktivität	84	1,9	83	2,0	95	2,2	72	1,7
Nachtschicht (Berufstätige)	38	0,9	46	1,1	33	0,8	51	1,2
Nachschicht (inkl. Personen ohne Angabe zur Berufstätigkeit)	50	1,1	52	1,2	46	1,1	56	1,3
Gehörschutz (Berufstätige)	165	3,8	219	5,2	147	3,5	237	5,5
Gehörschutz (inkl. Personen ohne Angabe zur Berufstätigkeit)	180	4,1	232	5,6	162	3,8	250	5,8
SES_Schulabschluss	98	2,2	88	2,1	97	2,3	89	2,1
SES_Ausbildung	309	7,1	474	11,4	440	10,4	342	7,9
SES_Haushaltsmitglieder	333	7,6	293	7,0	314	7,4	312	7,2
SES_Nettoeinkommen	166	3,8	220	5,3	210	5,0	176	4,1
SES_BeruflicheSituation	355	8,1	422	10,1	459	10,9	317	7,3

Bei der Darstellung der Ausfüllqualität nach Alter zeigte sich, dass die Fragebögen der Versicherten über 75 Jahre überwiegend eine schlechtere Ausfüllqualität aufwiesen als die Fragebögen der jüngeren Versicherten (siehe Tabelle 2-21).

Tabelle 2-21: Altersbezogene Ausfüllqualität

ITEMS	< 56 Jahre (n=1.505) n	%	> 55-75 Jahre (n=4.117) n	%	> 75 Jahre (n=1.983) n	%
Größe	10	0,7	30	0,7	28	1,4
Gewicht	17	1,1	44	1,1	47	2,4
Rauchen	17	1,1	71	1,7	63	3,2
Rauchmenge	58	3,9	107	2,6	18	0,9
Packyears	43	2,9	134	3,3	98	4,9
Alkoholkonsum	14	0,9	51	1,2	36	1,8
Körperliche Aktivität	12	0,8	52	1,3	46	2,3
Nachtschicht (Berufstätige)	17	1,1	51	1,2	3	0,2
Nachschicht (inkl. Personen ohne Angabe zur Berufstätigkeit)	18	1,2	56	1,4	12	0,6
Gehörschutz (Berufstätige)	100	6,6	219	5,3	15	0,8
Gehörschutz (inkl. Personen ohne Angabe zur Berufstätigkeit)	103	6,8	230	5,6	26	1,3
SES_Schulabschluss	11	0,7	58	1,4	39	2,0
SES_Ausbildung	70	4,7	301	7,3	252	12,7
SES_Haushaltsmitglieder	83	5,5	285	6,9	134	6,8
SES_Nettoeinkommen	33	2,2	163	4,0	107	5,4
SES_BeruflicheSituation	25	1,7	257	6,2	329	16,6

Zudem waren i.d.R von mehr als 95% der Teilnehmer/innen Angaben zur Wohnsituation enthalten. Diese sind für die Berechnung der Innenraumpegel erforderlich.

Tabelle 2-22: Angaben zur Wohnsituation

Gesamt (n=8540)	Missings		Definiertes Range		**Kodierung**
Item	n	%	Min	Max	
Seit wann aktuelle Adresse?	283	3,3	1910	2015	1910-2015
Ausrichtung Schlafzimmer zur Hauptstraße	170	2,0	1	4	1 = "von der Straße abgewandt", 2 = "seitlich zur Straße ausgerichtet", 3 = "der Straße zugewandt", 4 = "der Abstand zur Straße beträgt mehr als 100 m"
Wohnung Nähe Bahnstrecke	213	2,5	0	1	0= "Nein", 1= "Ja"
Entfernung Bahnstrecke	26	0,3	0	9.999	Freitext [m]
Ausrichtung Schlafzimmer zur Bahnstrecke	38	0,4	1	4	1 = "von der Bahn abgewandt", 2 = "seitlich zur Bahn ausgerichtet", 3 = "der Bahn zugewandt"
Wohnzimmerfenster in der warmen Jahreszeit	207	2,4	1	3	1 = "überwiegend geöffnet", 2 = "überwiegend gekippt", 3 = "überwiegend geschlossen"
Schlafzimmerfenster in der warmen Jahreszeit	264	3,1	1	3	1 = "überwiegend geöffnet", 2 = "überwiegend gekippt", 3 = "überwiegend geschlossen"
Wohnzimmerfenster in der kalten Jahreszeit	271	3,2	1	3	1 = "überwiegend geöffnet", 2 = "überwiegend gekippt", 3 = "überwiegend geschlossen"
Schlafzimmerfenster in der kalten Jahreszeit	253	3,0	1	3	1 = "überwiegend geöffnet", 2 = "überwiegend gekippt", 3 = "überwiegend geschlossen"
Lärmschutzmaßnahmen	143	1,7	0	4	0 = "Nein", 1 = "Ja, selbst finanziert", 2 = "Ja, fremd finanziert", 3 = "Ja durchgeführt, aber unbekannt, von wem finanziert", 4 = "ich weiß es nicht"
Belästigung Lärmquelle	202	2,4	0	1	0 = "Ich fühle mich nicht belästigt!", 1 = "Gewerbelärm", 2 = "Straßenlärm", 3 = "Nachbarschaftslärm", 4 = "Fluglärm", 5 = "Bahnlärm", 6 = "sonstiger Lärm"

Insgesamt ist die Ausfüllqualität der Fragebögen für fast alle Variablen als gut anzusehen. Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass eine hohe Anzahl der Befragten keine hinreichend

genauen Angaben zur Zahl der Haushaltsmitglieder machte; diese Angabe ist jedoch für die Berechnung des SES-Index erforderlich. Daher wurde entschieden, stattdessen den Winkler-Index – der die Kenntnis der Zahl der Haushaltsmitglieder nicht erfordert – zur Abbildung des Sozialstatus in der vertiefenden Befragung einzusetzen.

Es fand sich ein deutlich höherer Anteil fehlender Werte bei den Angaben zur beruflichen Situation in den Jahren 1990 bis 2004 im Vergleich mit den Angaben zur beruflichen Tätigkeit im Jahre 2005 (siehe Tabelle 2-23). Daher wurden den nachfolgenden Auswertungen die Angaben zur beruflichen Situation im Jahre 2005 zugrunde gelegt.

Tabelle 2-23: Angaben zur beruflichen Situation

	Missings	
Beruf im Jahr …	n	%
2005	69	0,81
vor 2005	117	1,37

2.20 Statistische Auswertungen

Alle Auswertungen erfolgten an pseudonymisierten bzw. anonymisierten Daten mit dem Datenanalyseprogramm STATA 12®.

2.20.1 Deskriptive Statistik

Im Rahmen der deskriptiven Statistik wurden alle relevanten Ziel- und Einflussvariablen getrennt für Alter und Geschlecht dargestellt. Dabei wurden je nach Skalenniveau verschiedene Lage- und Streuungsmaße angegeben (z. B. Häufigkeiten, arithmetische Mittelwerte) und entsprechend visuell (z. B. in Form von Tabellen, Histogrammen) aufbereitet.

2.20.2 Umgang mit fehlenden Werten und Ausreißern

2.20.2.1 Fehlende Werte

Fehlende Werte in einzelnen Variablen („*missings*“) wurden zunächst jeweils als gesonderte Kategorie in den Modellen berücksichtigt. So wurde eine Selektionsverzerrung durch den Ausschluss von Probanden mit fehlenden Werten für einzelne Variablen vermieden, und die Power der Studie wurde nicht weiter vermindert.

2.20.2.2 Ausreißer

Ausreißer wurden sowohl von der Erhebungs- als auch der Auswertungsstelle identifiziert und plausibilitätsgeprüft. Soweit unplausible Werte durch plausible Werte (z. B. bei offensichtlichen Schreibfehlern, „Zahlenverdrehern“ o.ä. bei den Fragebogenangaben) ersetzt werden konnten, erfolgte dies in Abstimmung mit der internen Qualitätssicherung. Nicht aufzuklärende unplausible Werte wurden als fehlende Werte behandelt bzw. umkodiert. Wenn zum Beispiel ein Versicherter eine Körperhöhe von mehr als 2,30 m angegeben hatte (als der definierten oberen Grenze der noch als plausibel angesehenen Werte), so wurde diese Angabe als fehlender Wert (‚999‘) kodiert. Extreme, aber grundsätzlich mögliche Merkmalswerte (zum Beispiel eine Körpergröße von 2,20 m) wurden in den Fragebögen kontrolliert, aber bei den anschließenden Analysen nicht ausgeschlossen.

2.20.3 **Kategoriale Einteilung der Mittelungspegel (L_{pAeq})**

2.20.3.1 Lärmbezogene Referenzkategorie und weitere Pegelstufen

In der von MOPA zur Verfügung gestellten Gesamtlärmdatenbank wurden für alle Immissionspunkte, die außerhalb der 40 dB-Isophone des jeweiligen Jahres lagen, aufgrund der akustischen Unsicherheiten keine Fluglärmpegel berechnet worden (siehe hierzu Band: „Erfassung der Verkehrsgeräuschexpositionen“). Vielmehr waren diese Immissionspunkte in die Kategorie „L_{pAeq} unter 40 dB“ eingruppiert worden. Entsprechend wurden einheitlich für alle Lärmexpositionen in den Auswertungen mit kategorisierten Schallpegeln zunächst alle Dauerschallpegel unter 40 dB der Referenzkategorie zugeordnet. In Anlehnung an die Fluglärmstudie von Huss et al. (2010) wurde eine Kategorisierung der Schallpegel vorgenommen. Die Einteilung der Kategorien erfolgte jeweils separat für die unterschiedlichen Zeitbereiche.
Für den Straßenverkehrslärm und den Schienenverkehrslärm erfolgte eine Aufteilung des 24h-Dauerschallpegels in 5 dB-Kategorien bis zu einem Lärmpegel von 70 dB, die höchste Kategorie lautete „≥70 dB“ (Tabelle 2-24).

Tabelle 2-24: Schallpegelklassen nach Kategorien (5 dB-Klassen) für Straßen- und Schienenverkehrslärm („Variante A1“)

Pegelstufen	Pegel
< 40 dB	$L_{pAeq,24h}$
40 - <45 dB	$L_{pAeq,24h}$
45 - <50 dB	$L_{pAeq,24h}$
50 - <55 dB	$L_{pAeq,24h}$
55 - <60 dB	$L_{pAeq,24h}$
60 - <65 dB	$L_{pAeq,24h}$
65 - <70 dB	$L_{pAeq,24h}$
≥70 dB	$L_{pAeq,24h}$

Bei allen Auswertungen zum Fluglärm wurden Probanden mit einem nächtlichen Maximalpegel von 50 dB und mehr nicht zur Referenzkategorie gezählt, sondern in einer

eigenständigen Kategorie analysiert. Dieses Vorgehen begründet sich wie folgt: Als wesentlicher Wirkmechanismus für die Entstehung Fluglärm-bedingter Herz-Kreislauf-Erkrankungen wird die Aktivierung des sympathischen Systems mit der Ausschüttung von „Stresshormonen“ verstanden. Die pathophysiologischen Erklärungsansätze weisen bezüglich der – polysomnographisch belegbaren – Fluglärm-bedingten Störung des Schlafes (u. a. im Sinne vermehrter Aufwachreaktionen, Störung der „Schlafarchitektur“) eine besondere Bedeutung zu; diese Störung des Schlafes ist unter Berücksichtigung der besonderen Schallcharakteristika des Fluglärms eher mit der Überschreitung bestimmter „Maximalpegel“ als mit der Überschreitung bestimmter „Durchschnittspegel“ in Zusammenhang zu sehen. Um dem biologisch plausiblen Wirkmechanismus von Fluglärm auf das Herz-Kreislauf-System besser Rechnung zu tragen, wurden für die Analysen des Fluglärms nur diejenigen Personen mit Dauerschallpegeln unterhalb von 40 dB in die Referenzkategorie eingruppiert, bei denen zusätzlich auch keine nächtlichen Maximalpegel ($\overline{L_{pAmax}}$) von 50 dB oder mehr auftraten[25] (Variante A2, siehe Tabelle 2-25). Die Zuweisung von Probanden mit nächtlichen Maximalpegeln ab 50 dB Fluglärm in eine eigene Kategorie führte in den meisten Fluglärm-bezogenen Analysen zu einer deutlichen Verbesserung der Modellanpassung (a priori definiert als ein um mindestens 5 Punkte niedrigerer AIC-Wert).

Es ist darauf hinzuweisen, dass sich beim Fluglärm keine 24h-Dauerschallpegel oberhalb von 65 dB fanden; insofern war beim Fluglärm eine weitere Aufteilung der Kategorie >60 dB nicht erforderlich.

Tabelle 2-25: Schallpegelklassen (5 dB-Klassen) nur für Fluglärm („Variante A2“)

Pegelstufen	Pegel
<40 dB und $\overline{L_{pAmax}}$ <50 dB	$L_{pAeq,24h}$ in Kombination mit $\overline{L_{pAmax}}$
<40 dB und $\overline{L_{pAmax}}$ ≥50 dB	$L_{pAeq,24h}$ in Kombination mit $\overline{L_{pAmax}}$
40 - <45 dB	$L_{pAeq,24h}$
45 - <50 dB	$L_{pAeq,24h}$
50 - <55 dB	$L_{pAeq,24h}$
55 - <60 dB	$L_{pAeq,24h}$
≥60 dB	$L_{pAeq,24h}$

Für Straßenverkehrslärm und Schienenverkehrslärm lagen nur 24h-Maximalpegel, aber keine nächtlichen Maximalpegel vor. Demzufolge war eine entsprechende „Bereinigung“ der Referenzkategorie nicht möglich (und aufgrund der unterschiedlichen „Lärmcharakteristika“ wohl auch zumindest für den Straßenverkehrslärm nicht erforderlich).

Abweichend von dieser Kategorisierung wurde bei der gemeinsamen Aufnahme von Fluglärm, Straßenverkehrslärm und Schienenverkehrslärm „≥60 dB“ als höchste Kategorie ge-

[25] Bei Fluglärm wurde der nächtliche Maximalpegel ($\overline{L_{pAmax\ 22\text{-}06h}}$) und bei Straßen- und Schienenlärm der maximale Schalldruckpegel ($\overline{L_{pAmax,\ 24h}}$) bezogen auf 24h verwendet.

wählt, um die Vergleichbarkeit zu erhalten. Ebenso wurde bei den altersstratifizierten Analysen sowie bei den für die einzelnen Krankenkassen getrennten Analysen auch beim Straßenverkehrslärm und Schienenverkehrslärm „≥60 dB“ als höchste Kategorie gewählt, um eine zu geringe Power zu vermeiden. Grundsätzlich wurden bei allen Auswertungen des Straßenverkehrslärms und des Schienenverkehrslärms auch (tabellarisch nicht dargestellte) Analysen mit der höchsten Kategorie „≥60 dB“ durchgeführt. Soweit diese Auswertungen bemerkenswerte Ergebnisse brachten, wird darauf im Text eingegangen.

Bei Analysen mit kontinuierlichen Lärmvariablen wurden alle Werte, die unter 40 dB lagen, auf 35 dB[26] gesetzt.

Um die Expositions-Risiko-Beziehung abzubilden, wurden zusätzlich zwei Auswertungen mit kontinuierlichen Dauerschallpegeln $L_{pAeq,24h}$ durchgeführt (Variante C): als lineares Modell (1) sowie als einfaches Polynom dritten Grades mit linearen, quadratischen und kubischen Termen (2).[27] Dabei wurde die Güte der Anpassung mittels AIC geprüft. Als „Grundmodell“ wurde von einem linearen Zusammenhang ausgegangen. Das lineare Modell wurde dann als als „inadäquat“ angesehen, wenn das nichtlineare Modell (angepasst mit einem Polynom dritten Grades) einen (gerundet) mehr als 5 Punkte niedrigeren („besseren“) AIC-Wert aufwies.

Des Weiteren wurden die gewichteten Pegel betrachtet. Für alle drei Verkehrslärmarten (Flug, Straße, Schiene) floss der L_{DN} in die Analysen ein. Bei Fluglärm wurde zusätzlich zum L_{DN} auch der L_{DEN} verwendet, um eine verbesserte Vergleichbarkeit mit publizierten Studien in der Literatur zu erreichen.

2.20.4 Sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie

2.20.4.1 Hauptanalyse: Untersuchung des 24h-Dauerschallpegels

Im Rahmen der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie wird die Forschungsfrage untersucht, ob mit steigender chronischer Lärmexposition ein erhöhtes Erkrankungsrisiko für kardiovaskuläre Erkrankungen (Herzinfarkt, Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit, Schlaganfall), maligne Erkrankungen (Brustkrebs) oder affektive Störungen (Depression) bei Bewohner/innen der Rhein-Main-Region einhergeht. Falls ja, sollte der Expositions-

---

[26] Der Wert von 35 dB entspricht dem angenommenen „durchschnittlichen“ Grundgeräusch im Lärmbereich unterhalb eines Dauerschallpegels von 40 dB.

[27] Das lineare Modell diente als Grundmodell (Haupthypothese), da auch in der bisherigen Literatur meist von einer linearen Beziehung zwischen Exposition und Risiko ausgegangen wird. Um eine größtmögliche statistische Freiheit zu haben, wurde parallel das einfache Polynom 3. Grades verwendet. Wenn dieses eine bessere statistische Anpassung bei den Analysen zeigte, wurde das lineare Modell als „inadäquat“ verworfen.

Wirkungs-Zusammenhang zwischen den betrachteten Verkehrslärmarten (Flug, Straße, Schiene) und den einzelnen Erkrankungen bestmöglich beschrieben werden. Um den Zusammenhang zwischen der Verkehrslärm-Exposition und einer inzidenten Erkrankung aufzudecken, mussten bestmöglich die zeitlich vor der Diagnosestellung (in den Jahren 2006 bis 2010) vorliegenden Expositionen abgebildet werden. Die Hauptanalyse der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie sowie die im Anschluss vorgestellten Sensitivitätsanalysen A und B beziehen sich deshalb auf das Jahr 2005.

Für die Versicherten der Krankenkasse 3 lag die Angabe vor, wie lange die aktuelle Wohnadresse nach Kenntnis der Krankenkasse 3 bereits gültig war. Es wurde jeweils das Datum übermittelt, an dem die Wohnadresse zuletzt bearbeitet (d.h. geändert) wurde. Für Versicherte der Krankenkasse 3, bei denen diese Datumsangabe vor dem Jahr 2005 lag, konnten die Schallpegel des Jahres 2005 bezogen auf die Wohnadresse des Jahres 2005 für die Analysen genutzt werden (ca. 75%). Lagen der Krankenkasse 3 für nicht durchgängig Versicherte keine Adressinformationen aus dem Jahr 2005 vor, wurden stattdessen die Schallpegel des Jahres 2005 auf frühere Wohnadressen bezogen (in der Reihenfolge 2004, 2003, 2002 usw.). Bei einer kürzeren bekannten Wohndauer (bei ca. 20% der Versicherten) wurden die Lärmexpositionen des Jahres 2005 stattdessen auf spätere Wohnadressen bezogen (2006, 2007 usw.).

Bei der Versichertenpopulation A, also bei Versicherten der Krankenkassen 1 und 2 wurden (mangels Kenntnis der Wohnanamnese) die Schallpegel des Jahres 2005 auf die Wohnadressen im Februar 2013 bezogen. Lärmbezogene Fehl-Klassifikationen sind also für diejenigen Versicherten möglich, die zwischen 2005 und 2013 umgezogen sind. Um die Auswirkungen eines möglichen „*cause and effect bias*“ durch Umzüge beurteilen zu können, wurden im Vorfeld Analysen mit den Versicherten der Krankenkasse 3 durchgeführt, bei denen – abweichend von dem oben beschriebenen Verfahren - für alle Versicherten die Lärmexpositionen des Jahres 2005 auf die Adressen im Jahre 2010 bezogen wurden. Im Ergebnis dieser Sensitivitätsanalyse ließen sich keine nennenswerten Veränderungen der Risikoschätzer erkennen. Diese Analyse spricht also gegen eine Verzerrung der Ergebnisse durch stattgehabte Umzüge.

Die Ermittlung der relativen Erkrankungsrisiken erfolgte durch Berechnung der Odds Ratios (OR). Dazu wurden krankheitsspezifische multivariate logistische Regressionsanalysen durchgeführt, bei denen die inzidenten Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Brustkrebs und Depressionen als abhängige Variablen (siehe Kapitel 2.14) und die Verkehrslärmparameter des Jahres 2005 als unabhängige Variablen (siehe Kapitel 2.7.1) einflossen.

Zuerst wurde der 24h-Dauerschallpegel ($L_{pAeq,24h}$) des Jahres 2005 separat für Fluglärm, Straßenverkehrslärm und Schienenverkehrslärm betrachtet. Für jede logistische Regression wurde nur eine Lärmart als unabhängige Variable aufgenommen. Die Lärmexposition ging jeweils als kategorisierte Variable in das logistische Regressionsmodell ein. Zusätzlich wurden Modelle generiert, bei denen neben der zu analysierenden Verkehrslärmart (z. B. Fluglärm) auch die beiden anderen Verkehrslärmarten (z. B. Schienen- und Straßen-

verkehrslärm) als potenzielle Confounder in das logistische Regressionsmodell aufgenommen wurden.[28]

Die Hauptanalyse wurde zusätzlich unter Berücksichtigung von Maximalpegeln durchgeführt (Emergenzanalyse). Dabei wurde der 24h-Dauerschalldruckpegel ($L_{pAeq,24h}$) unter Berücksichtigung der Differenz zum höchsten 24h-Maximalpegel ($\overline{L_{pAmax}}$) betrachtet. Die einzelnen Kategorien der Dauerschalldruckpegel wurden entsprechend der Differenz zum höchsten Maximalpegel[29] zweigeteilt: <20 dB Differenz und ≥20 dB Differenz. Die vorgenannte Analyse wurde für alle drei Verkehrslärmarten durchgeführt.

In weiteren Modellen wurde für Fluglärm der maximale Schalldruckpegel ($\overline{L_{pAmax}}$) nach NAT6 der gesetzlichen Nacht (22-06 Uhr) kategorisiert (Referenzkategorie < 50 dB). Die entsprechenden Odds Ratios (OR) wurden mittels logistischer Regressionsanalyse berechnet.

2.20.4.2 Untersuchung unterschiedlicher Tages- und Nacht-Zeitbereiche (Sensitivitätsanalyse A)

Die Literatur weist darauf hin, dass nächtliche Verkehrslärmbelastungen u. a. für Herz-Kreislauf-Erkrankungen ein höheres Risiko darstellen könnten als die Verkehrslärmbelastung am Tag (Aydin & Kaltenbach, 2007; C. Greiser & Greiser, 2010a). Dieser Frage wird in der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie nachgegangen.

Für Fluglärm liegen unterschiedliche Tages- und Nacht-Zeitbereiche vor (siehe Kapitel 2.7.1). So konnte untersucht werden, ob sich die Erkrankungsrisiken im Zeitraum von 23-05 Uhr von denen in der „gesetzlichen Nacht“ (22-06 Uhr) unterscheiden. Weiterhin erlaubte die Einbeziehung der „EU-Nacht“ (23-07 Uhr) entsprechend der EU-Umgebungslärmrichtlinie einen unmittelbaren Vergleich der Studienergebnisse mit anderen Ergebnissen europäischer Studien. Für Straßen- und Schienenverkehrslärm liegen lediglich Pegel zur gesetzlichen Nacht vor.

Mittels multivariater logistischer Regressionen wurde untersucht, ob sich die Risikoschätzer in der gesetzlichen Nacht - für Fluglärm zusätzlich in dem Zeitraum von 23-05 Uhr und in der „EU-Nacht“ - von den Risikoschätzern für den Dauerschallpegel $L_{pAeq,24h}$ sowie für die Dauerschallpegel der entsprechenden „Tagesscheiben“ ($L_{pAeq,Tag1-3}$, entsprechend zu den o.g. Nachtstunden) unterscheiden. Die Confounder-Sets blieben bei diesen Vergleichs-

---

[28] Es ließen sich eher moderate Korrelationen - die Determinationskoeffizienten (R^2) waren alle unter 0,10 - zwischen den einzelnen Verkehrslärm-Arten feststellen. Daher war die gleichzeitige Aufnahme aller drei Verkehrslärm-Arten in ein logistisches Regressionsmodell möglich.

[29] Bei Fluglärm: 24h-Maximalpegel ($\overline{L_{pAmax}}$) nach NAT6

untersuchungen immer gleich, so dass sich lediglich die Lärmexpositionen der unterschiedlichen Zeitbereiche als unabhängige Variable änderten. Dieses Vorgehen erlaubt einen unmittelbaren quantitativen Vergleich der ermittelten Risikoschätzer.

2.20.4.3 Untersuchung einzelner Stunden-Zeitbereiche (Sensitivitätsanalyse B)

Zur Konkretisierung der Tageszeit-bezogenen Auswertungen wurden einzelne Stunden-Zeitbereiche (L_{pAeq}) für die Zeit von 22 bis 8 Uhr berücksichtigt. Somit war eine separate Ermittlung des Erkrankungsrisikos für einzelne Stunden möglich („Einzelstundenanalyse"). Die Analyse erfolgte nur unter Betrachtung der Fluglärmpegel. Die Expositionen der Einzelstunden wurden ohne weitere Verkehrslärm-bezogene Adjustierungsvariablen in das logistische Regressionsmodell aufgenommen, und die Odds Ratios wurden miteinander verglichen.

2.20.4.4 Untersuchung der Dauer der Lärmeinwirkung (Sensitivitätsanalysen I und II)

Die Krankenkasse 3 lieferte eine Angabe über die Gültigkeitsdauer der aktuellen Wohnadresse der -Versicherten der Krankenkasse 3 (das galt auch für die in dem Untersuchungsraum verstorbenen Versicherten, vgl. Kap. 2.10.3). Daher war es im Rahmen der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie möglich, bei Versicherten der Krankenkasse 3 zwei zusätzliche Sensitivitätsanalysen zur Berücksichtigung des zeitlichen Verlaufs der Verkehrslärm-Exposition durchzuführen.

Es wurde festgelegt, dass den Sensitivitätsanalysen I und II die historischen Lärmpegel bis zum Vorjahr der Diagnosestellung zugrunde gelegt werden. Bei erkrankten Versicherten (Fälle) flossen also die Lärmpegel in die Analyse ein, die bis ein Jahr vor der Diagnosestellung vorlagen (z. B. die Lärmpegel des Fünfjahreszeitraums 2002 bis 2006, wenn die Diagnosestellung im Jahre 2007 erfolgte). Bei den Kontrollpersonen flossen die Lärmpegel bis ein Jahr vor dem gemittelten „Diagnosejahr" 2008 in die Analysen ein (z. B. die Lärmpegel des Fünfjahreszeitraums 2003 bis 2007).

Bei den Lärmdauer-bezogenen Sensitivitätsanalysen wurden somit nur diejenigen Subgruppen analysiert, für die die Wohnanamnese für einen Zeitraum von mindestens 5 Jahren vor dem Diagnosejahr (bei Fällen) bzw. vor dem Jahr 2008 (bei Kontrollpersonen) bekannt war. Dabei wurde jeweils deskriptiv geprüft, ob sich die verwendeten Subgruppen von der Gesamtgruppe unterscheiden.

Sensitivitätsanalyse I (Wohndauer)

Um entsprechend den Ergebnissen von Huss et al. (2010) den Einfluss der Expositionsdauer auf die dargestellten Risikoschätzer ermitteln zu können, wurden folgende Subgruppenanalysen durchgeführt:

a) Einbezug ausschließlich von Versicherten, bei denen die Wohnanamnese für mindestens 5 Jahre vor Diagnosestellung bekannt war;

b) Einbezug ausschließlich von Versicherten, bei denen die Wohnanamnese für mindestens 10 Jahre vor Diagnosestellung bekannt war.

Die durchgeführten Analysen erfolgten analog der Hauptanalyse.

Sensitivitätsanalyse II (kumulative Lärmjahre)

Bei Versicherten mit bekannter Wohnanamnese wurden für eine zusammenhängende Dauer von 5 Jahren vor der Diagnose (bzw. bei Kontrollpersonen vor dem Jahr 2008) die kumulativen Lärmjahre „dB-years“ (H. W. Davies et al., 2009; Kling et al., 2012) anhand der nachfolgenden Formel berechnet.

$$\text{Cumulative exposure} = 10\log\left[\sum_{j=1}^{k} T_j \left(10^{\frac{Leq_j}{10}}\right)\right]$$

k = Anzahl der Wohnperioden insgesamt
T_j = Dauer der Wohnperiode j (in Jahren)
Leq_j = Mittlere Dauerschallpegel während Wohnperiode j

Da sich die Dauerschallpegel i.d.R. von Jahr zu Jahr änderten, wurde für die Bildung der Lärmjahre grundsätzlich – auch bei fehlendem Wechsel der Wohnung – von einjährigen Wohnperioden ausgegangen. Ausgehend von der Verteilung der Lärmjahre bei den Kontrollpersonen wurden die Lärmjahre in Quartile eingeteilt. Die Analyse der demgemäß kategorisierten Lärmjahre erfolgte analog der Hauptanalyse.

2.20.4.5 Subgruppenanalyse der Fälle mit tödlich verlaufender Herz-Kreislauf-Erkrankung

In einer Subgruppenanalyse der Fälle mit tödlich verlaufender Herz-Kreislauf-Erkrankung wurde getrennt für die Fallgruppen Herzinfarkt, Schlaganfall und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit untersucht, ob sich die Ergebnisse der verstorbenen Fälle von den Ergebnissen bei Einbezug aller Fälle unterscheiden. Diese Untersuchung wurde auf die „Kernanalyse“ der 24h-Dauerschallpegel bezogen. Die Subgruppenanalyse der tödlich verlaufenden Fälle verfolgte zwei Ziele:

1. Die Ergebnisse der Subgruppenanalyse verstorbener Fälle werden berücksichtigt, wenn im Rahmen der vertiefenden Befragung das Ausmaß der Selektionsverzerrung bei den angeschriebenen Versicherten zu beurteilen ist. Denn lediglich die nicht verstorbenen Versicherten konnten in die vertiefende Befragung einbezogen werden.

2. Die Ergebnisse dieser Subgruppenanalyse erleichtern die Einordnung der NORAH-Studienergebnisse in den bisherigen Erkenntnisstand; denn einige große Studien (z. B. die von Huss et al. (2010) veröffentlichte Schweizer Studie) beziehen sich

lediglich auf tödlich verlaufende Erkrankungen. Zwar können Vienneau et al. (Vienneau et al., 2015) in ihrer gemeinsamen Analyse der Risikofaktoren für Straßenverkehrslärm und Fluglärm keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Risiken für eine tödlich verlaufende und für eine nicht tödlich verlaufende ischämische Herzerkrankung finden; allerdings erlauben die meisten bisherigen Studien keinen unmittelbaren Vergleich der Risikoschätzer für tödlich verlaufende Krankheitsfälle mit den Risikoschätzern für alle Krankheitsfälle.

2.20.5 Vertiefende Befragung

Durch das gewählte Studiendesign einer sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie und einer darauf aufbauenden vertiefenden Befragung bestand die einzigartige Chance, die Verzerrung der Risikoschätzer in der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie zu quantifizieren und das Ausmaß der Verzerrung durch unerkanntes oder residuelles (heißt: unvollständig berücksichtigtes) Confounding in die Beurteilung der Risikoschätzer einzubeziehen; dies wird als *primäres Ziel* der vertiefenden Befragung angesehen. Als *sekundäres Ziel* sollten die Innenpegel-bezogenen Risikoschätzer mit den Außenpegel-bezogenen Risikoschätzern verglichen werden.

Die vorgenannten vergleichenden Auswertungen setzen voraus, dass die befragten Versicherten keiner wesentlichen **Selektions-Verzerrung** unterliegen. Zwei wesentliche Mechanismen können eine derartige Selektionsverzerrung bedingen:

1. Die zum Zeitpunkt der Befragung (bis zu 10 Jahre nach der Diagnosestellung) noch lebenden Versicherten stellen eine Auswahl (Selektion) der erkrankten Versicherten mit günstigerer Verlaufsentwicklung im Vergleich zu den verstorbenen Versicherten dar. Soweit Verkehrslärm ein Risiko nicht nur für die Entstehung, sondern auch für die Verlaufsentwicklung einer Erkrankung darstellt, können die Ergebnisse durch den Einbezug ausschließlich der Überlebenden verzerrt sein.
2. Bei der unerwartet niedrigen Teilnahmerate konnten die Ergebnisse durch einen Selektions-Bias u. U. stark verzerrt sein. Insbesondere kann sich die Beteiligung an der vertiefenden Befragung zwischen Fällen und Kontrollpersonen in unterschiedlichen Pegelstufen unterscheiden. Wenn beispielsweise Fälle mit geringer Lärmbelastung im Vergleich mit den entsprechenden Kontrollpersonen überproportional häufig an der Befragung teilgenommen hätten, hätte dies eine Unterschätzung der Risikoschätzer zur Folge (gehabt).

Um die vorgenannten Selektionseinflüsse bestmöglich ausschließen zu können, wurden zunächst die nachfolgenden Analysen durchgeführt. Nur wenn diese Analysen für die jeweilige Fallgruppe keine Hinweise auf relevante Selektionseffekte erbrachten, wurden die nachfolgend beschriebenen Auswertungen mit den vertiefenden Befragungsdaten durchgeführt.

1. Es wurde unter ausschließlicher Nutzung der Sekundärdaten untersucht, ob die Ergebnisse bei allen sekundärdatenbasierten Fällen und Kontrollpersonen mit den Ergebnissen der angeschriebenen Fälle und Kontrollpersonen vergleichbar sind. **Nur wenn eine Vergleichbarkeit der sekundärdatenbasierten Ergebnisse zwischen allen Fällen und Kontrollpersonen und den angeschriebenen Fällen und Kontrollpersonen gegeben war**, wurden die Befragungsdaten für die entsprechende Fallgruppe weiter betrachtet. Wenn sich also beispielsweise die **Risikoschätzer von den (nicht angeschriebenen) Verstorbenen** für eine spezifische Fallgruppe deutlich von den Risikoschätzern aller Angeschriebenen unterschieden, ließen sich die Befragungsdaten für diese Fallgruppe nicht verwerten.
2. Es wurde anschließend untersucht, ob und wie sich die Responder von den Nonrespondern der vertiefenden Fallkontrollstudie auf der Basis der Sekundärdaten unterscheiden. Dazu wurden Alter, Geschlecht, Sozialstatus und Gesundheitsstatus zwischen den Respondern und den Nonrespondern verglichen. Unter ausschließlicher Nutzung der Sekundärdaten wurde anschließend untersucht, ob die Ergebnisse bei allen sekundärdatenbasierten Fällen und Kontrollpersonen mit den Ergebnissen der Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung vergleichbar sind. **Nur wenn eine Vergleichbarkeit der sekundärdatenbasierten Ergebnisse zwischen allen Fällen und Kontrollpersonen und den teilgenommenen Fällen und Kontrollpersonen gegeben war**, wurden die Befragungsdaten für die entsprechende Fallgruppe weiter betrachtet. Wenn sich also die sekundärdatenbasierten Risikoschätzer für die Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung für eine spezifische Fallgruppe deutlich von den Risikoschätzern bei allen Versicherten unterschieden, ließen sich die Befragungsdaten für diese Fallgruppe nicht verwerten.

Die vorgenannte Überprüfung der Verwertbarkeit der vertiefenden Befragungsdaten wurde für jede Fallgruppe (Herzinfarkt, Schlaganfall, Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit) gesondert durchgeführt.

2.20.5.1 Erweiterte Modellbildung auf der Grundlage der vertiefenden Befragung

Soweit eine Selektionsverzerrung ausgeschlossen werden konnte, wurde für die jeweiligen Krankheitsgruppen folgende Modellbildung durchgeführt: Als Vergleichsgrundlage wurde zunächst das lediglich für Alter, Geschlecht, Schulbildung, berufliche Position und SGB II-Quote adjustierte „Basismodell“ bei Einschränkung auf die jeweiligen Fälle und Kontrollpersonen der vertiefenden Befragung gewählt (OR_3 wie oben beschrieben). Dieses Basismodell OR_3 enthielt also ausschließlich in den Sekundärdaten enthaltene Confounder und war auf Teilnehmer/innen der vertiefenden Studie mit vorhandenen Schallpegeln für die sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie begrenzt.

Anschließend wurde unter Nutzung der individuellen Befragungsdaten eine Adjustierung nach Alter, Geschlecht und dem Sozialstatus gemäß Winkler-Index vorgenommen („neues Basismodell“: OR_5 mit Adjustierung für Alter, Geschlecht, individuellen Winkler-Index[30]). Bei diesem Ansatz mit Berechnung des Winkler-Index (mit individuellen Angaben zur Bildung, Stellung im Beruf und Haushaltsnettoeinkommen) ist die Vergleichbarkeit mit dem Vorgehen im Modul 3 „Kinderstudie“ unmittelbar gegeben; fehlende Angaben werden als eigene Kategorie in die logistischen Regressionsmodelle einbezogen.

Das „voll adjustierte“ Modell („Direkte-Effekte-Modell“ gemäß DAG-Analyse) beinhaltete zusätzlich zu Geschlecht, Alter, Sozialstatus gemäß Winkler-Index und Tabakkonsum die Variablen BMI, Alkoholkonsum, Nachtschicht, Arbeitslärm und körperliche Aktivität (OR_7 mit Adjustierung für Alter, Geschlecht, individuellen Winkler-Index, Tabakkonsum, BMI, Alkoholkonsum, Nachtschichtarbeit, Arbeitslärm, körperliche Aktivität).

2.20.5.2 Untersuchung der Verzerrung der sekundärdatenbasierten Risikoschätzer durch Confounding (primäres Ziel der vertiefenden Befragung)

Die im Rahmen der vertiefenden Befragung durchgeführten Vergleiche von Risikoschätzern mit versus ohne Berücksichtigung von Daten der vertiefenden Befragung bezogen sich auf die Hauptanalyse mit 24h-Dauerschallpegeln und auf die Zeitperioden-bezogene Sensitivitätsanalyse A (Untersuchung verschiedener Nacht-Zeitbereiche). In einem ersten Schritt wurde untersucht, inwieweit die Ergebnisse des ausschließlich auf Sekundärdaten basierenden Basismodells (OR_3) sich veränderten, wenn die Lärmabschätzung nicht auf der Grundlage der den Krankenkassen vorliegenden Adressen, sondern auf der Grundlage der von den Versicherten selbst angegebenen Adressen für das Jahr 2005 durchgeführt wurde.

Im Sinne des primären Ziels der vertiefenden Befragung wurden anschließend jeweils die Risikoschätzer für das „neue Basismodell“ (OR_5 mit Adjustierung für Alter, Geschlecht, individuellen Winkler-Index) und für das „voll adjustierte“ Modell (OR_7 mit Adjustierung für Alter, Geschlecht, individuellen Winkler-Index, Tabakkonsum, BMI, Alkoholkonsum, Nachtschichtarbeit, Arbeitslärm, körperliche Aktivität) mit dem ausschließlich auf Sekundärdaten basierenden Basismodell (OR_3) verglichen. Dies erlaubt die Beurteilung des grundsätzlichen Verlaufes des Expositions-Risikozusammenhangs (positive oder negative Richtung des Zusammenhangs; Veränderung des jeweiligen Risikos pro 10 dB 24h-Dauerschallpegel) ebenso wie die Beurteilung der Veränderung der Risikoschätzer in den einzelnen Expositionskategorien.

---

[30] Zusätzlich zu diesem Basismodell mit Nutzung der Sozialstatus-bezogenen Befragungsdaten wurde in einem weiteren Modell der potentielle Confounder „Tabakkonsum“ mit aufgenommen (OR_6 mit Adjustierung für Alter, Geschlecht, individuellen Winkler-Index und Tabakkonsum). Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden die Ergebnisse dieses Modells im Abschlussbericht nicht dargestellt.

2.20.5.3 Vergleich der Risikoschätzer für Innenraumpegel und Außenpegel (sekundäres Ziel der vertiefenden Befragung)

Für die Analysen der vertiefenden Befragung standen neben den Außenpegeln an der lautesten Fassade (entsprechend der ausschließlich sekundärdatenbasierten Fallkontroll-studie) auch die Innenraumpegel auf Grundlage der Befragungsdaten (Ausrichtung des Schlafzimmers, Fenster geöffnet/geschlossen etc.) zur Verfügung (siehe Kapitel 2.7.2). Die Auswertung der Innenraumpegel erfolgte analog der Auswertung der Außenraumpegel mit kategorisierten Schallpegeln (5 dB-Kategorien) und zusätzlich mit den kontinuierlichen Schallpegeln (als lineare Variable und als einfaches Polynom 3. Grades). In den Auswertungen mit kategorisierten Innenraumpegeln wurden zunächst alle Dauerschallpegel unter 15 dB der Referenzkategorie zugeordnet. Diese Festlegung begründet sich wie folgt:

- Die VDI-Norm 4100 von 2012 setzt 15 dB als niedrigsten Innenpegel im ländlichen Raum an. Wohnadressen mit – gerechneten - Werten darunter können danach als "unbelastet" betrachtet werden.
- Dratva et al. (2012) finden Bahnlärmeffekte auf Bluthochdruck bereits bei berechneten $L_{day/night}$-Pegeln von 17-19 dB. Die Referenzkategorie in der NORAH-Studie sollte unterhalb von Werten liegen, für die in anderen Studien bereits Gesundheitseffekte identifiziert wurden.

Bei Analysen mit kontinuierlichen Innenraumpegeln wurden alle Werte, die unter 15 dB lagen, auf 10 dB gesetzt (Abschneidekriterium für Innenpegelwerte auf 10 dB). Diese Festlegung begründet sich wie folgt: Beim Außenpegel wurde ein Abstand von 5 dB zur oberen Kategoriengrenze der Referenzgruppe <40 dB gewählt, d.h. das Abschneide-kriterium beim Außenpegel liegt bei 35 dB. Entsprechend wird beim Innenpegel von der oberen Kategoriengrenze der Referenzgruppe "<15 dB" ein Wert von 5 dB abgezogen, und man erhält 10 dB.

Die Analysen mit Innenraumpegeln wurden - unter Berücksichtigung der erweiterten Confounder-Sets (siehe Kap. 2.18) - sowohl mit 24h-Dauerschallpegeln (wie die Hauptanalyse) als auch mit den unterschiedlichen Nacht-Zeitbereichen (wie Sensitivitätsanalyse A) durchgeführt. Dabei wurden wiederum der grundsätzliche Verlauf und die Stärke des Expositions-Risikozusammenhangs (positive oder negative Richtung des Zusammenhangs; Veränderung des jeweiligen Risikos pro 10 dB 24h-Dauerschallpegel) beurteilt. Weiterhin wurde die Höhe der kategorisierten Risikoschätzer in der Innenraumpegel-Auswertung mit der Höhe der kategorisierten Risikoschätzer in der Außenpegel-Auswertung verglichen. Einschränkend ist darauf hinzuweisen, dass ein direkter Vergleich der kategorisierten Ergebnisse wegen der höheren Zahl der Kategorien in der Innenraumpegel-Auswertung (von 15 bis <20 dB bis >60 dB) nicht möglich ist.

2.20.5.4 Zusammenfassende Darstellung der Analysen

In der Abbildung 2-7 sind die Analysen der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie zusammenfassend dargestellt.

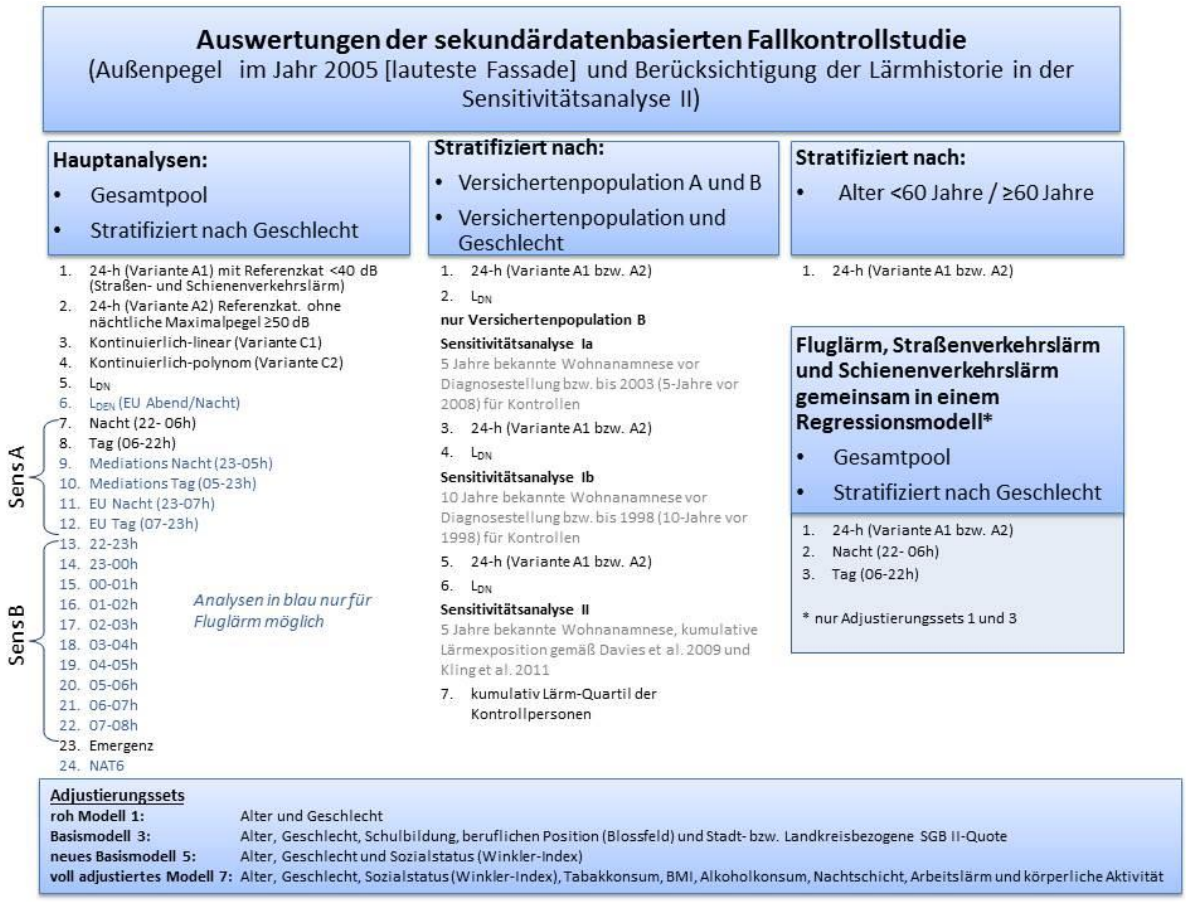


Abbildung 2-8: Geplante Haupt- und Sensitivitätsanalysen mit Außenschallpegeln der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie

3 Ergebnisse

3.1 Deskriptive Auswertung der Sekundärdaten

Von den drei beteiligten Krankenkassen wurden insgesamt 1.026.658 Datensätze von Versicherten im Alter von mindestens 40 Jahren (im Jahr 2010) für die sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie zur Verfügung gestellt (vgl. Kapitel 2.12). 907.736 (88,4 %) dieser Datensätze erfüllten die beiden nachfolgenden Bedingungen: sie stammten von Versicherten, die in der definierten Studienregion lebten, und ihre Adressdaten konnten erfolgreich mit den Lärmexpositionen verknüpft werden. Die anschließende statistische Auswertung stützte sich auf diese Studienpopulation von 907.736 Versicherten. Davon waren 401.607 Männer (44,2%) und 506.129 Frauen (55,8%).

Tabelle 3-1 gibt einen Überblick über grundlegende Charakteristika der Studienpopulation. Bei der Betrachtung der Altersstruktur wird das Berichtsjahr 2008 gewählt, da dieses Jahr dem gemittelten „Diagnosejahr“ der Fälle entspricht und somit dem Alter der Kontrollpersonen als „Referenzjahr“ zugrunde gelegt wird. Daher findet sich im Datensatz ein geringer Prozentsatz (≤4%) an Versicherten, die jünger als 40 Jahre sind. Männer und Frauen weisen zumindest in den mittleren Alterskategorien eine vergleichbare Altersverteilung auf. Bei den jüngeren Alterskategorien sind prozentual etwas mehr Männer als Frauen vertreten, in der ältesten Alterskategorie (≥85 Jahre) erwartungsgemäß deutlich mehr Frauen (9,3% Frauen vs. 3,7% Männer).

Unter den Männern sind 70,1% bei der Krankenkasse 1 versichert, bei den Frauen dagegen nur 59,3%. Entsprechend sind mehr Frauen (33,4%) bei der Krankenkasse 3 versichert als Männer (22,0%). Die Geschlechtsverteilung bei der Krankenkasse 2 ist ungefähr gleich (7,9% bei den Männern vs. 7,4% bei den Frauen) (siehe Tabelle 3-1).

Angaben zur Bildung sind lediglich für 23,7% der Frauen und 35,1% der Männer bekannt. Eine Berufseinteilung nach Blossfeld war bei 27,3% der Frauen und 37,3% der Männer möglich. Dies begründet sich durch einen häufig fehlenden oder unvollständigen Tätigkeitsschlüssel in den Sekundärdaten der gesetzlichen Krankenkassen. Die somit nur bei einem Teil der Studienpopulation verfügbaren individuellen Angaben zum Sozialstatus wurden daher durch eine „ökologische“ Sozialstatus-Variable ergänzt, die SGB II-Quote im Landkreis aus den INKAR-Daten des Jahres 2010. Bei der Einteilung der SGB II-Quote in Quintile zeigen sich keine prozentualen Unterschiede zwischen Männern und Frauen.

Tabelle 3-1: Charakteristika der Studienpopulation (n=907.736)

	Gesamt		**Männer**		**Frauen**	
	n	%	n	%	n	%
Gesamt	907.736	100,0	401.607	100,0	506.129	100,0
Alter [Jahre]						
35-39	33.472	3,7	16.256	4,0	17.216	3,4
40-44	108.384	11,9	53.270	13,3	55.114	10,9
45-49	108.353	11,9	52.785	13,1	55.568	11,0
50-54	96.010	10,6	45.553	11,3	50.457	10,0
55-59	93.825	10,3	42.929	10,7	50.896	10,1
60-64	83.987	9,3	39.136	9,7	44.851	8,9
65-69	99.331	10,9	45.690	11,4	53.641	10,6
70-74	95.300	10,5	42.226	10,5	53.074	10,5
75-79	69.709	7,7	29.035	7,2	40.674	8,0
80-84	57.667	6,4	19.943	5,0	37.724	7,5
≥ 85	61.698	6,8	14.784	3,7	46.914	9,3
Beteiligte Krankenkassen						
Krankenkasse 1	581.498	64,1	281.472	70,1	300.026	59,3
Krankenkasse 2	69.041	7,6	31.783	7,9	37.258	7,4
Krankenkasse 3	257.197	28,3	88.352	22,0	168.845	33,4
Bildung						
Volks-/Hauptschule, kein beruflicher Abschluss	69.650	7,7	38.832	9,7	30.818	6,1
Volks-/Hauptschule, mit beruflicher Ausbildung	148.075	16,3	79.895	19,9	68.180	13,5
FH-Reife/Abitur, kein beruflicher Abschluss	4.733	0,5	2.834	0,7	1.899	0,4
FH-Reife/Abitur, beruflicher Abschluss	15.007	1,7	7.110	1,8	7.897	1,6
Abschluss einer Fachhochschule	11.239	1,2	6.083	1,5	5.156	1,0
Hochschul-/Universitätsabschluss	12.164	1,3	6.358	1,6	5.806	1,1
Ausbildung unbekannt, Angabe nicht möglich	646.868	71,3	260.495	64,9	386.373	76,3
Berufsklassifikation nach Blossfeld						
AGR Agrarberufe	3.514	0,4	2.909	0,7	605	0,1
EMB Einfache manuelle Berufe	37.740	4,2	27.987	7,0	9.753	1,9
QMB Qualifizierte manuelle Berufe	35.917	4,0	29.191	7,3	6.726	1,3
TEC Techniker	5.560	0,6	3.997	1,0	1.563	0,3
ING Ingenieure	2.363	0,3	1.877	0,5	486	0,1
EDI Einfache Dienste	65.968	7,3	40.751	10,1	25.217	5,0
QDI Qualifizierte Dienste	12.427	1,4	3.031	0,8	9.396	1,9
SEMI Semiprofessionen	20.865	2,3	3.821	1,0	17.044	3,4
PROF Professionen	2.335	0,3	1.043	0,3	1.292	0,3
EVB Einfache kaufmänn. u. Verwaltungsberufe	26.060	2,9	6.091	1,5	19.969	3,9
QVB Qualifizierte kaufmänn. u. Verwaltungsberufe	61.358	6,8	20.485	5,1	40.873	8,1
MAN Manager	5.877	0,6	3.743	0,9	2.134	0,4
SONS Sonstige	7.949	0,9	4.734	1,2	3.215	0,6
keine Angabe zum Beruf	619.803	68,3	251.947	62,7	367.856	72,7
Regionale SGB II Quote (Quintile*)						
≤6,7%	301.959	33,3	130.632	32,5	171.327	33,9
>6,7-≤7,5%	147.396	16,2	64.239	16,0	83.157	16,4
>7,5-≤8,7%	100.481	11,1	44.501	11,1	55.980	11,1
>8,7-≤12,7%	268.573	29,6	122.859	30,6	145.714	28,8
>12,7%	89.327	9,8	39.376	9,8	49.951	9,9

*Einteilung der SGB II-Quote in Quintile: Grundsätzlich wird bei der Verteilung der Probanden in Quintile angestrebt, dass jedes Quintil 20% enthält. Die häufige Wiederholung der SGB II-Quotenwerte führte jedoch zu einer ungleichmäßigen Verteilung.

64,1% der in die Studie eingeschlossenen Versicherten sind bei der Krankenkasse 1 versichert (n=581.498), 7,6% bei der Krankenkasse 2 (n=69.041) und 28,3% bei der Krankenkasse 3 (n=257.197) (siehe Tabelle 3-2).

Hinsichtlich der Bildung und der Berufsklassifikation zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Krankenkassen; einschränkend ist allerdings auf den hohen Anteil der Versicherten mit diesbezüglich unbekannten Angaben hinzuweisen. Während bei Krankenkasse 1 und Krankenkasse 2 der Abschluss einer Volks- oder Hauptschule ohne beruflichen Abschluss für ca. 36,3% der Versicherten mit bekannter Bildung zutrifft, gilt dies lediglich für 7,1% der Versicherten von Krankenkasse 3 mit bekanntem Bildungsstand. Einen Hochschul- bzw. Universitätsabschluss haben Versicherte der Krankenkasse 3 wesentlich häufiger (9,5% der Versicherten mit bekannter Bildung) als Versicherte der Krankenkasse 1 oder der Krankenkasse 2 (2,3% der Versicherten mit bekannter Bildung).

Bei der Berufsklassifikation zeigt sich ein ähnliches Bild. Einfache Berufe (z. B. Agrarberufe, „Einfache Dienste“) sind unter Versicherten der Krankenkassen 1 und 2 mit bekanntem Berufsstatus deutlich häufiger als unter Versicherten der Krankenkasse 3, während höher qualifizierte Berufe (z. B. qualifizierte kaufmännische und Verwaltungsberufe) unter Versicherten der Krankenkasse 3 prozentual deutlich häufiger vorliegen. Generell gibt es beim Tätigkeitsschlüssel bei der Krankenkasse 3 weniger fehlende bzw. unzureichende Werte als bei den Krankenkassen 1 und 2.

Tabelle 3-2: Charakteristika der Studienpopulation (n=907.736) nach Krankenkassenzugehörigkeit

	Krankenkasse 1		**Krankenkasse 2**		**Krankenkasse 3**	
	n	%	n	%	n	%
Gesamt	581.498	100,0	69.041	100,0	257.197	100,0
Geschlecht						
Männer	281.472	48,4	31.783	46,0	88.352	34,4
Frauen	300.026	51,6	37.258	54,0	168.845	65,6
Alter						
35-39	23.175	4,0	2.414	3,5	7.883	3,1
40-44	72.665	12,5	8.320	12,1	27.399	10,7
45-49	71.388	12,3	8.571	12,4	28.394	11,0
50-54	61.134	10,5	7.544	10,9	27.332	10,6
55-59	58.837	10,1	6.943	10,1	28.045	10,9
60-64	52.000	8,9	5.339	7,7	26.648	10,4
65-69	59.946	10,3	6.715	9,7	32.670	12,7
70-74	60.892	10,5	7.412	10,7	26.996	10,5
75-79	46.454	8,0	5.987	8,7	17.268	6,7
80-84	35.989	6,2	4.664	6,8	17.014	6,6
≥ 85	39.018	6,7	5.132	7,4	17.548	6,8
Bildung						
Volks-/Hauptschule, kein beruflicher Abschluss	56.686	9,7	6.826	9,9	6.138	2,4
Volks-/Hauptschule, mit beruflicher Ausbildung	78.985	13,6	9.101	13,2	59.989	23,3
FH-Reife/Abitur, kein beruflicher Abschluss	3.138	0,5	262	0,4	1.333	0,5
FH-Reife/Abitur, beruflicher Abschluss	6.983	1,2	674	1,0	7.350	2,9
Abschluss einer Fachhochschule	7.259	1,2	1.022	1,5	2.958	1,2
Hochschul-/Universitätsabschluss	3.383	0,6	640	0,9	8.141	3,2
Ausbildung unbekannt, Angabe nicht möglich	*425.064*	*73,1*	*50.516*	*73,2*	*171.288*	*66,6*
Berufsklassifikation nach Blossfeld						
AGR Agrarberufe	2.626	0,5	504	0,7	384	0,1
EMB Einfache manuelle Berufe	30.986	5,3	3.518	5,1	3.236	1,3
QMB Qualifizierte manuelle Berufe	29.541	5,1	3.092	4,5	3.284	1,3
TEC Techniker	2.567	0,4	289	0,4	2.704	1,1
ING Ingenieure	822	0,1	73	0,1	1.468	0,6
EDI Einfache Dienste	49.655	8,5	6.545	9,5	9.768	3,8
QDI Qualifizierte Dienste	5.425	0,9	665	1,0	6.337	2,5
SEMI Semiprofessionen	7.425	1,3	1.029	1,5	12.411	4,8
PROF Professionen	389	0,1	56	0,1	1.890	0,7
EVB Einfache kaufmänn. u.Verwaltungsberufe	10.894	1,9	1.081	1,6	14.085	5,5
QVB Qualifizierte kaufmänn. u. Verwaltungsberufe	14.923	2,6	1.294	1,9	45.141	17,6
MAN Manager	763	0,1	84	0,1	5.030	2,0
SONS Sonstige	4.966	0,9	838	1,2	2.145	0,8
keine Angabe	*420.516*	*72,3*	*49.973*	*72,4*	*149.314*	*58,1*
Regionale SGB II Quote (Quintile*)						
≤6,7	174.119	29,9	32.994	47,8	94.846	36,9
>6,7-≤7,5	103.859	17,9	1.339	1,9	42.198	16,4
>7,5-≤8,7	73.856	12,7	266	0,4	26.359	10,2
>8,7-≤12,7	165.641	28,5	32.950	47,7	69.982	27,2
>12,7	64.023	11,0	1.492	2,2	23.812	9,3

*Einteilung der SGB II-Quote in Quintile: Grundsätzlich wird bei der Verteilung der Probanden in Quintile angestrebt, dass jedes Quintil 20% enthält. Die häufige Wiederholung der SGB II-Quotenwerte („ties“) führte jedoch zu einer ungleichmäßigen Verteilung.

In Abbildung 3-1 wird in einem Venn-Diagramm dargestellt, welche Anteile der Kontrollgruppen zu den einzelnen falldefinierenden Krankheiten sich „überschnitten“. Dabei werden ebenso wie in den nachfolgenden Abbildungen die Herz-Kreislauf-Erkrankungen in einer gemeinsamen Gruppe zusammengefasst, um eine übersichtliche Darstellung zu erhalten. Die „Schnittflächen“ geben den Anteil der „gemeinsamen“ Kontrollpersonen für mehrere Fallgruppen wieder. Die geringste Zahl an Kontrollpersonen findet sich

naturgemäß bei der Analyse der Risikoschätzer für Brustkrebs, da in diese Analyse nur Frauen eingeschlossen wurden.

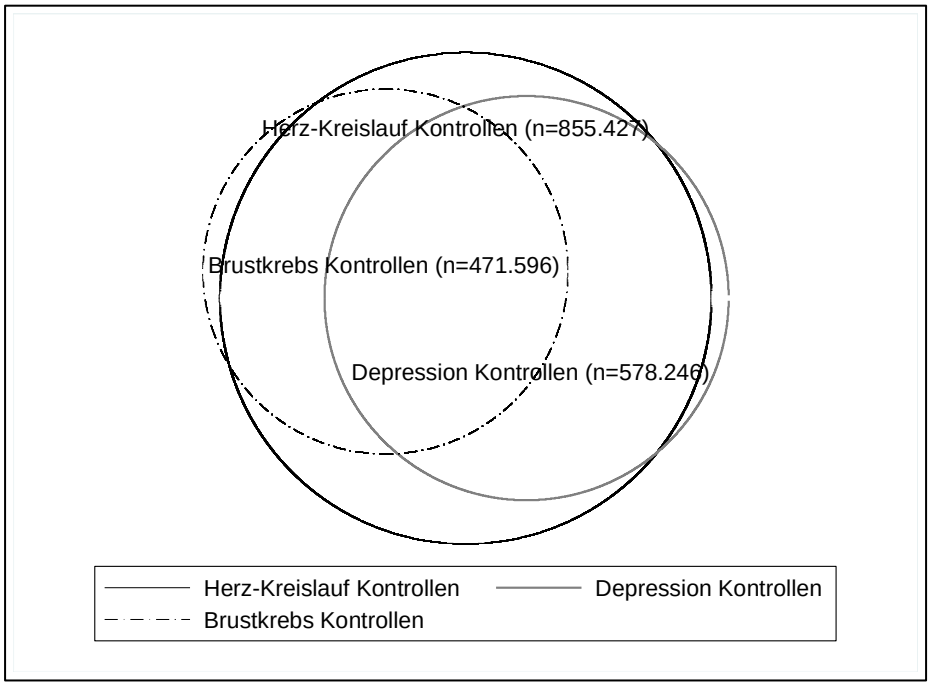


Abbildung 3-1: Flächen-proportionale Venn-Diagramme für die Kontrollen der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie jeweils für Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Brustkrebs und Depression

In der Abbildung 3-2, Abbildung 3-3 und Abbildung 3-4 wird dargestellt, welche Anteile der einzelnen Kontrollgruppen jeweils einer oder mehreren der falldefinierenden Krankheiten zugeordnet werden konnten. Grundsätzlich ist darauf hinzuweisen, dass Fälle mehrere Zielerkrankungen gleichzeitig aufweisen können; die entsprechenden Fälle zählen dann jeweils für die betreffenden Modelle.

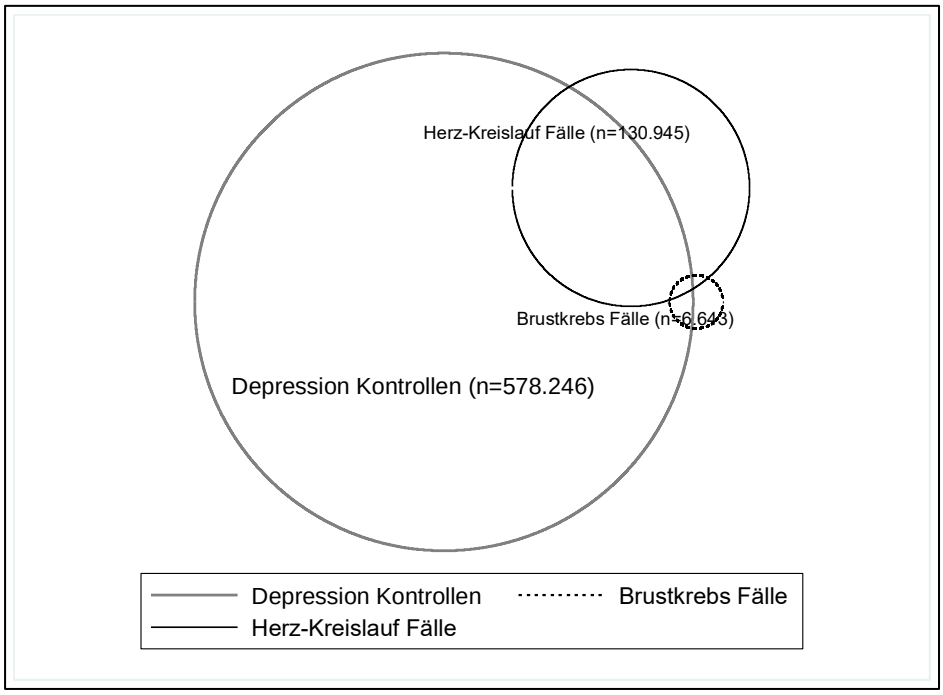


Abbildung 3-2: Flächen-proportionales Venn-Diagramm zur Überschneidung der Fälle mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder Brustkrebs mit den Kontrollpersonen zu den Fällen mit Depression

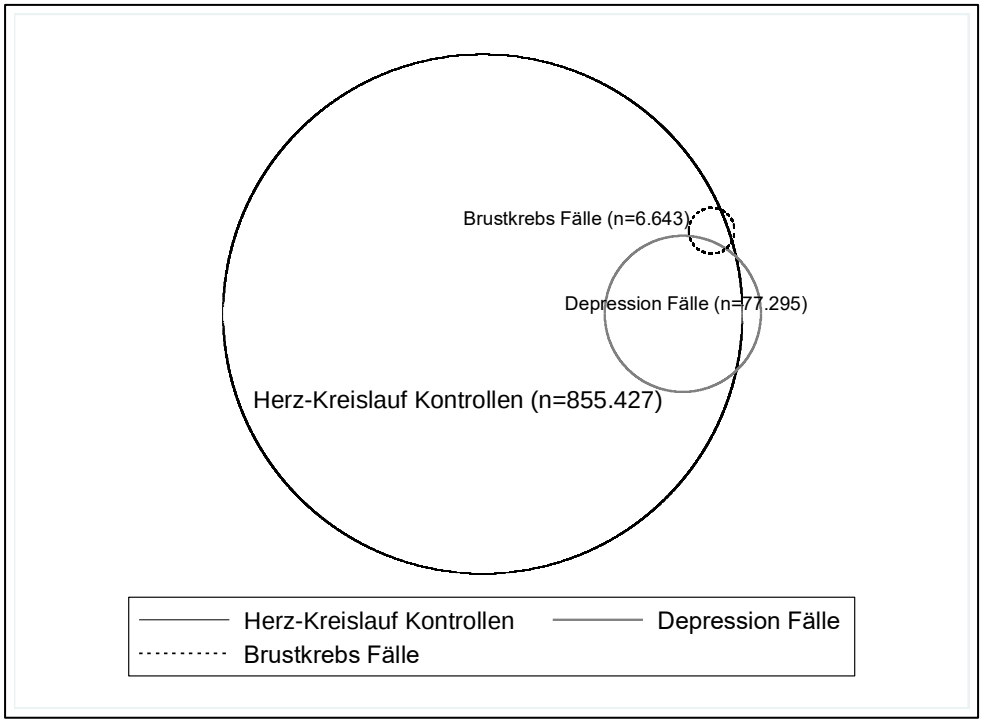


Abbildung 3-3: Flächen-proportionales Venn-Diagramm zur Überschneidung der Fälle mit Brustkrebs oder Depression mit den Kontrollpersonen zu den Fällen mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen

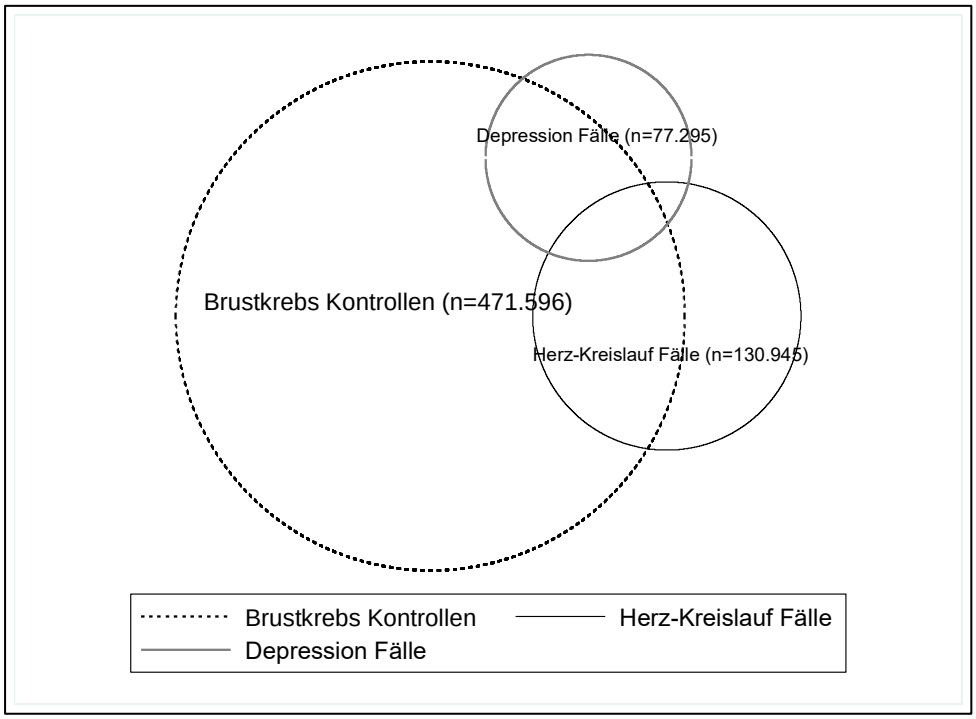


Abbildung 3-4: Flächen-proportionales Venn-Diagramm zur Überschneidung der Fälle mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder Depression mit den Kontrollpersonen zu den Fällen mit Brustkrebs

In Tabelle 3-3 ist die Verkehrslärm-Verteilung der Studienpopulation dargestellt. Bei getrennter Berücksichtigung von Männern und Frauen sowie von über und unter 60-Jährigen zeigen sich keine substanziellen Unterschiede (keine Darstellung). Generell ist ein geringerer regionaler Sozialstatus – ausgedrückt durch eine SGB II-Quote von 8,2% (Median) oder mehr – mit höheren Verkehrslärmbelastungen für alle Verkehrslärmarten verbunden; dieser Unterschied ist beim Fluglärm besonders ausgeprägt: Während insgesamt 45,8% der Studienpopulation in einer Region mit einem Fluglärm-Dauerschallpegel unter 40 dB lebt, gilt dies lediglich für 24% der Versicherten mit einem geringen regionalen Sozialstatus (Tabelle 3-3, rechte Spalte).

Tabelle 3-3: Verkehrslärm-Verteilung in der Studienpopulation (n=907.736)

	Gesamt		SGB II Quote (< 8,2%)[1]		SGB II Quote (≥ 8,2%)[1]	
	n	%	n	%	n	%
Fluglärm LpAeq, 24h						
<40dB	415.296	45,8	305.243	67,9	110.053	24,0
≥40-<45dB	270.968	29,9	94.451	21,0	176.517	38,5
≥45-<50dB	146.457	16,1	35.522	7,9	110.935	24,2
≥50-<55dB	57.543	6,3	11.817	2,6	45.726	10,0
≥55-<60dB	17.253	1,9	2.322	0,5	14.931	3,3
≥60dB	219	<0,05	0	0,0	219	<0,05
Straßenverkehrslärm LpAeq, 24h						
<40dB	95.889	10,6	63.597	14,2	32.292	7,0
≥40-<45dB	192.653	21,2	113.393	25,2	79.260	17,3
≥45-<50dB	217.580	24,0	105.131	23,4	112.449	24,5
≥50-<55dB	160.956	17,7	65.241	14,5	95.715	20,9
≥55-<60dB	99.648	11,0	43.119	9,6	56.529	12,3
≥60dB	141.010	15,5	58.874	13,1	82.136	17,9
Schienenverkehrslärm LpAeq, 24h						
<40dB	485.554	53,5	268.190	59,7	217.364	47,4
≥40-<45dB	113.035	12,5	42.515	9,5	70.520	15,4
≥45-<50dB	144.298	15,9	56.640	12,6	87.658	19,1
≥50-<55dB	100.003	11,0	46.688	10,4	53.315	11,6
≥55-<60dB	39.303	4,3	22.092	4,9	17.211	3,8
≥60dB	25.543	2,8	13.230	2,9	12.313	2,7

[1] Median

Tabelle 3-4: Verkehrslärm-Verteilung in der Studienpopulation nach Krankenkasse (n=907.736)

	Krankenkasse 1		Krankenkasse 2		Krankenkasse 3	
	n	%	n	%	n	%
Fluglärm LpAeq, 24h						
<40dB	251.815	43,3	41.099	59,5	122.382	47,6
≥40-<45dB	177.493	30,5	15.194	22,0	78.281	30,4
≥45-<50dB	97.397	16,7	10.868	15,7	38.192	14,8
≥50-<55dB	41.326	7,1	1.767	2,6	14.450	5,6
≥55-<60dB	13.312	2,3	111	0,2	3.830	1,5
≥60dB	155	<0,05	2	<0,05	62	<0,05
Straßenverkehrslärm LpAeq, 24h						
<40dB	58.119	10,0	8.478	12,3	29.292	11,4
≥40-<45dB	114.302	19,7	18.851	27,3	59.500	23,1
≥45-<50dB	137.440	23,6	15.917	23,1	64.223	25,0
≥50-<55dB	106.630	18,3	10.130	14,7	44.196	17,2
≥55-<60dB	67.276	11,6	6.287	9,1	26.085	10,1
≥60dB	97.731	16,8	9.378	13,6	33.901	13,2
Schienenverkehrslärm LpAeq, 24h						
<40dB	299.018	51,4	42.302	61,3	144.234	56,1
≥40-<45dB	72.952	12,5	8.385	12,1	31.698	12,3
≥45-<50dB	95.552	16,4	10.324	15,0	38.422	14,9
≥50-<55dB	68.808	11,8	4.484	6,5	26.711	10,4
≥55-<60dB	27.435	4,7	1.751	2,5	10.117	3,9
≥60dB	17.733	3,0	1.795	2,6	6.015	2,3

3.2 Herzinfarkt

3.2.1 Zusammenhang zwischen Fluglärm und Herzinfarkt

Die im nachfolgenden Text genannten Risikoschätzer beziehen sich grundsätzlich auf das für Alter, Geschlecht und Sozialstatus (Bildung, Beruf, regionale SGB II-Quote) („voll“) adjustierte Modell (Modell 3). Soweit sich Ausführungen auf ein anderes Modell beziehen, wird im Text ausdrücklich darauf hingewiesen.

3.2.1.1 Ergebnisse der Gesamtgruppe (Männer und Frauen gemeinsam)

Die Hauptanalyse mit 24h-Dauerschallpegeln lässt beim Sozialstatus-adjustierten Modell (sekundärdatenbasiertes Basismodell, OR_3, Tabelle 3-5, rechte Spalte) bis zu einem Fluglärmpegel von 55 dB Effektschätzer um 1 erkennen. In der nächsthöheren Pegelstufe von 55 bis <60 dB findet sich eine statistisch nicht signifikante Odds Ratio (OR) von 1,06 (95% KI 0,95–1,18). In der höchsten Pegelstufe von >60 dB steigt die OR auf 1,42 (95% KI 0,62-3,25), wobei aber aufgrund geringer Felderbelegung wiederum die statistische Signifikanz nicht erreicht wird.

Für Personen mit einem nächtlichen maximalen Schalldruckpegel von über 50 dB bei einem 24h-Dauerschallpegel von <40 dB findet sich eine an der Signifikanzgrenze liegende erhöhte Odds Ratio von 1,05 (95% KI 0,98–1,11). Auch bei weiteren Analysen zum Zusammenhang zwischen Fluglärm und Herzinfarkt zeigen sich bei dieser Kategorie fast durchgängig erhöhte Effektschätzer, die teilweise statistische Signifikanz erreichen. Dieser Befund weist ebenso wie die deutliche Verbesserung der Modellgüte im „rohen“ Modell 1 ebenso wie im Sozialstatus-adjustierten Modell (sekundärdatenbasiertes Basismodell, OR_3) darauf hin, dass Personen mit einem Maximalpegel von über 50 dB als separate Kategorie geführt und nicht in die Referenzkategorie inkludiert werden dürfen. Bei der Analyse der gewichteten Schallpegel L_{DN} und L_{DEN} zeigen sich für diese Probanden uneinheitliche Ergebnisse bei geringen Felderbelegungen.

Tabelle 3-5: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,Nacht1-3}$, Emergenz) und Herzinfarkt

	Fälle n	%	Kontrollen n	%	OR, „rohes" Modell 1		OR, Basismodell 3	
24h-Dauerschallpegel								
<40dB, Max. <50dB	7.885	40,2	328.815	39,4	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	1.346	6,9	52.825	6,3	1,10	[1,04,1,17]	1,05	[0,98,1,11]
≥40-<45dB	5.839	29,7	249.666	29,9	1,03	[1,00,1,07]	1,01	[0,97,1,05]
≥45-<50dB	3.029	15,4	134.464	16,1	1,02	[0,98,1,06]	1,00	[0,95,1,05]
≥50-<55dB	1.151	5,9	52.923	6,3	1,01	[0,94,1,07]	0,97	[0,91,1,04]
≥55-<60dB	376	1,9	15.845	1,9	1,11	[1,00,1,23]	1,06	[0,95,1,18]
≥60dB	6	<0,05	196	<0,05	1,43	[0,63,3,26]	1,42	[0,62,3,25]
Kontinuierlich (pro 10 dB)					1,009	[0,985, 1,033] p = 0,485	0,993	[0,966, 1,020] p = 0,606
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB, Max. <50dB	9.073	46,2	380.331	45,6	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	5.211	26,5	222.319	26,6	1,02	[0,98,1,05]	1,00	[0,96,1,03]
≥40-<45dB	3.319	16,9	140.511	16,8	1,03	[0,99,1,07]	0,99	[0,95,1,04]
≥45-<50dB	1.382	7,0	65.738	7,9	0,98	[0,92,1,04]	0,95	[0,89,1,01]
≥50-<55dB	623	3,2	24.693	3,0	1,13	[1,04,1,22]	1,07	[0,98,1,17]
≥55-<60dB	24	0,1	1.142	0,1	1,01	[0,67,1,52]	0,99	[0,66,1,49]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
Zeitraum von 23-05h								
<40dB, Max. <50dB	9.114	46,4	382.121	45,8	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	6.025	30,7	257.513	30,8	1,01	[0,98,1,05]	0,99	[0,96,1,03]
≥40-<45dB	2.848	14,5	123.392	14,8	1,03	[0,99,1,07]	0,99	[0,95,1,03]
≥45-<50dB	1.256	6,4	55.504	6,6	1,03	[0,97,1,09]	0,98	[0,92,1,05]
≥50-<55dB	381	1,9	15.955	1,9	1,10	[0,99,1,23]	1,05	[0,94,1,17]
≥55-<60dB	8	<0,05	249	<0,05	1,51	[0,74,3,09]	1,50	[0,73,3,07]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
EU-Nacht (23-07h)								
<40dB, Max. <50dB	9.154	46,6	383.654	46,0	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	5.919	30,1	251.267	30,1	1,02	[0,99,1,05]	1,00	[0,96,1,03]
≥40-<45dB	2.708	13,8	117.594	14,1	1,01	[0,97,1,06]	0,98	[0,94,1,03]
≥45-<50dB	1.300	6,6	59.722	7,2	1,01	[0,95,1,07]	0,97	[0,92,1,04]
≥50-<55dB	516	2,6	21.155	2,5	1,11	[1,01,1,22]	1,06	[0,96,1,16]
≥55-<60dB	35	0,2	1.342	0,2	1,15	[0,82,1,61]	1,12	[0,80,1,58]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Fluglärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Fluglärm}$ und $L_{pAmax,\ 24h\ Fluglärm}$)								
<40dB, Differenz <20dB	4.893	24,9	200.685	24,0	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	4.338	22,1	180.955	21,7	1,02	[0,98,1,06]	0,99	[0,95,1,04]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	2.606	13,3	112.533	13,5	1,06	[1,01,1,12]	1,04	[0,99,1,09]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	3.233	16,5	137.133	16,4	1,00	[0,96,1,05]	0,97	[0,92,1,02]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	1.082	5,5	47.411	5,7	1,03	[0,96,1,10]	1,00	[0,94,1,07]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	1.947	9,9	87.053	10,4	1,01	[0,96,1,06]	0,98	[0,92,1,04]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	562	2,9	26.372	3,2	1,00	[0,91,1,09]	0,94	[0,86,1,04]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	589	3,0	26.551	3,2	1,00	[0,92,1,10]	0,98	[0,89,1,07]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	169	0,9	6.342	0,8	1,14	[0,97,1,33]	1,08	[0,91,1,27]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	207	1,1	9.503	1,1	1,08	[0,93,1,24]	1,03	[0,89,1,19]
≥60dB, Differenz<20dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
≥60dB, Differenz≥20dB	6	<0,05	196	<0,05	1,42	[0,62,3,25]	1,41	[0,62,3,22]
Beobachtungen						854.366		854.366

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter, Geschlecht; Modell 3: adjustiert für Alter, Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Quote (Quintile); 95%-Konfidenzintervalle in Klammern.

Wie a priori durch den Auswerteplan festgelegt, sollte (wie auch im Kapitel 2.20.3 beschrieben) für die 24h-Dauerschallpegel eine Analyse mit zusätzlichen Hochdosis-kategorien erfolgen. Beim Fluglärm lagen die höchsten 24h-Dauerschallpegel $L_{pAeq,24h}$ zwischen 60 und <65 dB. Da keine höheren Fluglärmexpositionen vorkamen, zeigen sich in dieser Analyse die gleichen Effektschätzer wie in der Hauptanalyse (siehe Tabelle 3-5). Wenn die 24h-Dauerschallpegel als kontinuierliche Variable in das logistische Regressions-

modell (sekundärdatenbasiertes Basismodell, OR_3) aufgenommen werden, findet sich keine statistisch signifikante Risikoerhöhung (OR pro 10 dB = 0,993 [95% KI 0,966-1,020]).

Bei der Prüfung eines Zusammenhangs hinsichtlich unterschiedlicher Nacht-Zeitbereiche und dem Auftreten eines Herzinfarktes (siehe Kapitel 2.20.4.2) zeigen sich in allen Nacht-Zeitbereichen Effektschätzer um die 1 in den Pegelstufen bis <50 dB. Während in der gesetzlichen Nacht (22-06 Uhr) nur ein statistisch nicht signifikant erhöhter Effektschätzer in der nächsthöheren Pegelstufe von 50 bis <55 dB detektiert wird (OR = 1,07 [95% KI 0,98-1,17]), werden im Zeitraum von 23-05 Uhr, aber auch in der EU-Nacht (23-07 Uhr) nicht signifikante Risikoerhöhungen sowohl in der Pegelstufe von 50 bis <55 dB als auch in der Kategorie von 55 bis <60 dB gefunden (Modell 3, siehe Tabelle 3-5). In der Pegelstufe von 55 bis <60 dB liegt die Odds Ratio für von Zeitraum von 23-05 Uhr bei 1,50 (95% KI 0,73-3,07) und für die EU-Nacht bei 1,12 (95% KI 0,80-1,58). Nächtlicher Fluglärm über 60 dB tritt bei den hier untersuchten Versicherten des Studiengebietes nicht auf. Werden, wie in der Sensitivitätsanalyse B (Kapitel 2.20.4.3) beschrieben, einzelne Stunden analysiert, so findet sich in der Zeit zwischen 22 und 23 Uhr eine deutlich (statistisch nicht signifikant) erhöhte Odds Ratio von 1,48 (95% KI 0,84-2,59) bei einem Fluglärm ≥60 dB. Für die übrigen analysierten Einzelstunden finden sich niedrigere Risikoschätzer. Ein statistisch signifikant erhöhtes Herzinfarkt-Risiko findet sich lediglich für die Zeit zwischen 5 und 6 Uhr bei einem Fluglärmpegel zwischen 55 bis <60 dB (OR = 1,25 [95% KI 1,05-1,48]); die entsprechende Odds Ratio für die Zeit zwischen 6 und 7 Uhr ist statistisch grenzwertig signifikant (OR = 1,12 [95% KI 1,00-1,25]).

Bei der Emergenz-Analyse, die den $L_{pAeq,24h}$ unter Berücksichtigung der Differenz zum höchsten mittleren maximalen Schalldruckpegel ($\overline{L_{pAmax,\,24h}}$) betrachtet, finden sich keine wesentlichen Unterschiede in den einzelnen Dauerschallpegel-Kategorien in Abhängigkeit von der Differenz zum Maximalpegel (siehe Tabelle 3-5).

Die Analyse der nächtlichen mittleren maximalen Schalldruckpegel weist zwischen 70 und 80 dB einen statistisch nicht signifikant erhöhten Risikoschätzer für einen Herzinfarkt auf (OR = 1,07 [95% KI 0,96-1,19], tabellarisch nicht dargestellt). Bei geringeren maximalen Schalldruckpegeln finden sich Effektschätzer um die 1.

Bei der Analyse der gewichteten L_{DN}-Pegel finden sich in den Lärmpegelklassen von 40 bis <55 dB Herzinfarkt-Risikoschätzer um die 1. Erst ab der Kategorie 55 bis <60 dB steigt die Odds Ratio leicht an, ohne statistische Signifikanz zu erreichen. In der höchsten Lärmpegelklasse ≥60 dB findet sich die höchste Odds Ratio mit 1,11 (95% KI 0,96-1,29). Für den gewichteten Pegel L_{DEN} finden sich vergleichbare Risikoschätzer bei einer tendenziell etwas schlechteren Modellgüte.

3.2.1.2 Ergebnisse für Männer und Frauen getrennt

Die beschriebenen Risikoerhöhungen bei höheren Fluglärmpegeln zeigen sich in der geschlechtsspezifischen Analyse nur für Männer, nicht für Frauen. Während die Effekt-

schätzer für einen Herzinfarkt bei Männern bis zu 24h-Dauerschallpegeln von 55 dB etwa bei 1 liegen, zeigen sich in den Pegelstufen von 55 bis <60 dB (OR = 1,11 [95% KI 0,96 - 1,28]) bzw. ≥60 dB (OR = 1,75 [95% KI 0,70-4,35]) statistisch nicht signifikant erhöhte Odds Ratios (Tabelle 3-6). Bei den Frauen dagegen finden sich in allen Pegelstufen bis 60 dB Risikoschätzer um die 1, bei einem $L_{pAeq,24h}$ ≥60 dB liegt die OR bei geringen Felderbelegungen (1 Fall, 101 Kontrollpersonen) bei 0,79 (95% KI 0,11-5,72).

Bei den Frauen (OR = 1,38 [95% KI 0,77-2,46]), nicht bei den Männern (OR = 0,79 [95%KI 0,44 -1,41]) zeigen sich statistisch nicht signifikant erhöhte Risikoschätzer für einen Fluglärmpegel von 55 bis <60 dB in der gesetzlichen Nacht (Tabelle 3-7). Im Zeitraum von 23-05 Uhr steigt die entsprechende Odds Ratio für Männer auf 1,25 (statistisch nicht signifikant; 95% KI 0,46-3,43). Die Einzelstundenanalyse weist für Männer statistisch signifikant erhöhte Odds Ratio in der Zeit von 4 bis 5 Uhr für einen Pegel von 45 bis <50 dB (OR = 1,14 [95% KI 1,02-1,27]), in der Zeit von 0 bis 1 Uhr für einen Pegel von 50 bis <55 dB (OR = 1,12 [95% KI 1,01-1,25]) und in der Zeit von 6 bis 7 Uhr für einen Pegel von 55 bis <60 dB (OR = 1,22 [95% KI 1,05-1,41]) auf.

Tabelle 3-6: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Herzinfarkt, nur Männer

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes“ Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
<40dB, Max. <50dB	4.442	40,1	139.753	38,5	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	736	6,6	22.702	6,3	1,05	[0,97,1,14]	1,02	[0,94,1,10]
≥40-<45dB	3.297	29,7	109.209	30,1	1,01	[0,96,1,06]	1,00	[0,95,1,05]
≥45-<50dB	1.722	15,5	60.022	16,6	0,99	[0,94,1,05]	0,98	[0,92,1,05]
≥50-<55dB	660	6,0	23.824	6,6	0,97	[0,89,1,05]	0,95	[0,87,1,04]
≥55-<60dB	226	2,0	7.060	1,9	1,13	[0,99,1,30]	1,11	[0,96,1,28]
≥60dB	5	<0,05	95	<0,05	1,74	[0,70,4,32]	1,75	[0,70,4,35]
Kontinuierlich					1,000	[0,968, 1,032]	0,993	[0,958, 1,030]
(pro 10 dB)						p = 0,984		p = 0,719
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB, Max. <50dB	5.095	46,0	162.621	44,8	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	2.911	26,3	96.847	26,7	0,99	[0,95,1,04]	0,98	[0,94,1,03]
≥40-<45dB	1.908	17,2	61.976	17,1	1,02	[0,97,1,08]	1,00	[0,95,1,06]
≥45-<50dB	792	7,1	29.723	8,2	0,94	[0,87,1,02]	0,93	[0,86,1,00]
≥50-<55dB	370	3,3	10.970	3,0	1,16	[1,04,1,29]	1,13	[1,01,1,27]
≥55-<60dB	12	0,1	528	0,1	0,80	[0,45,1,42]	0,79	[0,44,1,41]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
Zeitraum von 23-05h								
<40dB, Max. <50dB	5.126	46,2	163.427	45,1	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	3.356	30,3	112.235	30,9	0,98	[0,94,1,03]	0,97	[0,93,1,02]
≥40-<45dB	1.664	15,0	54.829	15,1	1,03	[0,97,1,09]	1,00	[0,95,1,06]
≥45-<50dB	715	6,4	24.905	6,9	0,99	[0,92,1,07]	0,97	[0,89,1,05]
≥50-<55dB	223	2,0	7.160	2,0	1,10	[0,96,1,26]	1,07	[0,93,1,23]
≥55-<60dB	4	<0,05	109	<0,05	1,25	[0,46,3,43]	1,25	[0,46,3,43]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
EU-Nacht (23-07h)								
<40dB, Max. <50dB	5.148	46,4	164.155	45,3	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	3.297	29,7	109.555	30,2	0,99	[0,95,1,04]	0,98	[0,93,1,03]
≥40-<45dB	1.568	14,1	51.863	14,3	1,01	[0,96,1,07]	0,99	[0,94,1,05]
≥45-<50dB	749	6,8	26.998	7,4	0,98	[0,90,1,06]	0,96	[0,89,1,04]
≥50-<55dB	311	2,8	9.487	2,6	1,13	[1,01,1,28]	1,11	[0,98,1,25]
≥55-<60dB	15	0,1	607	0,2	0,88	[0,52,1,47]	0,87	[0,52,1,47]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Fluglärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Fluglärm}$ und $L_{pAmax,\ 24h\ Fluglärm}$)								
<40dB, Differenz <20dB	2.736	24,7	84.808	23,4	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	2.442	22,0	77.647	21,4	1,01	[0,95,1,07]	0,99	[0,93,1,05]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	1.475	13,3	50.270	13,9	1,02	[0,96,1,09]	1,01	[0,94,1,08]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	1.822	16,4	58.939	16,3	0,99	[0,93,1,06]	0,97	[0,91,1,03]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	634	5,7	21.207	5,8	1,02	[0,94,1,12]	1,01	[0,92,1,11]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	1.088	9,8	38.815	10,7	0,97	[0,91,1,05]	0,95	[0,88,1,03]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	337	3,0	12.112	3,3	0,99	[0,88,1,11]	0,96	[0,85,1,08]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	323	2,9	11.712	3,2	0,95	[0,84,1,07]	0,93	[0,82,1,05]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	97	0,9	2.796	0,8	1,16	[0,95,1,43]	1,14	[0,91,1,41]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	129	1,2	4.264	1,2	1,10	[0,92,1,32]	1,07	[0,89,1,28]
≥60dB, Differenz<20dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
≥60dB, Differenz≥20dB	5	<0,05	95	<0,05	1,73	[0,70,4,31]	1,73	[0,69,4,31]
Beobachtungen						373.753		373.753

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter; Modell 3: adjustiert für Alter, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Quote (Quintile); 95%-Konfidenzintervalle in Klammern.

Tabelle 3-7: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Herzinfarkt, nur Frauen

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes" Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
<40dB, Max. <50dB	3.443	40,3	189.062	40,0	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	610	7,1	30.123	6,4	1,17	[1,07,1,27]	1,08	[0,98,1,18]
≥40-<45dB	2.542	29,8	140.457	29,8	1,06	[1,01,1,12]	1,02	[0,97,1,08]
≥45-<50dB	1.307	15,3	74.442	15,8	1,05	[0,98,1,12]	1,02	[0,95,1,09]
≥50-<55dB	491	5,7	29.099	6,2	1,05	[0,95,1,15]	1,00	[0,90,1,10]
≥55-<60dB	150	1,8	8.785	1,9	1,07	[0,91,1,26]	1,00	[0,84,1,19]
≥60dB	1	<0,05	101	<0,05	0,78	[0,11,5,69]	0,79	[0,11,5,72]
Kontinuierlich					1,016	[0,980, 1,054]	0,993	[0,93, 1,034]
(pro 10 dB)						p = 0,392		p = 0,729
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
< 40dB, Max. <50dB	3.978	46,6	217.710	46,1	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	2.300	26,9	125.472	26,6	1,04	[0,99,1,10]	1,01	[0,96,1,07]
≥40-<45dB	1.411	16,5	78.535	16,6	1,03	[0,97,1,10]	0,98	[0,92,1,05]
≥45-<50dB	590	6,9	36.015	7,6	1,02	[0,94,1,12]	0,98	[0,90,1,07]
≥50-<55dB	253	3,0	13.723	2,9	1,08	[0,95,1,23]	1,00	[0,87,1,14]
≥55-<60dB	12	0,1	614	0,1	1,41	[0,79,2,52]	1,38	[0,77,2,46]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
Zeitraum von 23-05h								
<40dB, Max. <50dB	3.988	46,7	218.694	46,3	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	2.669	31,2	145.278	30,8	1,04	[0,99,1,10]	1,01	[0,96,1,06]
≥40-<45dB	1.184	13,9	68.563	14,5	1,02	[0,96,1,09]	0,97	[0,90,1,04]
≥45-<50dB	541	6,3	30.599	6,5	1,07	[0,98,1,17]	1,01	[0,92,1,11]
≥50-<55dB	158	1,8	8.795	1,9	1,11	[0,94,1,30]	1,04	[0,88,1,22]
≥55-<60dB	4	<0,05	140	<0,05	1,97	[0,72,5,43]	1,98	[0,72,5,45]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
EU-Nacht (23-07h)								
<40dB, Max. <50dB	4.006	46,9	219.499	46,5	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	2.622	30,7	141.712	30,0	1,05	[1,00,1,11]	1,01	[0,96,1,07]
≥40-<45dB	1.140	13,3	65.731	13,9	1,01	[0,94,1,08]	0,96	[0,90,1,03]
≥45-<50dB	551	6,4	32.724	6,9	1,05	[0,96,1,15]	0,99	[0,91,1,09]
≥50-<55dB	205	2,4	11.668	2,5	1,07	[0,93,1,24]	1,00	[0,86,1,16]
≥55-<60dB	20	0,2	735	0,2	1,47	[0,93,2,31]	1,42	[0,90,2,24]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Fluglärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Fluglärm}$ und $\overline{L_{pAmax,\ 24h\ Fluglärm}}$)								
<40dB, Differenz <20dB	2.157	25,2	115.877	24,5	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	1.896	22,2	103.308	21,9	1,03	[0,97,1,10]	1,00	[0,94,1,06]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	1.131	13,2	62.263	13,2	1,11	[1,03,1,19]	1,07	[0,99,1,15]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	1.411	16,5	78.194	16,6	1,01	[0,95,1,08]	0,97	[0,90,1,04]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	448	5,2	26.204	5,6	1,02	[0,92,1,14]	0,99	[0,89,1,10]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	859	10,1	48.238	10,2	1,04	[0,96,1,13]	1,01	[0,92,1,10]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	225	2,6	14.260	3,0	1,00	[0,87,1,15]	0,93	[0,80,1,07]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	266	3,1	14.839	3,1	1,07	[0,94,1,22]	1,04	[0,91,1,18]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	72	0,8	3.546	0,8	1,09	[0,86,1,39]	1,01	[0,78,1,29]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	78	0,9	5.239	1,1	1,03	[0,82,1,30]	0,97	[0,77,1,23]
≥60dB, Differenz<20dB	1	<0,05	101	<0,05	0,78	[0,11,5,64]	0,78	[0,11,5,66]
≥60dB, Differenz≥20dB	6	<0,05	198	<0,05	1,42	[0,62,3,24]	1,41	[0,62,3,22]
Beobachtungen						480.613		480.135

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter; Modell 3: adjustiert für Alter, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Quote (Quintile); 95%-Konfidenzintervalle in Klammern.

In der Emergenz-Analyse, die den $L_{pAeq,24h}$ unter Berücksichtigung der Differenz zum höchsten mittleren maximalen Schalldruckpegel ($\overline{L_{pAmax,\ 24h}}$) betrachtet, finden sich auch in der nach Männern und Frauen getrennten Auswertung keine wesentlichen Unterschiede in den einzelnen Dauerschallpegel-Kategorien in Abhängigkeit von der Differenz zum Maximalpegel.

Die Analyse der nächtlichen mittleren maximalen Schalldruckpegel weist zwischen 70 und 80 dB einen statistisch nicht signifikant erhöhten Risikoschätzer für einen Herzinfarkt bei Männern (OR = 1,08 [95% KI 0,93-1,24]) wie bei Frauen (OR = 1,07 [95% KI 0,90-1,27]) auf

(tabellarisch nicht dargestellt). Bei geringeren maximalen Schalldruckpegeln finden sich Effektschätzer um die 1.

Bei der Analyse der gewichteten L_{DN}-Pegel finden sich für Männer (OR = 1,12 [95% KI 0,92-1,35]) wie für Frauen (OR = 1,12 [95% KI 0,90-1,40]) statistisch nicht signifikant erhöhte Effektschätzer in der höchsten Lärmpegelklasse ≥60 dB. Für den gewichteten Pegel L_{DEN} finden sich bei Männern geringfügig höhere, bei Frauen geringere Effektschätzer in der höchsten Lärmpegelklasse ≥60 dB.

3.2.1.3 Einfluss des Alters auf die Risikoschätzer für Herzinfarkt

Statistisch nicht signifikant erhöhte Risikoschätzer in der höchsten $L_{pAeq,24h}$-Kategorie von ≥60 dB finden sich bei den jüngeren Versicherten (Alter unter 60 Jahre; OR = 1,27 [95% KI 0,18-9,17]) in ähnlicher Weise wie bei den älteren Versicherten (Alter ≥60 Jahre; OR = 1,33 [95% KI 0,54-3,28]). Ansonsten liegen die Risikoschätzer in der altersstratifizierten Analyse um die 1 (mit Ausnahme teilweise signifikant erniedrigter Effektschätzer bei den jüngeren Versicherten in den Lärmklassen zwischen 50 und 60 dB).

Tabelle 3-8: 24h-Dauerschallpegel für Fluglärm und Herzinfarkt, altersstratifizierte Analyse

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes" Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
Versicherte unter 60 Jahren								
L_{pAeq} < 40 dB und $\overline{L_{pAmax}}$ <50 dB	1.176	38,2	153.848	37,8	1,00	-	1,00	-
L_{pAeq} < 40 dB und $\overline{L_{pAmax}}$ ≥50 dB	205	6,7	25.591	6,3	1,05	[0,90,1,21]	1,02	[0,88,1,19]
≥40 – <45 dB	925	30,1	123.501	30,3	0,97	[0,88,1,05]	0,95	[0,86,1,04]
≥45 – <50 dB	526	17,1	68.559	16,8	0,97	[0,88,1,08]	0,95	[0,85,1,07]
≥50 – <55 dB	184	6,0	27.162	6,7	0,86	[0,74,1,01]	0,84	[0,72,0,99]
≥55 – <60 dB	58	1,9	8.245	2,0	0,90	[0,69,1,17]	0,88	[0,67,1,15]
≥60 dB	1	<0,05	103	<0,05	1,26	[0,17,9,05]	1,27	[0,18,9,17]
Versicherte ≥ 60 Jahre								
L_{pAeq} < 40 dB und $\overline{L_{pAmax}}$ <50 dB	6.709	40,5	174.967	40,9	1,00	-	1,00	-
L_{pAeq} < 40 dB und $\overline{L_{pAmax}}$ ≥50 dB	1.141	6,9	27.234	6,4	1,09	[1,02,1,16]	1,03	[0,97,1,10]
≥40 – <45 dB	4.914	29,7	126.165	29,5	1,01	[0,97,1,05]	1,00	[0,96,1,04]
≥45 – <50 dB	2.503	15,1	65.905	15,4	0,98	[0,94,1,03]	0,98	[0,93,1,03]
≥50 – <55 dB	967	5,8	25.761	6,0	0,97	[0,90,1,04]	0,95	[0,88,1,02]
≥55 – <60 dB	318	1,9	7.600	1,8	1,08	[0,97,1,22]	1,04	[0,92,1,17]
≥60 dB	5	<0,05	93	<0,05	1,32	[0,54,3,25]	1,33	[0,54,3,28]

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Geschlecht; Modell 3: adjustiert für Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintil); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

3.2.1.4 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen, Männer und Frauen gemeinsam

Bei Versicherten der Krankenkassen 1 und 2 (Versichertenpopulation A) lassen sich hinsichtlich des $L_{pAeq,24h}$ in den unteren Pegelklassen bis 55 dB Effektschätzer um die 1 finden, bei 24h-Dauerschallpegeln von 55 bis <60 dB (OR = 1,07 [95% KI 0,95-1,21]) und ≥60 dB (OR = 1,59 [95% KI 0,64-3,94]) sind die Risikoschätzer statistisch nicht signifikant erhöht. Damit zeigen die Ergebnisse ein ähnliches Bild wie bei der Auswertung der gesamten Versichertengruppe. Bei den Versicherten der Krankenkasse 3 finden sich bei den 24h-Dauerschallpegeln keine erhöhten Risikoschätzer; lediglich bei den L_{DN}-Pegeln zeigt

sich in der höchsten Pegelstufe ≥60 dB eine statistisch nicht signifikant erhöhte OR von 1,06 (95% KI 0,76-1,47).

Bei der Auswertung des gewichteten Pegels L_{DN} ergeben sich sowohl für die Versicherten von Krankenkasse 1 und 2 als auch für die Versicherten von Krankenkasse 3 ähnliche Effekte (tabellarisch nicht dargestellt).

3.2.1.5 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen, Männer und Frauen getrennt

Die nach Geschlecht und nach Krankenkasse getrennten Auswertungen ergeben bei Männern der Krankenkassen 1 und 2 (Versichertenpopulation A) ebenso wie bei männlichen Versicherten der Krankenkasse 3 (Versichertenpopulation B) deutliche, statistisch nicht signifikant erhöhte Risikoschätzer in der höchsten Fluglärm-Kategorie (24h-Dauerschallpegel ≥60 dB). Geringere, statistisch nicht signifikante Risikoerhöhungen für einen 24h-Dauerschallpegel ≥60 dB finden sich bei weiblichen Versicherten der Krankenkassen 1 und 2, nicht bei versicherten Frauen von Krankenkasse 3.

3.2.1.6 Berücksichtigung der Wohndauer bei Versicherten der Krankenkasse 3

Die Analyse der kumulativen Lärmjahre in den letzten 5 Jahren vor dem Diagnosejahr bzw. (bei Kontrollpersonen) vor dem Jahr 2008 ist naturgemäß auf diejenigen Probanden beschränkt, für die die Wohnvorgeschichte über mindestens 5 Jahre bekannt ist. Bei der Beschränkung der Analyse auf Versicherte der Krankenkasse 3 mit einer Wohndauer von 5 bzw. 10 Jahren findet sich eine statistisch nicht signifikante Risikoerhöhung bei einem 24h-Dauerschallpegel ≥60 dB. Für die kumulativen Lärmjahre finden sich abgesehen von einer deutlich erniedrigten Odds Ratio im 2. Quartil (bei geringen Felderbelegungen) Risikoschätzer um die 1.

3.2.1.7 Fluglärm-bezogene Risikoschätzer für einen tödlich verlaufenden Herzinfarkt

Im Zeitraum zwischen Erstdiagnose (2005 bis 2010) und Auswahl der anzuschreibenden Probanden durch die Krankenkassen (2014/15) sind etwa 53% der Herzinfarkt-Patienten verstorben. In Tabelle 3-9 werden die Risikoschätzer für die Hauptanalyse bei Einschränkung der Fälle auf die verstorbenen Herzinfarkt-Patient/innen dargestellt. Werden lediglich die verstorbenen Herzinfarkt-Fälle in die Analyse einbezogen, so findet sich bei einem 24h-Dauerschallpegel von 60 dB oder mehr eine statistisch signifikante Odds Ratio von 2,70 (95% KI 1,08-6,74). Demgegenüber beträgt die entsprechende Odds Ratio in der Gesamtgruppe der Herzinfarkt-Fälle lediglich 1,42 (95% KI 0,62-3,25; siehe Tabelle 3-5).

Tabelle 3-9: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$) und tödlich verlaufender Herzinfarkt

	Fälle n	%	Kontrollen n	%	OR, Basismodell 3,	Verstorbene
24h-Dauerschallpegel						
<40dB, Max. <50dB	4.021	39,0	328.815	39,4	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	703	6,8	52.825	6,3	1,07	[0,98,1,16]
≥40-<45dB	3.121	30,3	249.666	29,9	1,06	[1,01,1,12]
≥45-<50dB	1.649	16,0	134.464	16,1	1,08	[1,01,1,15]
≥50-<55dB	605	5,9	52.923	6,3	1,03	[0,94,1,12]
≥55-<60dB	198	1,9	15.845	1,9	1,09	[0,94,1,27]
≥60dB	5	0,1	196	<0,05	2,70	[1,08,6,74]
Kontinuierlich (pro 10 dB)					1,032	[0,944,1,071] p=0,097
Gesetzliche Nacht (22-06 h)						
<40dB, Max. <50dB	4.637	45,0	380.331	45,6	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	2.773	26,9	222.319	26,6	1,04	[0,98,1,09]
≥40-<45dB	1.813	17,6	140.511	16,8	1,07	[1,01,1,13]
≥45-<50dB	717	7,0	65.738	7,9	1,00	[0,92,1,08]
≥50-<55dB	348	3,4	24.693	3,0	1,14	[1,01,1,28]
≥55-<60dB	14	0,1	1.142	0,1	1,24	[0,73,2,13]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-
Zeitraum von 23-05 h						
<40dB, Max. <50dB	4.649	45,1	382.121	45,8	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	3.244	31,5	257.513	30,9	1,04	[0,99,1,09]
≥40-<45dB	1.538	14,9	123.392	14,8	1,06	[1,00,1,13]
≥45-<50dB	661	6,4	55.504	6,7	1,02	[0,94,1,11]
≥50-<55dB	203	2,0	15.955	1,9	1,10	[0,95,1,27]
≥55-<60dB	7	0,1	249	<0,05	2,80	[1,29,6,07]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-

OR: Odds Ratio; Modell 3: adjustiert für Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Quote (Quintile); 95%-Konfidenzintervalle in Klammern.

3.2.2 Zusammenhang zwischen Straßenverkehrslärm und Herzinfarkt

3.2.2.1 Ergebnisse der Gesamtgruppe (Männer und Frauen gemeinsam)

Die Hauptanalyse mit 24h-Dauerschallpegeln lässt einen Anstieg der Odds Ratio ab einem Straßenverkehrslärm von 55 dB erkennen (Tabelle 3-10): die Odds Ratio liegt für einen Lärmpegel von 55 bis <60 dB bei 1,05 (95% KI 0,99-1,11) und erreicht bei einem Lärmpegel von 60 dB bis <65 dB statistische Signifikanz (OR = 1,09 [95% KI 1,02-1,16). Die höchste Odds Ratio von 1,13 (95% KI 1,00-1,27) findet sich bei einem 24h-Dauerschallpegel ≥70 dB. Wenn die 24h-Dauerschallpegel als kontinuierliche Variable in das logistische Regressionsmodell aufgenommen werden, findet sich eine statistisch signifikante Risikoerhöhung von 2,8% pro 10 dB Straßenverkehrslärm (OR pro 10 dB = 1,028 [95% KI 1,012-1,045]). Die Berücksichtigung der kontinuierlichen Straßenverkehrslärm-Variable als einfaches Polynom 3. Grades (mit linearem, quadratischem und kubischem Term) führt zu einer tendenziell etwas schlechteren Modellanpassung; dies spricht für eine angemessene Abbildung der Expositions-Risiko-Beziehung durch ein einfaches lineares Modell.

Tabelle 3-10: Straßenverkehrslärm ((L$_{pAeq,24h}$, L$_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Herzinfarkt

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes“ Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
< 40 dB	2.167	11,0	88.177	10,6	1,00	[1,00,1,00]	1,00	[1,00,1,00]
≥40 – <45 dB	4.308	21,9	177.419	21,3	1,01	[0,96,1,07]	1,02	[0,96,1,07]
≥45 – <50 dB	4.627	23,6	200.544	24,0	0,99	[0,94,1,04]	0,99	[0,94,1,05]
≥50 – <55 dB	3.340	17,0	148.430	17,8	1,01	[0,96,1,07]	1,01	[0,96,1,07]
≥55 – <60 dB	2.171	11,1	91.493	11,0	1,04	[0,98,1,11]	1,05	[0,99,1,11]
≥60 – <65 dB	1.637	8,3	68.672	8,2	1,09	[1,02,1,16]	1,09	[1,02,1,16]
≥65 – <70 dB	1.069	5,5	46.715	5,6	1,06	[0,99,1,15]	1,06	[0,98,1,15]
≥70 dB	313	1,6	13.284	1,6	1,12	[1,00,1,27]	1,13	[1,00,1,27]
Kontinuierlich					1,029	[1,013,1,046]	1,028	[1,012, 1,045]
(pro 10 dB)						p < 0,001		p = 0,001
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB	8.139	41,5	337.086	40,4	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	3.879	19,8	169.775	20,3	1,00	[0,96,1,03]	1,00	[0,96,1,04]
≥45-<50dB	2.999	15,3	131.960	15,8	1,00	[0,96,1,05]	1,00	[0,96,1,05]
≥50-<55dB	2.302	11,7	95.548	11,4	1,07	[1,02,1,12]	1,07	[1,02,1,12]
≥55-<60dB	1.557	7,9	67.195	8,0	1,07	[1,01,1,13]	1,07	[1,01,1,13]
≥60dB	756	3,9	33.170	4,0	1,07	[0,99,1,15]	1,07	[0,99,1,15]
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel (L$_{pAeq,24h\ Straßenlärm}$ und Differenz zwischen L$_{pAeq,24h\ Straßenlärm}$ und $\overline{L_{pAmax,\ 24h\ Straßenlärm}}$)								
<40dB, Differenz <20dB	1.812	9,2	72.873	8,7	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	355	1,8	15.304	1,8	0,97	[0,86,1,08]	0,97	[0,87,1,09]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	3.816	19,4	156.947	18,8	1,00	[0,95,1,06]	1,01	[0,96,1,07]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	492	2,5	20.472	2,5	1,01	[0,91,1,12]	1,02	[0,92,1,13]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	4.113	21,0	177.377	21,2	0,99	[0,94,1,05]	1,00	[0,94,1,05]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	514	2,6	23.167	2,8	0,94	[0,85,1,04]	0,95	[0,86,1,05]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	2.864	14,6	126.801	15,2	1,01	[0,95,1,08]	1,01	[0,95,1,08]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	476	2,4	21.629	2,6	0,96	[0,87,1,06]	0,97	[0,87,1,07]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	1.513	7,7	64.024	7,7	1,06	[0,99,1,14]	1,07	[0,99,1,14]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	658	3,4	27.469	3,3	0,98	[0,90,1,08]	1,00	[0,91,1,09]
≥60dB, Differenz<20dB	1.905	9,7	84.016	10,1	1,06	[0,99,1,13]	1,06	[0,99,1,13]
≥60dB, Differenz≥20dB	1.114	5,7	44.655	5,3	1,11	[1,03,1,20]	1,12	[1,03,1,20]
Beobachtungen						854.366		854.366

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter, Geschlecht; Modell 3: adjustiert für Alter, Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Quote (Quintile); 95%-Konfidenzintervalle in Klammern.

Bei der Betrachtung der gesetzlichen Nacht (22-06 Uhr) finden sich ab einem Straßenlärmpegel von 50 dB erhöhte Risikoschätzer für einen Herzinfarkt: die Odds Ratio beträgt 1,07 (95% KI 1,02-1,12) bei einem nächtlichen Lärmpegel von 50 bis <55 dB, 1,07 (95% KI 1,01-1,13) bei 55 bis <60 dB und ebenfalls 1,07 (95% KI 0,99-1,15) bei ≥60 dB.

In der Emergenz-Analyse finden sich keine einheitlich höheren Risikoschätzer bei einer Differenz des Maximalpegels $\overline{L_{pAmax,\ 24h}}$ zum 24h-Dauerschallpegel von 20 dB oder mehr.

Für den gewichteten L$_{DN}$-Pegel zeigt sich eine Odds Ratio von 1,05 (95% KI 0,99-1,12) in der Kategorie 55 bis <60 dB, die die statistische Signifikanz knapp verfehlt, bei einem L$_{DN}$-Pegel von ≥60 dB beträgt die statistisch signifikante Odds Ratio 1,10 (95% KI 1,03-1,16).

3.2.2.2 Ergebnisse für Männer und Frauen getrennt

Bei der nach Männern und Frauen getrennten Analyse finden sich bei den Männern etwas ausgeprägtere Risikoerhöhungen (Tabelle 3-11): Bei den Männern zeigt sich bei einem 24h-Dauerschallpegel von 55 bis <60 dB eine auf 1,08 (95% KI 0,99-1,17) erhöhte Odds Ratio,

die bei einem Schallpegel von 60 bis <65 dB statistische Signifikanz erreicht (OR = 1,10 [95% KI 1,01-1,21]). Bei Berücksichtigung höherer Schalldruckpegel zeigen sich für Männer kontinuierlich (leicht) ansteigende Risikoschätzer bis zu einer Odds Ratio von 1,12 (95% KI 0,95-1,32) in der Kategorie ≥70 dB (Tabelle 3-11). Bei den Frauen erreichen die Risikoschätzer für den 24h-Dauerschallpegel sämtlich keine statistische Signifikanz; die höchste Odds Ratio von 1,12 (95% KI 0,93-1,35) findet sich in der Kategorie ≥70 dB.

Wenn die 24h-Dauerschallpegel als kontinuierliche Variable in das logistische Regressionsmodell aufgenommen werden, findet sich für Männer ein etwas deutlicherer Zusammenhang zwischen Straßenverkehrslärm und dem Herzinfarkt als für Frauen: Pro 10 dB Schalldruckpegel beträgt die Risikoerhöhung bei Männern 3,4% und bei den Frauen 1,6% (OR = 1,034 [95% KI 1,012-1,057] bei Männern bzw. 1,016 [95% KI 0,991-1,042] bei Frauen) (tabellarisch nicht dargestellt).

Auch die Risikoschätzer für die gewichteten L_{DN}-Pegelklassen des Straßenverkehrslärms liegen bei Männern etwas höher als bei Frauen. Bei einem L_{DN} von ≥60 dB beträgt die Odds Ratio bei Männern 1,11 (95% KI 1,02-1,20), bei Frauen 1,07 (95% KI 0,98-1,18).

Tabelle 3-11: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Herzinfarkt, nur Männer

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes" Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
< 40 dB	1.188	10,7	37.132	10,2	1,00	-	1,00	-
≥40 – <45 dB	2.434	22,0	75.721	20,9	1,04	[0,96,1,11]	1,04	[0,97,1,11]
≥45 – <50 dB	2.556	23,1	86.007	23,7	0,99	[0,92,1,06]	0,99	[0,92,1,06]
≥50 – <55 dB	1.891	17,1	65.385	18,0	1,01	[0,93,1,08]	1,01	[0,94,1,09]
≥55 – <60 dB	1.245	11,2	40.062	11,1	1,07	[0,99,1,17]	1,08	[0,99,1,17]
≥60 – <65 dB	948	8,6	30.815	8,5	1,10	[1,01,1,20]	1,10	[1,01,1,21]
≥65 – <70 dB	646	5,8	21.373	5,9	1,12	[1,01,1,23]	1,11	[1,01,1,23]
≥70 dB	180	1,6	6170	1,7	1,12	[0,95,1,31]	1,12	[0,95,1,32]
Kontinuierlich (pro 10 dB)					1,034	[1,012, 1,056] p= 0,002	1,034	[1,021, 1,057] p= 0,002
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB	4.518	40,7	143.383	39,5	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	2.183	19,7	73.566	20,3	0,99	[0,94,1,04]	0,99	[0,94,1,05]
≥45-<50dB	1.696	15,3	57.907	16,0	1,00	[0,94,1,06]	1,00	[0,95,1,06]
≥50-<55dB	1.312	11,8	42.250	11,6	1,07	[1,00,1,14]	1,07	[1,00,1,14]
≥55-<60dB	930	8,4	30.329	8,4	1,11	[1,03,1,19]	1,11	[1,03,1,19]
≥60dB	449	4,0	15.230	4,2	1,09	[0,99,1,20]	1,09	[0,99,1,21]
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Straßenlärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Straßenlärm}$ und $L_{pAmax,\ 24h\ Straßenlärm}$)								
<40dB, Differenz <20dB	963	8,7	30.613	8,4	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	225	2,0	6.519	1,8	1,11	[0,96,1,29]	1,12	[0,96,1,30]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	2.166	19,5	66.858	18,4	1,06	[0,98,1,15]	1,07	[0,99,1,15]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	268	2,4	8.863	2,4	1,00	[0,87,1,14]	1,00	[0,87,1,15]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	2.281	20,6	76.075	21,0	1,01	[0,94,1,10]	1,02	[0,94,1,10]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	275	2,5	9.932	2,7	0,94	[0,82,1,07]	0,94	[0,82,1,08]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	1.628	14,7	55.960	15,4	1,04	[0,95,1,12]	1,04	[0,96,1,13]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	263	2,4	9.425	2,6	0,97	[0,84,1,12]	0,98	[0,85,1,12]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	861	7,8	28.031	7,7	1,11	[1,01,1,22]	1,11	[1,01,1,22]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	384	3,5	12.031	3,3	1,07	[0,95,1,21]	1,08	[0,95,1,22]
≥60dB, Differenz<20dB	1.150	10,4	38.344	10,6	1,13	[1,04,1,24]	1,14	[1,04,1,24]
≥60dB, Differenz≥20dB	624	5,6	20.014	5,5	1,12	[1,01,1,25]	1,13	[1,02,1,25]
Beobachtungen						373.753		373.753

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter; Modell 3: adjustiert für Alter, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Quote (Quintile); 95%-Konfidenzintervalle in Klammern.

Bei der Betrachtung der gesetzlichen Nacht (22-06 h, Tabelle 3-11) finden sich für Männer ab einem Straßenlärmpegel von 50 dB erhöhte Risikoschätzer: die Odds Ratio beträgt 1,07 (95% KI 1,00-1,14) bei einem nächtlichen Lärmpegel von 50 bis <55 dB, 1,11 (95% KI 1,03-1,19) bei 55 bis <60 dB und 1,09 (95% KI 0,99-1,21) bei ≥60 dB. Für Frauen finden sich für die nächtlichen Lärmpegel uneinheitliche Ergebnisse; die höchste, an der Signifikanzgrenze liegende Odds Ratio von 1,06 (95% KI 0,99-1,14) findet sich in der Kategorie von 50 bis <55 dB.

Die Emergenz-Analyse lässt weder für Männer noch für Frauen deutlich erhöhte Odds Ratios bei Spitzenbelastungen mit einem Maximalpegel von mindestens 20 dB über dem jeweiligen Dauerschallpegel erkennen.

Tabelle 3-12: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Herzinfarkt, nur Frauen

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes" Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
< 40 dB	979	11,5	51.045	10,8	1,00	-	1,00	-
≥40 – <45 dB	1.874	21,9	101.698	21,5	0,98	[0,91,1,06]	0,99	[0,92,1,08]
≥45 – <50 dB	2.071	24,2	114.537	24,3	0,99	[0,91,1,07]	1,00	[0,92,1,08]
≥50 – <55 dB	1.449	17,0	83.045	17,6	1,01	[0,93,1,10]	1,01	[0,93,1,10]
≥55 – <60 dB	926	10,8	51.431	10,9	1,00	[0,91,1,09]	1,01	[0,92,1,10]
≥60 – <65 dB	689	8,1	37.857	8,0	1,06	[0,96,1,17]	1,06	[0,96,1,17]
≥65 – <70 dB	423	5,0	25.342	5,4	0,98	[0,87,1,10]	0,98	[0,87,1,10]
≥70 dB	133	1,6	7.114	1,5	1,11	[0,93,1,34]	1,12	[0,93,1,35]
Kontinuierlich					1,017	[0,993, 1,043]	1,016	[0,991, 1,042]
(pro 10 dB)						p= 0,165		p= 0,207
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB	3.621	42,4	193.703	41,0	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	1.696	19,9	96.209	20,4	1,00	[0,94,1,06]	1,00	[0,94,1,06]
≥45-<50dB	1.303	15,3	74.053	15,7	1,00	[0,93,1,06]	0,99	[0,93,1,06]
≥50-<55dB	990	11,6	53.298	11,3	1,06	[0,99,1,14]	1,06	[0,99,1,14]
≥55-<60dB	627	7,3	36.866	7,8	1,00	[0,92,1,09]	1,00	[0,92,1,09]
≥60dB	307	3,6	17.940	3,8	1,02	[0,91,1,15]	1,02	[0,90,1,15]
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Straßenlärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Straßenlärm}$ und $L_{pAmax,\ 24h,Straßenlärm}$)								
<40dB, Differenz <20dB	849	9,9	42.260	9,0	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	130	1,5	8.785	1,9	0,80	[0,66,0,96]	0,81	[0,67,0,98]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	1.650	19,3	90.089	19,1	0,94	[0,86,1,02]	0,95	[0,87,1,04]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	224	2,6	11.609	2,5	1,03	[0,89,1,20]	1,05	[0,91,1,23]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	1.832	21,4	101.302	21,5	0,96	[0,88,1,04]	0,97	[0,89,1,06]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	239	2,8	13.235	2,8	0,93	[0,81,1,08]	0,95	[0,82,1,10]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	1.236	14,5	70.841	15,0	0,98	[0,90,1,08]	0,99	[0,90,1,08]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	213	2,5	12.204	2,6	0,94	[0,81,1,10]	0,95	[0,81,1,10]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	652	7,6	35.993	7,6	1,01	[0,91,1,12]	1,01	[0,91,1,12]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	274	3,2	15.438	3,3	0,88	[0,77,1,01]	0,90	[0,79,1,04]
≥60dB, Differenz<20dB	755	8,8	45.672	9,7	0,95	[0,86,1,05]	0,95	[0,86,1,06]
≥60dB, Differenz≥20dB	490	5,7	24.641	5,2	1,08	[0,96,1,21]	1,10	[0,98,1,23]
Beobachtungen						480.613		480.135

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter, Geschlecht; Modell 3: adjustiert für Alter, Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Quote (Quintile); 95%-Konfidenzintervalle in Klammern.

3.2.2.3 Einfluss des Alters auf die Risikoschätzer für Herzinfarkt

Bei der Prüfung, ob eine Effektmodifikation durch das Alter vorliegt, liegen bei den älteren Versicherten die Odds Ratios bis zu einem 24h-Dauerschallpegel von 60 dB um 1. In der Straßenverkehrslärm-Kategorie von ≥60 dB wird ein erhöhter Effektschätzer hinsichtlich eines Herzinfarktes von 1,05 (95% KI 0,99-1,12) sichtbar (Modell 3, siehe Tabelle 3-13).

Bei den jüngeren Versicherten (Alter unter 60 Jahre) finden sich in allen Straßenlärm-Pegelklassen statistisch nicht signifikant erhöhte Effektschätzer. Der höchste Risikoschätzer wird dabei in der Pegelstufe von 50 bis <55 dB mit einer statistisch nicht signifikanten Odds Ratio von 1,11 (95% KI 0,96-1,28) detektiert.

Tabelle 3-13: Straßenlärm - Prüfung des Einflusses des Alters auf das Herzinfarkt-Risiko

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes" Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
Versicherte unter 60 Jahre								
<40dB	278	9,0	39.940	9,8	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	618	20,1	82.536	20,3	1,07	[0,93,1,23]	1,07	[0,92,1,23]
≥45-<50dB	698	22,7	96.210	23,6	1,03	[0,89,1,18]	1,03	[0,90,1,19]
≥50-<55dB	592	19,3	74.766	18,4	1,11	[0,96,1,28]	1,11	[0,96,1,28]
≥55-<60dB	362	11,8	45.847	11,3	1,10	[0,94,1,29]	1,09	[0,93,1,28]
≥60dB	527	17,1	67.710	16,6	1,07	[0,92,1,23]	1,05	[0,91,1,22]
Versicherte ≥ 60 Jahre								
<40dB	1.889	11,4	48.237	11,3	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	3.690	22,3	94.883	22,2	0,99	[0,94,1,05]	1,00	[0,95,1,06]
≥45-<50dB	3.929	23,7	104.334	24,4	0,96	[0,91,1,02]	0,97	[0,92,1,03]
≥50-<55dB	2.748	16,6	73.664	17,2	0,95	[0,89,1,01]	0,96	[0,90,1,02]
≥55-<60dB	1.809	10,9	45.646	10,7	1,01	[0,95,1,08]	1,02	[0,96,1,09]
≥60dB	2.492	15,2	60.961	14,3	1,03	[0,97,1,10]	1,05	[0,99,1,12]

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Geschlecht; Modell 3: adjustiert für Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Quote (Quintile); 95%-Konfidenzintervalle in Klammern.

3.2.2.4 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen, Männer und Frauen gemeinsam

Bei den Versicherten der Krankenkassen 1 und 2 (Versichertenpopulation A) zeigt sich in der Pegelklasse 55 bis <60 dB eine statistisch nicht signifikant erhöhte Odds Ratio von 1,05 (95% KI 0,98-1,13), bei ≥60 dB (OR=1,08 [95% KI 1,01-1,16]) wird statistische Signifikanz erreicht. Bei den Versicherten der Krankenkasse 3 (Versichertenpopulation B) finden sich statistisch nicht signifikant erhöhte Risikoschätzer in den Pegelklassen ab 50 dB, dabei ist der Expositions-Wirkungs-Verlauf in den höheren Pegelklassen uneinheitlich. Bei der Auswertung der gewichteten Pegel zeigen sich ebenfalls bei beiden Versichertenpopulationen zunehmende Risikoschätzer mit steigenden L_{DN}-Pegeln, die in der höchsten Kategorie von >60 dB bei Versicherten der Krankenkassen 1 und 2 eine Odds Ratio von 1,10 (95% KI 1,02-1,18) und bei Versicherten der Krankenkasse 3 eine Odds Ratio von 1,07 (95% KI 0,95-1,21) erreichen. Die Ergebnisse der vorgenannten Analysen werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nur berichtet, jedoch nicht in Tabellenform dargestellt.

3.2.2.5 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen, Männer und Frauen getrennt

Die geschlechtsspezifischen Auswertungen ergeben bei der Versichertenpopulation A sowie bei der Versichertenpopulation B vergleichbare Ergebnisse. Generell ist der positive Expositions-Wirkungs-Zusammenhang zwischen Straßenverkehrslärm-Pegeln und dem Herzinfarkt-Risiko bei Männern der unterschiedlichen Versichertenpopulationen stets deutlicher ausgeprägt als bei Frauen. Die Ergebnisse der vorgenannten Analysen werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nur berichtet, jedoch nicht in Tabellenform dargestellt.

3.2.2.6 Berücksichtigung der Wohndauer bei Versicherten der Krankenkasse 3

Eine Beschränkung der Auswertung auf Versicherte der Krankenkasse 3, die mindestens 5 bzw. 10 Jahre an der Wohnadresse des Diagnosejahres bzw. des Jahres 2008 (bei Kontrollpersonen) gewohnt haben, führt in der höchsten Kategorie ≥60 dB des 24h-Dauerschallpegels zu einer statistisch nicht signifikanten Erhöhung der Risikoschätzer. Die Analyse der Lärmjahre bei den Versicherten der Krankenkasse 3 ergibt einen monotonen Anstieg der Risikoschätzer (OR von 1,05 im 2. und 3. Quartil) bis zu einer an der Signifikanzgrenze liegenden Odds Ratio von 1,07 im 4. Quartil (95% KI 0,98-1,18); bei zusätzlicher Adjustierung für das Einkommen beträgt die Odds Ratio im 4. Quartil der Lärmjahre 1,08 (95% KI 0,98-1,18). Die Ergebnisse der vorgenannten Analysen werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nur berichtet, jedoch nicht in Tabellenform dargestellt.

3.2.2.7 Straßenverkehrslärm-bezogene Risikoschätzer für einen tödlich verlaufenden Herzinfarkt

In Tabelle 3-14 werden die Straßenverkehrslärm-bezogenen Risikoschätzer bei Einschränkung der Fälle auf die verstorbenen Herzinfarkt-Patient/innen dargestellt. Werden lediglich die verstorbenen Herzinfarkt-Fälle in die Analyse einbezogen, so findet sich bei einem 24h-Dauerschallpegel von 60 bis <65 dB eine statistisch signifikante Odds Ratio von 1,13 (95% KI 1,03-1,24); in der höchsten Kategorie ≥70 dB beträgt die entsprechende Odds Ratio 1,12 (95% KI 0,95-1,33). In der Gesamtgruppe der Herzinfarkt-Fälle finden sich in den Expositionskategorien ab 60 dB vergleichbare Risikoerhöhungen (vgl. Tabelle 3-10). Die lineare Expositions-Risiko-Beziehung zeigt für die Subgruppe der Verstorbenen einen deutlicheren Anstieg mit steigendem Straßenverkehrslärm als in der Gesamtgruppe aller Herzinfarkt-Patient/innen.

Tabelle 3-14: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und tödlich verlaufender Herzinfarkt

	Fälle		Kontrollen		OR, Basismodell 3, Verstorbene	
	n	%	n	%		
24h-Dauerschallpegel						
<40dB	1.160	11,3	88.177	10,6	1,00	-
≥40-<45dB	2.257	21,9	177.419	21,3	1,01	[0,94,1,08]
≥45-<50dB	2.433	23,6	200.544	24,0	0,99	[0,92,1,07]
≥50-<55dB	1.708	16,6	148.430	17,8	1,00	[0,92,1,08]
≥55-<60dB	1.146	11,1	91.493	11,0	1,05	[0,97,1,14]
≥60-<65dB	875	8,5	68.672	8,2	1,13	[1,03,1,24]
≥65-<70 dB	563	5,5	46.715	5,6	1,09	[0,98,1,21]
≥70 dB	160	1,6	13.284	1,6	1,12	[0,95,1,33]
Kontinuierlich					1,039	[1,016,1,063]
(pro 10 dB)						p=0,001

OR: Odds Ratio; Modell 3: adjustiert für Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Quote (Quintile); 95%-Konfidenzintervalle in Klammern.

3.2.3 Zusammenhang zwischen Schienenverkehrslärm und Herzinfarkt

3.2.3.1 Ergebnisse der Gesamtgruppe (Männer und Frauen gemeinsam)

Generell zeigen sich auch bei der Auswertung des Zusammenhangs zwischen Herzinfarkt und Schienenverkehrslärm tendenziell höhere Effektschätzer bei Adjustierung für Bildung,

Beruf und regionaler SGB II-Quote (Modell 3) im Vergleich mit dem „rohen“ Modell (Modell 1) und mit dem Modell 2. Dabei zeigt das Modell 3 eine vergleichsweise deutlich bessere Anpassungsgüte. Daher bezieht sich der folgende Text wiederum auf die Risikoschätzer des Sozialstatus-bezogenen Modells 3; für die Ergebnisse des Modells 1 wird auf die tabellarischen Darstellungen verwiesen.

Die Hauptanalyse mit 24h-Dauerschallpegeln weist in der Kategorie 50 bis <55 dB eine statistisch grenzwertig signifikant erhöhte Odds Ratio von 1,05 (95% KI 1,00-1,10) auf, bei 55 bis <60 dB beträgt die OR 1,04 (95% KI 0,97-1,12), in der höchsten Pegelklasse ab 70 dB 1,16 (95% KI 0,93-1,46) (Tabelle 3-15). Wenn die 24h-Dauerschallpegel als kontinuierliche Variable in das logistische Regressionsmodell aufgenommen werden, findet sich eine statistisch signifikante Risikoerhöhung von 2,3% pro 10 dB Schienenverkehrslärm (OR pro 10 dB = 1,023 [95% KI 1,005-1,042]). Die Berücksichtigung der kontinuierlichen Schienenverkehrslärm-Variable als einfaches Polynom 3. Grades (mit linearem, quadratischem und kubischem Term) führt zu einer tendenziell etwas schlechteren Modellanpassung, damit erscheint das lineare Modell adäquat zur Abbildung der Expositions-Risiko-Beziehung zwischen Schienenverkehrslärm und Herzinfarkt.

Bei der Betrachtung der gesetzlichen Nacht findet sich ein deutlicher Anstieg der Odds Ratio erst bei einem Schallpegel von ≥60 dB (OR = 1,10 [95% KI 1,01-1,20]) (Tabelle 3-15).

Bei der Emergenz-Analyse (Tabelle 3-15) finden sich für den Zusammenhang zwischen Herzinfarkt und Schienenverkehrslärm in mehreren Dauerschall-Pegelklassen deutlich höhere Risikoschätzer, wenn die Differenz zum Maximalpegel $\overline{L_{pAmax,\,24h}}$ mehr als 20 dB beträgt: Dies gilt insbesondere für die Pegelklassen $L_{pAeq,24h}$ von 50 bis <55 dB (OR = 1,13 [95% KI 1,03-1,24] vs. 1,02 [95% KI 0,97-1,08]) und ≥60 dB (OR = 1,15 [95% KI 1,01-1,31] vs. 1,09 [95% KI 0,97-1,22]).

Die Analyse des gewichteten L_{DN}-Pegels ergibt einen uneinheitlichen Verlauf mit einer statistisch grenzwertig signifikanten Risikoerhöhung bereits in der Kategorie 40 bis <45 dB (OR=1,09 [95% KI 1,00-1,18]). In der L_{DN} -Kategorie ≥60 dB beträgt die Odds Ratio 1,05 [95% KI 1,00-1,11]).

Tabelle 3-15: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Herzinfarkt

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes“ Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
< 40 dB	10.725	54,6	446.965	53,6	1,00	[1,00,1,00]	1,00	[1,00,1,00]
≥40 – <45 dB	2.445	12,5	104.139	12,5	1,03	[0,99,1,08]	1,04	[0,99,1,09]
≥45 – <50 dB	2.966	15,1	132.524	15,9	0,98	[0,94,1,02]	1,00	[0,96,1,05]
≥50 – <55 dB	2.115	10,8	91.861	11,0	1,02	[0,97,1,07]	1,05	[1,00,1,10]
≥55 – <60 dB	823	4,2	36.040	4,3	1,00	[0,93,1,07]	1,04	[0,97,1,12]
≥60 – <65 dB	340	1,7	13.783	1,7	1,06	[0,95,1,19]	1,10	[0,98,1,23]
≥65 – <70 dB	138	0,7	5.962	0,7	1,11	[0,94,1,32]	1,14	[0,96,1,36]
≥70 dB	80	0,4	3.460	0,4	1,11	[0,89,1,39]	1,16	[0,93,1,46]
Kontinuierlich					1,007	[0,989, 1,024]	1,023	[1,005, 1,042]
(pro 10 dB)						p= 0,464		p= 0,014
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB	10.703	54,5	443.563	53,1	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	2.392	12,2	102.929	12,3	1,00	[0,96,1,05]	1,01	[0,96,1,06]
≥45-<50dB	2.832	14,4	127.897	15,3	0,98	[0,94,1,02]	1,00	[0,96,1,05]
≥50-<55dB	2.190	11,2	94.192	11,3	1,00	[0,95,1,05]	1,04	[0,99,1,09]
≥55-<60dB	916	4,7	40.916	4,9	0,98	[0,91,1,05]	1,02	[0,95,1,10]
≥60dB	599	3,1	25.237	3,0	1,05	[0,97,1,15]	1,10	[1,01,1,20]
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Schienenverkehrslärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Schienenverkehrslärm}$ und $L_{pAmax,\ 24h\ Schienenverkehrslärm}$)								
<40dB, Differenz <20dB	9.566	48,7	398.612	47,8	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	1.159	5,9	48.353	5,8	1,01	[0,95,1,07]	0,98	[0,92,1,04]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	1.988	10,1	84.797	10,2	1,03	[0,98,1,08]	1,03	[0,98,1,09]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	457	2,3	19.342	2,3	1,04	[0,95,1,15]	1,04	[0,94,1,14]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	2.411	12,3	108.699	13,0	0,98	[0,93,1,02]	1,00	[0,95,1,05]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	555	2,8	23.825	2,9	0,99	[0,90,1,08]	1,00	[0,92,1,10]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	1.623	8,3	73.017	8,7	0,99	[0,94,1,04]	1,02	[0,97,1,08]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	492	2,5	18.844	2,3	1,14	[1,04,1,25]	1,13	[1,03,1,24]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	604	3,1	26.357	3,2	0,98	[0,91,1,07]	1,03	[0,95,1,12]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	219	1,1	9.683	1,2	1,04	[0,91,1,20]	1,05	[0,91,1,20]
≥60dB, Differenz<20dB	317	1,6	13.625	1,6	1,05	[0,94,1,18]	1,09	[0,97,1,22]
≥60dB, Differenz≥20dB	241	1,2	9.580	1,1	1,13	[0,99,1,29]	1,15	[1,01,1,31]
Beobachtungen						854.366		854.366

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter, Geschlecht; Modell 3: adjustiert für Alter, Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintil); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

3.2.3.2 Ergebnisse für Männer und Frauen getrennt

Bei den geschlechtsspezifischen Auswertungen zum Schienenverkehrslärm (Tabelle 3-16 und Tabelle 3-17) findet sich für den Herzinfarkt bei Frauen eine deutlicher ausgeprägte positive Expositions-Risiko-Beziehung. Pro 10 dB Schalldruckpegel beträgt die Risikoerhöhung bei Männern 1,4% und bei den Frauen 2,9% (OR = 1,014 [95% KI 0,990-1,039] bei Männern bzw. 1,029 [95% KI 1,001-1,058] bei Frauen).

Tabelle 3-16: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Herzinfarkt, nur Männer

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes“ Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
< 40 dB	6.029	54,4	191.464	52,8	1,00	-	1,00	-
≥40 – <45 dB	1.418	12,8	45.968	12,7	1,04	[0,98,1,11]	1,05	[0,99,1,12]
≥45 – <50 dB	1.691	15,3	58.386	16,1	0,99	[0,94,1,04]	1,01	[0,95,1,07]
≥50 – <55 dB	1.196	10,8	40.517	11,2	1,01	[0,95,1,08]	1,04	[0,97,1,11]
≥55 – <60 dB	454	4,1	15.880	4,4	0,98	[0,89,1,08]	1,01	[0,91,1,11]
≥60 – <65 dB	177	1,6	6.111	1,7	1,00	[0,86,1,17]	1,03	[0,88,1,20]
≥65 – <70 dB	71	0,6	2.756	0,8	0,97	[0,77,1,24]	1,00	[0,79,1,27]
≥70 dB	52	0,5	1.583	0,4	1,23	[0,93,1,63]	1,27	[0,96,1,68]
Kontinuierlich					1,001	[0,977, 1,024]	1,014	[0,990, 1,039
(pro 10 dB)						p= 0,953		p= 0,251
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB	6.031	54,4	189.954	52,4	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	1.369	12,3	45.408	12,5	1,00	[0,94,1,06]	1,01	[0,95,1,08]
≥45-<50dB	1.651	14,9	56.841	15,7	1,00	[0,94,1,05]	1,02	[0,96,1,08]
≥50-<55dB	1.213	10,9	41.237	11,4	0,99	[0,93,1,05]	1,02	[0,95,1,09]
≥55-<60dB	500	4,5	17.880	4,9	0,94	[0,86,1,04]	0,98	[0,89,1,08]
≥60dB	324	2,9	11.345	3,1	1,00	[0,90,1,13]	1,04	[0,92,1,16]
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Schienenverkehrslärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Schienenverkehrslärm}$ und $L_{pAmax,\ 24h\ Schienenverkehrslärm}$)								
<40dB, Differenz <20dB	5.398	48,7	170.670	47,1	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	631	5,7	20.794	5,7	0,97	[0,90,1,06]	0,96	[0,88,1,04]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	1.137	10,3	37.649	10,4	1,02	[0,96,1,09]	1,03	[0,96,1,10]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	281	2,5	8.319	2,3	1,12	[0,99,1,27]	1,12	[0,99,1,27]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	1.381	12,5	48.182	13,3	0,99	[0,93,1,05]	1,00	[0,94,1,07]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	310	2,8	10.204	2,8	0,99	[0,88,1,11]	1,00	[0,89,1,13]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	929	8,4	32.282	8,9	0,99	[0,92,1,06]	1,02	[0,95,1,09]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	267	2,4	8.235	2,3	1,09	[0,96,1,23]	1,08	[0,96,1,23]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	320	2,9	11.541	3,2	0,93	[0,83,1,04]	0,97	[0,86,1,08]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	134	1,2	4.339	1,2	1,11	[0,93,1,32]	1,11	[0,93,1,32]
≥60dB, Differenz<20dB	165	1,5	6.135	1,7	0,96	[0,82,1,12]	0,99	[0,84,1,16]
≥60dB, Differenz≥20dB	135	1,2	4.315	1,2	1,12	[0,94,1,34]	1,14	[0,96,1,36]
Beobachtungen						373.753		373.753

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter; Modell 3: adjustiert für Alter, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintil); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

Tabelle 3-17: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Herzinfarkt, nur Frauen

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes“ Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
< 40 dB	4.696	55,0	255.501	54,1	1,00	[1,00,1,00]	1,00	[1,00,1,00]
≥40 – <45 dB	1.027	12,0	58.171	12,3	1,01	[0,95,1,09]	1,02	[0,95,1,09]
≥45 – <50 dB	1.275	14,9	74.138	15,7	0,96	[0,90,1,02]	0,99	[0,92,1,05]
≥50 – <55 dB	919	10,8	51.344	10,9	1,02	[0,95,1,09]	1,05	[0,98,1,13]
≥55 – <60 dB	369	4,3	20.160	4,3	1,01	[0,91,1,13]	1,07	[0,96,1,19]
≥60 – <65 dB	163	1,9	7.672	1,6	1,11	[0,95,1,31]	1,16	[0,99,1,36]
≥65 – <70 dB	67	0,8	3.206	0,7	1,28	[1,00,1,63]	1,33	[1,04,1,70]
≥70 dB	28	0,3	1.877	0,4	0,93	[0,64,1,36]	0,99	[0,68,1,45]
Kontinuierlich					1,007	[0,981, 1,034]	1,029	[1,001, 1,058]
(pro 10 dB)						p= 0,602		p= 0,041
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB	4.672	54,7	253.609	53,7	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	1.023	12,0	57.521	12,2	0,99	[0,92,1,06]	1,00	[0,93,1,07]
≥45-<50dB	1.181	13,8	71.056	15,1	0,95	[0,89,1,01]	0,97	[0,91,1,04]
≥50-<55dB	977	11,4	52.955	11,2	1,00	[0,93,1,08]	1,05	[0,98,1,13]
≥55-<60dB	416	4,9	23.036	4,9	1,01	[0,91,1,12]	1,07	[0,96,1,18]
≥60dB	275	3,2	13.892	2,9	1,09	[0,97,1,24]	1,16	[1,02,1,31]
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Schienenverkehrslärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Schienenverkehrslärm}$ und $L_{pAmax,\ 24h\ Schienenverkehrslärm}$)								
<40dB, Differenz <20dB	4.168	48,8	227.942	48,3	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	528	6,2	27.559	5,8	1,05	[0,96,1,15]	1,00	[0,91,1,10]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	851	10,0	47.148	10,0	1,04	[0,96,1,12]	1,04	[0,96,1,12]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	176	2,1	11.023	2,3	0,93	[0,80,1,08]	0,92	[0,79,1,08]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	1.030	12,1	60.517	12,8	0,96	[0,89,1,03]	0,98	[0,91,1,06]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	245	2,9	13.621	2,9	0,98	[0,86,1,11]	1,00	[0,88,1,14]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	694	8,1	40.735	8,6	0,98	[0,90,1,06]	1,02	[0,94,1,11]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	225	2,6	10.609	2,2	1,19	[1,04,1,37]	1,17	[1,02,1,34]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	284	3,3	14.816	3,1	1,04	[0,92,1,18]	1,11	[0,98,1,26]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	85	1,0	5.344	1,1	0,94	[0,76,1,18]	0,95	[0,77,1,19]
≥60dB, Differenz<20dB	152	1,8	7.490	1,6	1,15	[0,98,1,36]	1,21	[1,02,1,43]
≥60dB, Differenz≥20dB	106	1,2	5.265	1,1	1,11	[0,91,1,35]	1,14	[0,94,1,39]
Beobachtungen						480.613		480.135[¥]

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter; Modell 3: adjustiert für Alter, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintil); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

3.2.3.3 Einfluss des Alters auf die Risikoschätzer bei Herzinfarkt

Bei der altersstratifizierten Analyse liegen bei den älteren Versicherten (Alter ≥60 Jahre) die Odds Ratios bis zu einem 24h-Dauerschallpegel des Schienenverkehrslärms von 60 dB um die 1. In der Pegelstufe von ≥60 dB wird ein erhöhter Effektschätzer hinsichtlich eines Herzinfarktes von 1,14 (95% KI 1,03-1,25) sichtbar (Modell 3, siehe Tabelle 3-18). Bei den jüngeren Versicherten (Alter unter 60 Jahren) finden sich in den Schienenlärm-Pegelklassen von 50 bis <55 dB und von 55 bis <60 dB statistisch nicht signifikant erhöhte Effektschätzer. Die entsprechenden Odds Ratios in diesen Pegelstufen betragen 1,08 (95% KI 0,96-1,21) bzw. 1,10 (95% KI 0,93-1,30).

Tabelle 3-18: Schienenlärm – Einfluss des Alters auf das Herzinfarkt-Risiko

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes“ Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
Versicherte unter 60 Jahre								
<40dB	1.568	51,0	211.652	52,0	1,00	[1,00,1,00]	1,00	[1,00,1,00]
≥40-<45dB	398	12,9	52.071	12,8	1,01	[0,90,1,13]	1,01	[0,90,1,13]
≥45-<50dB	491	16,0	66.584	16,4	0,97	[0,88,1,08]	0,98	[0,88,1,09]
≥50-<55dB	375	12,2	46.343	11,4	1,07	[0,95,1,20]	1,08	[0,96,1,21]
≥55-<60dB	151	4,9	18.198	4,5	1,09	[0,92,1,29]	1,10	[0,93,1,30]
≥60dB	92	3,00	12.161	3,0	0,98	[0,79,1,21]	0,98	[0,79,1,21]
Versicherte ≥ 60 Jahre								
<40dB	9.157	55,3	235.313	55,0	1,00	[1,00,1,00]	1,00	[1,00,1,00]
≥40-<45dB	2.047	12,4	52.068	12,2	1,01	[0,96,1,06]	1,02	[0,97,1,07]
≥45-<50dB	2.475	15,0	65.940	15,4	0,96	[0,92,1,01]	1,00	[0,95,1,05]
≥50-<55dB	1.740	10,5	45.518	10,6	0,98	[0,93,1,03]	1,02	[0,97,1,08]
≥55-<60dB	672	4,1	17.842	4,2	0,97	[0,89,1,05]	1,02	[0,94,1,10]
≥60dB	466	2,8	11.044	2,6	1,09	[0,99,1,19]	1,14	[1,03,1,25]

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Geschlecht; Modell 3: adjustiert für Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Quote (Quintile); 95%-Konfidenzintervalle in Klammern.

3.2.3.4 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen, Männer und Frauen gemeinsam

Die getrennte Auswertung der Versichertenpopulation A im Vergleich zu der Versichertenpopulation B (tabellarisch nicht dargestellt) zeigt grundsätzlich vergleichbare Ergebnisse; allerdings finden sich bei beiden Auswertungen etwas uneinheitliche Verläufe des Expositions-Wirkungs-Zusammenhangs. Für einen 24h-Dauerschallpegel ≥60 dB beträgt bei der Versichertenpopulation A die Odds Ratio 1,11 (95% KI 1,00-1,23); bei den Versichertenpopulation B beträgt die entsprechende Odds Ratio 1,12 (95% KI 0,93-1,34). Bei der Versichertenpopulation B lässt sich im Unterschied zu der Versichertenpopulation A kein Zusammenhang zwischen dem Schienenlärm-bezogenen L_{DN}-Pegel und dem Herzinfarkt-Risiko erkennen. Die Ergebnisse der Analysen werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nur berichtet, jedoch nicht in Tabellenform dargestellt.

3.2.3.5 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen, Männer und Frauen getrennt

Die nach Geschlecht und nach Krankenkasse getrennten Auswertungen (tabellarisch nicht dargestellt) ergeben bei Frauen der Versichertenpopulationen 1 und 2 grundsätzlich höhere Effektschätzer in der höchsten Kategorie des 24h-Dauerschallpegels ≥60 dB als bei den versicherten Männern der jeweiligen Versichertenpopulation. Wesentliche Unterschiede zwischen den Krankenkassenarten finden sich nicht. Die Ergebnisse der Analysen werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nur berichtet, jedoch nicht in Tabellenform dargestellt.

3.2.3.6 Berücksichtigung der Wohndauer bei Versicherten der Krankenkasse 3

Eine Beschränkung der Auswertung auf Versicherte der Krankenkasse 3, die mindestens 5 bzw. 10 Jahre an der Wohnadresse des Diagnosejahres bzw. des Jahres 2008 (bei Kontrollpersonen) gewohnt haben, führt in der höchsten Pegelstufe des 24h-Dauerschallpegels (≥60 dB) gegenüber der Betrachtung aller Versicherten der

Krankenkasse 3 zu einer geringen Erniedrigung der Risikoschätzer. Die Analyse der Lärmjahre bei diesen Versicherten ergibt lediglich im 2. Quartil (bei geringen Fallzahlen) eine statistisch nicht signifikant erhöhte Odds Ratio von 1,36 (95% KI 0,92-2,02). Die Ergebnisse der Analysen werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nur berichtet, jedoch nicht in Tabellenform dargestellt.

3.2.3.7 Schienenverkehrslärm-bezogene Risikoschätzer für einen tödlich verlaufenden Herzinfarkt

In Tabelle 3-19 werden die Schienenverkehrslärm-bezogenen Risikoschätzer bei Einschränkung der Fälle auf die verstorbenen Herzinfarkt-Patient/innen dargestellt. Werden lediglich die verstorbenen Herzinfarkt-Fälle in die Analyse einbezogen, so findet sich bei einem 24h-Dauerschallpegel von 60 bis <65 dB eine signifikant erhöhte Odds Ratio von 1,26 (95% KI 1,10-1,46); in der höchsten Kategorie von ≥70 dB beträgt die entsprechende Odds Ratio 1,21 (95% KI 0,88-1,66). In der Gesamtgruppe der Herzinfarkt-Fälle finden sich in den höheren Kategorien deutlich geringer ausgeprägte Risikoerhöhungen. Auch die lineare Expositions-Wirkungsbeziehung ist in der Subgruppe der Verstorbenen tendenziell deutlicher ausgeprägt als in der Gesamtgruppe aller Herzinfarkt-Fälle.

Tabelle 3-19: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und tödlich verlaufender Herzinfarkt

	Fälle		Kontrollen		OR, Basismodell 3, Verstorbene	
	n	%	n	%		
24h-Dauerschallpegel						
<40dB	5.638	54,7	446.965	53,6	1,00	-
≥40-<45dB	1.264	12,3	104.139	12,5	1,04	[0,97,1,10]
≥45-<50dB	1.566	15,2	132.524	15,9	1,01	[0,96,1,07]
≥50-<55dB	1.093	10,6	91.861	11,0	1,06	[0,99,1,13]
≥55-<60dB	427	4,1	36.040	4,3	1,05	[0,95,1,16]
≥60-<65dB	206	2,0	13.783	1,7	1,26	[1,10,1,46]
≥65-<70	68	0,7	5.962	0,7	1,14	[0,89,1,45]
≥70	40	0,4	3.460	0,4	1,21	[0,88,1,66]
Kontinuierlich (pro 10 dB)					1,038	[1,012,1,064] p=0,004

OR: Odds Ratio; Modell 3: adjustiert für Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Quote (Quintile); 95%-Konfidenzintervalle in Klammern.

3.2.4 Gleichzeitige Aufnahme der einzelnen Verkehrslärm-Arten (Fluglärm, Straßenverkehrslärm, Schienenverkehrslärm) in das logistische Regressionsmodell zum Herzinfarkt-Risiko

Um die Vergleichbarkeit zwischen den einzelnen Verkehrslärm-Arten zu gewährleisten, wurde bei der gleichzeitigen Aufnahme der einzelnen Verkehrslärm-Arten in das logistische Regressionsmodell die Kategorie ≥60 dB einheitlich als höchste Kategorie gewählt. Für den Herzinfarkt ändern sich die Risikoschätzer für die einzelnen Verkehrslärm-Arten bei Adjustierung für die jeweils beiden anderen Verkehrslärm-Arten nur wenig: **Fluglärm** weist bei zusätzlicher Adjustierung für Straßenverkehrslärm und Schienenverkehrslärm weiterhin eine statistisch nicht signifikante Risikoerhöhung in der 24h-Dauerschallpegel-Kategorie ≥60 dB auf. Für den **Straßenverkehrslärm** findet sich auch bei zusätzlicher Adjustierung für Fluglärm und Schienenverkehrslärm eine positive Expositions-Risiko-Beziehung mit

einer statistisch signifikant auf 1,08 erhöhten Odds Ratio in der Kategorie ≥60 dB. Für den **Schienenverkehrslärm** zeigt sich auch bei zusätzlicher Adjustierung für Fluglärm und Straßenverkehrslärm ein statistisch signifikant um etwa 12% erhöhtes Risiko für einen Herzinfarkt in der Kategorie ≥60 dB.

Die Ergebnisse finden sich in Anhang 02: Gleichzeitige Aufnahme der einzelnen Verkehrslärm-Arten zum Herzinfarkt-Risiko.

3.2.5 Herzinfarkt-Risikoschätzer bei angeschriebenen Versicherten und bei Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung

3.2.5.1 Selektionsverzerrung der Fluglärm-bezogenen Ergebnisse bei angeschriebenen Versicherten und bei Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung

Die sekundärdatenbasierten Risikoschätzer für die Subgruppe der von den Krankenkassen angeschriebenen Versicherten sind in Tabelle 3-20 (mittlere Spalte) angegeben. Um den Vergleich mit den sekundärdatenbasierten Risikoschätzern in der Gesamtgruppe aller Versicherten zu erleichtern, sind die bereits in den vorherigen Kapiteln berichteten Hauptergebnisse bei Einbezug aller Fälle und Kontrollpersonen in der linken Spalte nochmals dargestellt. Im Ergebnis lassen sich die in der Gesamtgruppe aller Herzinfarkt-Fälle gefundenen (statistisch nicht signifikant erhöhten) Risikoschätzer von 1,06 (55 bis <60 dB Dauerschallpegel) und 1,42 (≥60 dB) bei Eingrenzung auf die angeschriebenen Fälle nicht „reproduzieren“: die entsprechenden Risikoschätzer in der Gruppe der angeschriebenen Versicherten betragen 1,01 (55 bis <60 dB) bzw. 0,46 (≥60 dB). Auch die negative (lineare) Expositions-Risiko-Beziehung verstärkt sich bei Eingrenzung auf die Gruppe der Angeschriebenen noch etwas. Insgesamt lassen sich bereits in der Gruppe der Angeschriebenen keinerlei erhöhte Herzinfarkt-Risiken mehr erkennen. Dieses Ergebnis kontrastiert deutlich mit der statistisch signifikant erhöhten Odds Ratio von 2,70 (95% KI 1,08-6,74) bei Betrachtung ausschließlich der verstorbenen Herzinfarkt-Patienten. Es muss somit von einer Selektion der Herzinfarkt-Fälle (insbesondere) durch den Ausschluss der verstorbenen Fälle in der Gruppe der „anschreibbaren“ Versicherten ausgegangen werden. Dieses Ergebnis ist wegen des relativ hohen Anteils (53%) der im Studienverlauf verstorbenen Herzinfarkt-Patienten besonders bedeutsam. Der mit dem Ausschluss der verstorbenen Herzinfarkt-Patienten verbundene Selektions-Bias erlaubt es in dieser Fallgruppe nicht, für die Fluglärm-bezogenen Auswertungen das primäre und sekundäre Ziel der vertiefenden Befragung weiter zu verfolgen.

Der beschriebene Selektionseffekt verstärkt sich noch (Tabelle 3-20, rechte Spalte), wenn lediglich die Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung in die Auswertung einbezogen werden: Hier finden sich auf der Grundlage der Sekundärdaten durchgängig unter 1 liegende Odds Ratios. Dieser Befund lässt sich unter anderem darauf zurückführen, dass sich ein deutlich höherer Anteil der nicht Fluglärm-exponierten Herzinfarkt-Fälle (7,8% der Angeschriebenen) als der nicht Fluglärm-exponierten Kontrollpersonen (5,9%) an der vertiefenden Befragung beteiligte.

Tabelle 3-20: Sekundärdatenbasierte Risikoschätzer für die Subgruppe der von den Krankenkassen angeschriebenen Versicherten und teilnehmenden Versicherten: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$) und inzidenter Herzinfarkt

	Sekundärdaten						Angeschriebene						Teilnehmende					
	Fälle		Kontrollen		**OR, Basismodell 3**		Fälle		Kontrollen		**OR, Basismodell 3**		Fälle		Kontrollen		**OR, Basismodell 3**	
	n	%	n	%			n	%	n	%			n	%	n	%		
24h-Dauerschallpegel																		
<40dB, Max. <50dB	7.885	40,2	328.815	39,4	**1,00**	-	3.018	37,4	48.258	37,5	**1,00**	-	238	40,6	2.847	39,7	**1,00**	-
<40dB, Max. ≥50dB	1.346	6,9	52.825	6,3	**1,05**	[0,98,1,11]	538	6,7	8.036	6,2	**1,02**	[0,93,1,13]	34	5,8	432	6,0	**0,90**	[0,61,1,33]
≥40-<45dB	5.839	29,7	249.666	29,9	**1,01**	[0,97,1,05]	2.530	31,4	39.431	30,6	**1,02**	[0,96,1,08]	185	31,5	2.162	30,2	**0,99**	[0,79,1,24]
≥45-<50dB	3.029	15,4	134.464	16,1	**1,00**	[0,95,1,05]	1.280	15,9	21.592	16,8	**0,97**	[0,90,1,05]	87	14,8	1.082	15,1	**0,89**	[0,67,1,19]
≥50-<55dB	1.151	5,9	52.923	6,3	**0,97**	[0,91,1,04]	520	6,5	8.678	6,7	**0,97**	[0,88,1,07]	33	5,6	482	6,7	**0,77**	[0,52,1,16]
≥55-<60dB	376	1,9	15.845	1,9	**1,06**	[0,95,1,18]	173	2,2	2.778	2,2	**1,01**	[0,86,1,20]	10	1,7	164	2,3	**0,79**	[0,40,1,57]
≥60dB	6	<0,05	196	<0,05	**1,42**	[0,62,3,25]	1	<0,05	29	<0,05	**0,46**	[0,06,3,40]	0	0,0	1	>0,05	**-**	-
Kontinuierlich (pro 10dB)					**0,993**	[0,966,1,020] p=0,606					**0,988**	[0,946,1,031] p=0,568					**0,907**	[0,769,1,070] p=0,247

OR: Odds Ratio; Modell 3: adjustiert für Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Quote (Quintile); 95%-Konfidenzintervalle in Klammern.

3.2.5.2 Selektionsverzerrung der Straßenverkehrslärm-bezogenen Ergebnisse bei angeschriebenen Versicherten und bei Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung

Die sekundärdatenbasierten Risikoschätzer für die Subgruppe der von den Krankenkassen angeschriebenen Versicherten sind in Tabelle 3-21 (mittlere Spalte) angegeben. Um den Vergleich mit den sekundärdatenbasierten Risikoschätzern in der Gesamtgruppe aller Versicherten zu erleichtern, sind die bereits in den vorherigen Kapiteln berichteten Hauptergebnisse bei Einbezug aller Fälle und Kontrollpersonen in der linken Spalte dargestellt. Im Ergebnis lassen sich die teilweise statistisch signifikanten Risikoschätzer bei Dauerschallpegel ab 55 dB in der Gesamtgruppe aller Herzinfarkt-Fälle bei Eingrenzung auf die angeschriebenen Fälle nicht „reproduzieren“: So findet sich bei ≥70 dB in der Gesamtgruppe aller Fälle eine statistisch grenzwertig signifikante Odds Ratio von 1,13 (95% KI 1,00-1,27), die entsprechende Odds Ratio in der Gruppe der Angeschriebenen liegt demgegenüber bei lediglich 0,99 (95% KI 0,82-1,21). Während sich bei der Gesamtgruppe aller Fälle eine statistisch signifikant positive Expositions-Risiko-Beziehung zwischen Straßenverkehrslärm und dem Herzinfarkt-Risiko findet, zeigt sich in der Subgruppe der Angeschriebenen eine (statistisch nicht signifikante) negative Expositions-Risiko-Beziehung. Somit muss auch ausgehend von den Straßenverkehrslärm-Ergebnissen von einer Selektion der Herzinfarkt-Fälle in der Gruppe der „anschreibbaren“ Versicherten ausgegangen werden. Diese Selektion ist offensichtlich wiederum auf den Ausschluss der Verstorbenen (siehe Kap. 3.2.2.7) zurückzuführen, bei denen sich deutlich (teilweise statistisch signifikant) erhöhte Odds Ratios in Straßenverkehrslärm-Kategorien oberhalb von 60 dB ergeben. Wesentlich aufgrund der beschriebenen Selektions-Verzerrung bei der Auswahl der anzuschreibenden Herzinfarkt-Patient/innen lässt sich auch für die Straßenverkehrslärm-bezogenen Auswertungen das primäre und sekundäre Ziel der vertiefenden Befragung nicht weiter verfolgen.

Diese Folgerung wird dadurch unterstrichen, dass sich in der Subgruppe der Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung bei der Analyse des sekundärdatenbasierten Basismodells (Tabelle 3-21, rechte Spalte) die negative Expositions-Risiko-Beziehung noch weiter verstärkt.

Tabelle 3-21: Sekundärdatenbasierte Risikoschätzer für die Subgruppe der von den Krankenkassen angeschriebenen Versicherten und teilnehmenden Versicherten: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und inzidenter Herzinfarkt

	Sekundärdaten						Angeschriebene						Teilnehmende					
	Fälle		Kontrollen		**OR, Basismodell 3**		Fälle		Kontrollen		**OR, Basismodell 3**		Fälle		Kontrollen		**OR, Basismodell 3**	
	n	%	n	%			n	%	n	%			n	%	n	%		
24h-Dauerschallpegel																		
<40dB	2.167	11,0	88.177	10,6	**1,00**	-	841	10,4	12.920	10,0	**1,00**	-	71	12,1	791	11,0	**1,00**	-
≥40-<45dB	4.308	21,9	177.419	21,3	**1,02**	[0,96,1,07]	1.750	21,7	26.835	20,8	**1,01**	[0,92,1,10]	136	23,2	1.557	21,7	**0,90**	[0,66,1,22]
≥45-<50dB	4.627	23,6	200.544	24,0	**0,99**	[0,94,1,05]	1.888	23,4	30.782	23,9	**0,96**	[0,88,1,05]	137	23,3	1.731	24,1	**0,85**	[0,62,1,16]
≥50-<55dB	3.340	17,0	148.430	17,8	**1,01**	[0,96,1,07]	1.454	18,0	23.269	18,1	**1,00**	[0,92,1,10]	110	18,7	1.231	17,2	**0,94**	[0,68,1,30]
≥55-<60dB	2.171	11,1	91.493	11,0	**1,05**	[0,99,1,11]	891	11,1	14.302	11,1	**1,00**	[0,91,1,11]	60	10,2	776	10,8	**0,83**	[0,57,1,20]
≥60-<65dB	1.637	8,3	68.672	8,2	**1,09**	[1,02,1,16]	661	8,2	10.978	8,5	**0,98**	[0,88,1,09]	33	5,6	585	8,2	**0,66**	[0,42,1,01]
≥65-<70dB	1.069	5,5	46.715	5,6	**1,06**	[0,98,1,15]	445	5,5	7.515	5,8	**0,97**	[0,86,1,09]	29	4,9	385	5,4	**0,83**	[0,52,1,32]
≥70dB	313	1,6	13.284	1,6	**1,13**	[1,00,1,27]	130	1,6	2.201	1,7	**0,99**	[0,82,1,21]	11	1,9	114	1,6	**1,06**	[0,53,2,10]
Kontinuierlich (pro 10dB)					**1,028**	[1,012-1,045] p<0,05					**0,996**	[0,971,1,023] p=0,787					**0,938**	[0,848,1,037] p=0,210

OR: Odds Ratio; Modell 3: adjustiert für Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Quote (Quintile); 95%-Konfidenzintervalle in Klammern.

3.2.5.3 Selektionsverzerrung der Schienenverkehrslärm-bezogenen Ergebnisse bei angeschriebenen Versicherten und bei Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung

Die sekundärdatenbasierten Risikoschätzer für die Subgruppe der von den Krankenkassen angeschriebenen Versicherten sind in Tabelle 3-22 (mittlere Spalte) angegeben. Um den Vergleich mit den sekundärdatenbasierten Risikoschätzern in der Gesamtgruppe aller Versicherten zu erleichtern, sind die bereits in den vorherigen Kapiteln berichteten Hauptergebnisse bei Einbezug aller Fälle und Kontrollpersonen wiederum in der linken Spalte nochmals dargestellt. Im Ergebnis lässt sich auch beim Schienenverkehrslärm die in der Gesamtgruppe aller Herzinfarkt-Fälle gefundene statistisch signifikant erhöhte Odds Ratio von 1,12 (95% KI 1,02-1,22) bei einem Dauerschallpegel ≥60 dB (tabellarisch nicht dargestellt) bei Eingrenzung auf die angeschriebenen Fälle nicht „reproduzieren“: die entsprechende Odds Ratio in der Gruppe der angeschriebenen Versicherten beträgt 0,95 (95% KI 0,82-1,10). Bei Auswertung der einzelnen Hochdosiskategorien (60 bis <65 dB, 65 bis 70 dB und ≥70 dB, siehe Tabelle 3-22) findet sich ein vergleichbarer Unterschied zwischen den (statistisch nicht signifikanten) Risikoschätzern in der Gesamtgruppe aller Fälle und den entsprechenden Risikoschätzern in der Gruppe der Angeschriebenen. Die statistisch signifikant positive Expositions-Risiko-Beziehung zwischen Schienenverkehrslärm und dem Herzinfarkt-Risiko in der Gesamtgruppe aller Versicherten schwächt sich bei der Eingrenzung auf die Subgruppe der Angeschriebenen deutlich ab. Somit muss auch ausgehend von den Schienenverkehrslärm-Ergebnissen von einer Selektion der Herzinfarkt-Fälle in der Gruppe der „anschreibbaren“ Versicherten ausgegangen werden. Diese Selektion für die Schienenverkehrslärm-Ergebnisse erklärt sich offensichtlich wiederum durch den Ausschluss der Verstorbenen (siehe Kap. 3.2.3.7), für die sich eine signifikante Odds Ratio von 1,23 ([95% KI 1,09-1,38]; tabellarisch nicht dargestellt) bei einem Dauerschallpegel ≥60 dB ergibt. Wesentlich aufgrund der beschriebenen Selektions-Verzerrung bei der Auswahl der anzuschreibenden Herzinfarkt-Patienten lässt sich auch für die Schienenverkehrslärm-bezogenen Auswertungen das primäre und sekundäre Ziel der vertiefenden Befragung nicht weiter verfolgen.

In der Subgruppe der Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung findet sich bei der Analyse des sekundärdatenbasierten Basismodells (Tabelle 3-22, rechte Spalte) eine vergleichbar schwach ausgeprägte Expositions-Risiko-Beziehung wie in der Subgruppe der Angeschriebenen.

Insgesamt erlauben die beschriebenen, auf die Auswahl (ausschließlich) der überlebenden Fälle und auf ein differenzielles Antwortverhalten zurückzuführenden Selektionseffekte keine sinnvolle Auswertung der vertiefenden Befragungsdaten von Herzinfarkt-Patient/innen.

Tabelle 3-22: Sekundärdatenbasierte Risikoschätzer für die Subgruppe der von den Krankenkassen angeschriebenen Versicherten und teilnehmenden Versicherten: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und inzidenter Herzinfarkt

	Sekundärdaten						Angeschriebene						Teilnehmende					
	Fälle n	%	Kontrollen n	%		**OR, Basismodell 3**	Fälle n	%	Kontrollen n	%		**OR, Basismodell 3**	Fälle n	%	Kontrollen n	%		**OR, Basismodell 3**
24h-Dauerschallpegel																		
<40dB	10.725	54,6	446.965	53,6	**1,00**	-	4.341	53,9	68.081	52,9	**1,00**	-	321	54,7	3.996	55,7	**1,00**	-
≥40-<45dB	24.45	12,5	104.139	12,5	**1,04**	[0,99,1,09]	1.073	13,3	16.412	12,7	**1,06**	[0,98,1,13]	75	12,8	883	12,3	**1,04**	[0,79,1,37]
≥45-<50dB	29.66	15,1	132.524	15,9	**1,00**	[0,96,1,05]	1.212	15,0	20.723	16,1	**0,99**	[0,92,1,06]	96	16,4	1.102	15,4	**1,06**	[0,82,1,35]
≥50-<55dB	21.15	10,8	91.861	11,0	**1,05**	[1,00,1,10]	899	11,2	14.306	11,1	**1,07**	[0,99,1,15]	57	9,7	694	9,7	**1,02**	[0,75,1,39]
≥55-<60dB	823	4,2	36.040	4,3	**1,04**	[0,97,1,12]	335	4,2	5.596	4,3	**1,04**	[0,92,1,17]	23	3,9	297	4,1	**0,94**	[0,60,1,48]
≥60-<65dB	340	1,7	13.783	1,7	**1,10**	[0,98,1,23]	115	1,4	2.130	1,7	**0,93**	[0,76,1,12]	7	1,2	111	1,6	**0,89**	[0,41,1,96]
≥65-<70dB	138	0,7	5.962	0,7	**1,14**	[0,96,1,36]	56	0,7	990	0,8	**1,01**	[0,77,1,33]	3	0,5	47	0,7	**0,72**	[0,22,2,38]
≥70dB	80	0,4	3.460	0,4	**1,16**	[0,93,1,46]	29	0,4	564	0,4	**0,92**	[0,63,1,35]	5	0,9	40	0, 6	**1,63**	[0,63,4,23]
Kontinuierlich (pro 10dB)					**1,023**	[1,005-1,042] p<0,05					**1,003**	[0,974,1,033] p=0,819					**1,007**	0,902,1,123 p=0,906

OR: Odds Ratio; Modell 3: adjustiert für Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Quote (Quintile); 95%-Konfidenzintervalle in Klammern.

3.3 Schlaganfall

Für die Fallgruppe der Schlaganfälle sind alle im Text aufgeführten Risikoschätzer auf das für Alter, Geschlecht und Sozialstatus (Bildung, Beruf, regionale SGB II-Quote) adjustierte Basismodell (Modell 3) bezogen.

3.3.1 Zusammenhang zwischen Fluglärm und Schlaganfällen

3.3.1.1 Ergebnisse der Gesamtgruppe (Männer und Frauen gemeinsam)

Die Hauptanalyse mit 24h-Dauerschallpegeln lässt beim Sozialstatus-adjustierten Modell (sekundärdatenbasiertes Basismodell, OR_3, Tabelle 3-23, rechte Spalte) bis zu einem Fluglärmpegel von <55 dB Effektschätzer um die 1 erkennen. In der folgenden Pegelstufe von 55 bis <60 dB findet sich eine statistisch signifikant erniedrigte Odds Ratio (OR) von 0,86 (95% KI 0,77–0,95), in der höchsten Pegelstufe von >60 dB beträgt die (statistisch nicht signifikante) Odds Ratio 1,62 (95% KI 0,79-3,34). Es finden sich keine Fluglärmexpositionen ≥65 dB, so dass sich eine Analyse zusätzlicher Hochdosiskategorien erübrigt.

Für Personen mit einem nächtlichen maximalen Schalldruckpegel von über 50 dB bei einem 24h-Dauerschallpegel von <40 dB findet sich eine statistisch signifikant erhöhte Odds Ratio von 1,07 (95% KI 1,02-1,13). Auch bei weiteren Analysen zum Zusammenhang zwischen Fluglärm und Schlaganfällen zeigen sich in dieser Kategorie überwiegend deutlich erhöhte Effektschätzer. Dieser Befund weist auf die Bedeutung einer „Bereinigung“ der Referenzkategorie um Personen mit einem Maximalpegel von über 50 dB hin.

Tabelle 3-23: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Schlaganfall

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes“ Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
<40dB, Max. <50dB	10.595	41,6	325.613	39,3	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	1.732	6,8	52.373	6,3	1,06	[1,01,1,12]	1,07	[1,02,1,13]
≥40-<45dB	7.304	28,6	247.877	30,0	0,97	[0,94,1,00]	0,98	[0,95,1,01]
≥45-<50dB	3.973	15,6	133.244	16,1	1,01	[0,98,1,05]	1,02	[0,98,1,06]
≥50-<55dB	1.470	5,8	52.507	6,3	0,98	[0,93,1,04]	0,97	[0,92,1,03]
≥55-<60dB	413	1,6	15.792	1,9	0,92	[0,83,1,01]	0,86	[0,77,0,95]
≥60dB	8	<0,05	195	<0,05	1,54	[0,75,3,17]	1,62	[0,79,3,34]
Kontinuierlich					0,982	[0,962, 1,003]	0,976	[0,953, 1,000]
(pro 10 dB)						p = 0,101		p = 0,048
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB, Max. <50dB	12.006	47,1	376.860	45,5	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	6.707	26,3	220.495	26,6	1,00	[0,97,1,03]	1,01	[0,98,1,04]
≥40-<45dB	4.209	16,5	139.373	16,8	1,00	[0,96,1,04]	1,02	[0,98,1,05]
≥45-<50dB	1.804	7,1	65.201	7,9	0,99	[0,94,1,05]	1,00	[0,95,1,06]
≥50-<55dB	741	2,9	24.541	3,0	1,02	[0,95,1,10]	0,99	[0,91,1,07]
≥55-<60dB	28	0,1	1.131	0,1	0,95	[0,65,1,38]	1,00	[0,68,1,46]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
Zeitraum von 23-05h								
<40dB, Max. <50dB	12.038	47,2	378.657	45,8	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	7.810	30,6	255.342	30,9	1,00	[0,97,1,03]	1,01	[0,98,1,04]
≥40-<45dB	3.584	14,1	122.461	14,8	1,00	[0,96,1,03]	1,01	[0,97,1,05]
≥45-<50dB	1.618	6,3	55.021	6,6	1,02	[0,97,1,08]	1,02	[0,97,1,08]
≥50-<55dB	438	1,7	15.873	1,9	0,98	[0,88,1,08]	0,96	[0,87,1,06]
≥55-<60dB	7	<0,05	247	<0,05	1,04	[0,49,2,24]	1,11	[0,52,2,38]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
EU-Nacht (23-07h)								
<40dB, Max. <50dB	12.090	47,4	380.174	45,9	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	7.612	29,9	249.215	30,1	1,00	[0,97,1,03]	1,01	[0,98,1,04]
≥40-<45dB	3.509	13,8	116.591	14,1	1,01	[0,97,1,05]	1,02	[0,98,1,07]
≥45-<50dB	1.641	6,4	59.253	7,2	0,99	[0,94,1,04]	1,00	[0,94,1,05]
≥50-<55dB	594	2,3	21.047	2,5	0,98	[0,90,1,07]	0,93	[0,85,1,02]
≥55-<60dB	49	0,2	1.321	0,2	1,24	[0,92,1,65]	1,24	[0,92,1,66]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Fluglärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Fluglärm}$ und $L_{pAmax,\ 24h\ Fluglärm}$)								
<40dB, Differenz <20dB	6.458	25,3	198.794	24,0	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	5.869	23,0	179.192	21,7	1,05	[1,02,1,09]	1,04	[1,01,1,08]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	3.024	11,9	112.022	13,5	0,95	[0,91,0,99]	0,95	[0,91,1,00]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	4.280	16,8	135.855	16,4	1,02	[0,98,1,06]	1,02	[0,97,1,06]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	1.321	5,2	47.081	5,7	0,97	[0,91,1,03]	0,96	[0,91,1,03]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	2.652	10,4	86.163	10,4	1,07	[1,02,1,12]	1,07	[1,02,1,13]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	733	2,9	26.137	3,2	1,02	[0,95,1,11]	0,98	[0,91,1,07]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	737	2,9	26.370	3,2	0,97	[0,90,1,05]	0,98	[0,91,1,07]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	196	0,8	6.314	0,8	0,99	[0,86,1,15]	0,88	[0,75,1,02]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	217	0,9	9.478	1,1	0,88	[0,77,1,01]	0,87	[0,76,1,00]
≥60dB, Differenz<20dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
≥60dB, Differenz≥20dB	8	<0,05	195	<0,05	1,56	[0,76,3,22]	1,64	[0,80,3,38]
Beobachtungen						853.096		853.096

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter und Geschlecht; Modell 3: adjustiert für Alter, Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt..

Wenn die 24h-Dauerschallpegel als kontinuierliche Variable in das logistische Regressionsmodell aufgenommen werden, findet sich eine statistisch grenzwertig signifikante Risikoerniedrigung um 2,4% pro 10 dB Dauerschallpegel (OR pro 10 dB = 0,976 [95% KI 0,953-1,000]). Die Berücksichtigung der kontinuierlichen Fluglärm-Variable als einfaches Polynom 3. Grades (mit linearem, quadratischem und kubischem Term) führt zu einer vergleichbar guten Modellanpassung.

Bei der Prüfung eines Zusammenhangs unterschiedlicher Nacht-Zeitbereichen mit dem Auftreten eines Schlaganfalles (siehe Kapitel 2.20.4.2) zeigen sich in allen Nacht-Zeitbereichen Effektschätzer um 1 in den Pegelstufen bis <55 dB. Während sich in der gesetzlichen Nacht (22-06 Uhr) kein erhöhter Effektschätzer bei einem nächtlichen Schallpegel von 55 dB oder mehr findet, werden im Zeitraum von 23-05 Uhr und in der EU-Nacht (23-07 Uhr) statistisch nicht signifikante Risikoerhöhungen in der Pegelstufe von 55 bis <60 dB gefunden (Modell 3, siehe Tabelle 3-23). In der Pegelstufe von 55 bis <60 dB liegt die Odds Ratio für den Zeitraum von 23-05 Uhr bei 1,11 (95% KI 0,52-2,38) und für die EU-Nacht bei 1,24 (95% KI 0,92-1,66). Nächtlicher Fluglärm über 60 dB tritt bei den hier untersuchten Versicherten des Studiengebietes nicht auf. Werden, wie in der Sensitivitätsanalyse B (Kapitel 2.20.4.3) beschrieben, einzelne Stunden analysiert, so findet sich in der Zeit zwischen 22 und 23 Uhr bei niedrigen Felderbelegungen eine statistisch nicht signifikant erniedrigte Odds Ratio von 0,62 (95% KI 0,29-1,33) bei einem Fluglärm ≥60 dB. Für die übrigen analysierten Einzelstunden finden sich keine statistisch signifikant von 1 abweichenden Risikoschätzer.

Bei der Emergenz-Analyse, die den $L_{pAeq,24h}$ unter Berücksichtigung der Differenz zum Maximalpegel ($\overline{L_{pAmax,\,24h}}$) betrachtet, finden sich in den Pegelbereichen zwischen 40 und 50 dB, nicht in den höheren Pegelbereichen Unterschiede in den einzelnen Dauerschallpegel-Kategorien in Abhängigkeit von der Differenz zum Maximalpegel (siehe Tabelle 3-23): Bei einer Differenz des Maximalpegels zum Dauerschallpegel von 20 dB oder mehr versus weniger als 20 dB finden sich Unterschiede in den Pegelklassen 40 bis <45 dB (OR = 1,02 [95% KI 0,97-1,06] versus 0,95 [95% KI 0,91-1,00]) sowie 45 bis <50 dB (OR = 1,07 [95% KI 1,02-1,13] versus 0,96 [95% KI 0,91-1,03]).

Bei der Analyse der gewichteten L_{DN}-Pegel findet sich in der Lärmpegelklasse von 40 bis <45 dB eine statistisch grenzwertig erhöhte Odds Ratio von 1,03 (95% KI 1,00-1,07). Bei höheren Pegelklassen liegt die Odds Ratio um die 1; bei ≥60 dB findet sich eine statistisch nicht signifikant erniedrigte Odds Ratio von 0,92 (95% KI 0,80-1,06). Für den gewichteten Pegel L_{DEN} erreichen die erhöhten bzw. erniedrigten Effektschätzer in der Lärmpegelklasse von 40 bis <45 (OR = 1,04 [95% KI 1,01-1,08]) bzw. ≥60 dB (OR = 0,86 [95% KI 0,76-0,97]) statistische Signifikanz.

3.3.1.2 Ergebnisse für Männer und Frauen getrennt

Die beschriebene statistisch nicht signifikante Risikoerhöhung bei 24h-Dauerschallpegeln ≥60 dB findet sich in den geschlechtsspezifischen Analysen für Männer wie für Frauen; dabei zeigen sich für Frauen in den Kategorien von 50 bis <55 dB bzw. von 55 bis <60 dB statistisch signifikant bzw. grenzwertig signifikant erniedrigte Odds Ratios von 0,92 (95% KI 0,85-1,00) bzw. 0,80 (95% KI 0,69-0,93) (Tabelle 3-25). Für die Männer dagegen finden sich in allen Pegelstufen bis 60 dB Risikoschätzer um die 1, bei einem $L_{pAeq,24h}$ ≥60 dB bei geringen Felderbelegungen (5 Fälle, 95 Kontrollpersonen) liegt die Odds Ratio bei 1,79 (95% KI 0,72-4,50) (Tabelle 3-24). Wenn die 24h-Dauerschallpegel als kontinuierliche

Variable in das logistische Regressionsmodell aufgenommen werden, findet sich für Männer eine statistisch nicht signifikante Risikoerniedrigung von 0,3% pro 10 dB Fluglärm-Dauerschallpegel (OR pro 10 dB = 0,997 [95% KI 0,962-1,033]), für Frauen eine statistisch signifikante Risikoerniedrigung von 4,1% pro 10 dB Fluglärm-Dauerschallpegel (OR pro 10 dB = 0,959 [95% KI 0,928-0,991]).

Die geschlechtsspezifischen Analysen der unterschiedlichen „Nacht-Zeitbereiche“ (gesetzliche Nacht, Zeitraum von 23-05 Uhr, EU-Nacht) ergeben weder für Männer noch für Frauen statistisch signifikant von 1 abweichende Risikoschätzer. Dies gilt auch für die gewichteten Pegel (L_{DN} und L_{DEN}) bei den Männern; hingegen findet sich bei den Frauen in der L_{DEN}-Analyse, nicht in der L_{DN}–Analyse eine statistisch signifikant erhöhte Odds Ratio von 1,07 (95% KI 1,02-1,12) bei Pegeln zwischen 40 und <45 dB und eine statistisch signifikant erniedrigte Odds Ratio von 0,82 (95% KI 0,69-0,97) bei einem Fluglärmpegel ≥60 dB.

Tabelle 3-24: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Schlaganfall, nur Männer

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes“ Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
<40dB, Max. <50dB	4.714	41,1	139.404	38,5	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	752	6,6	22.667	6,3	1,02	[0,94,1,10]	1,04	[0,96,1,12]
≥40-<45dB	3.299	28,8	109.203	30,2	0,96	[0,92,1,01]	0,99	[0,94,1,04]
≥45-<50dB	1.778	15,5	59.894	16,5	0,99	[0,93,1,05]	1,02	[0,96,1,08]
≥50-<55dB	711	6,2	23.749	6,6	1,01	[0,93,1,10]	1,03	[0,95,1,12]
≥55-<60dB	197	1,7	7.076	2,0	0,94	[0,81,1,09]	0,93	[0,80,1,08]
≥60dB	5	<0,05	95	<0,05	1,65	[0,66,4,13]	1,79	[0,72,4,50]
Kontinuierlich					0,984	[0,953, 1,015]	0,997	[0,962, 1,033]
(pro 10 dB)						p = 0,306		p = 0,863
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB, Max. <50dB	5.354	46,7	162.303	44,8	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	2.978	26,0	96.736	26,7	0,98	[0,93,1,02]	1,00	[0,95,1,05]
≥40-<45dB	1.931	16,9	61.897	17,1	1,00	[0,94,1,05]	1,02	[0,97,1,08]
≥45-<50dB	837	7,3	29.650	8,2	0,97	[0,90,1,05]	1,00	[0,92,1,08]
≥50-<55dB	339	3,0	10.984	3,0	1,02	[0,91,1,14]	1,02	[0,91,1,15]
≥55-<60dB	17	0,1	518	0,1	1,12	[0,69,1,84]	1,21	[0,74,1,98]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
Zeitraum von 23-05h								
<40dB, Max. <50dB	5.371	46,9	163.121	45,1	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	3.472	30,3	112.053	30,9	0,98	[0,94,1,02]	1,00	[0,96,1,05]
≥40-<45dB	1.646	14,4	54.820	15,1	0,98	[0,93,1,04]	1,01	[0,95,1,07]
≥45-<50dB	759	6,6	24.821	6,9	1,03	[0,95,1,11]	1,05	[0,97,1,14]
≥50-<55dB	205	1,8	7.165	2,0	0,97	[0,84,1,12]	0,99	[0,86,1,15]
≥55-<60dB	3	<0,05	108	<0,05	0,90	[0,28,2,89]	0,98	[0,31,3,14]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
EU-Nacht (23-07h)								
<40dB, Max. <50dB	5.394	47,1	163.847	45,3	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	3.387	29,6	109.419	30,2	0,98	[0,94,1,02]	1,00	[0,96,1,05]
≥40-<45dB	1.604	14,0	51.780	14,3	1,00	[0,94,1,06]	1,02	[0,97,1,09]
≥45-<50dB	776	6,8	26.940	7,4	0,99	[0,92,1,07]	1,01	[0,94,1,10]
≥50-<55dB	274	2,4	9.502	2,6	0,96	[0,85,1,09]	0,95	[0,83,1,08]
≥55-<60dB	21	0,2	600	0,2	1,21	[0,78,1,89]	1,28	[0,82,2,00]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Fluglärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Fluglärm}$ und $L_{pAmax,\ 24h\ Fluglärm}$)								
<40dB, Differenz <20dB	2.904	25,3	84.576	23,4	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	2.562	22,4	77.495	21,4	1,00	[0,95,1,06]	1,01	[0,95,1,06]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	1.369	12,0	50.396	13,9	0,91	[0,85,0,98]	0,94	[0,87,1,00]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	1.930	16,8	58.807	16,2	1,00	[0,94,1,06]	1,02	[0,96,1,09]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	621	5,4	21.195	5,9	0,96	[0,88,1,05]	0,97	[0,89,1,06]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	1.157	10,1	38.699	10,7	1,00	[0,94,1,08]	1,04	[0,96,1,12]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	362	3,2	12.075	3,3	1,03	[0,92,1,15]	1,02	[0,91,1,15]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	349	3,0	11.674	3,2	0,99	[0,88,1,11]	1,03	[0,92,1,16]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	80	0,7	2.809	0,8	0,91	[0,72,1,14]	0,85	[0,67,1,07]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	117	1,0	4.267	1,2	0,97	[0,80,1,17]	0,99	[0,82,1,20]
≥60dB, Differenz<20dB	0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-
≥60dB, Differenz≥20dB	5	<0,05	95	<0,05	1,65	[0,66,4,13]	1,79	[0,71,4,49]
Beobachtungen						373.544		373.544

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter; Modell 3: adjustiert für Alter, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt

Tabelle 3-25: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Schlaganfall, nur Frauen

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes“ Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
<40dB, Max. <50dB	5.881	41,9	186.209	40,0	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	980	7,0	29.706	6,4	1,10	[1,02,1,18]	1,10	[1,03,1,18]
≥40-<45dB	4.005	28,5	138.674	29,8	0,98	[0,94,1,02]	0,97	[0,92,1,01]
≥45-<50dB	2.195	15,6	73.350	15,8	1,03	[0,98,1,09]	1,02	[0,97,1,08]
≥50-<55dB	759	5,4	28.758	6,2	0,95	[0,88,1,02]	0,92	[0,85,1,00]
≥55-<60dB	216	1,5	8.716	1,9	0,89	[0,77,1,02]	0,80	[0,69,0,93]
≥60dB	3	<0,05	100	<0,05	1,41	[0,44,4,54]	1,45	[0,45,4,67]
Kontinuierlich					0,979	[0,951, 1,008]	0,959	[0,928, 0,991]
(pro 10 dB)						p= 0,146		p= 0,012
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB, Max. <50dB	6.652	47,4	214.557	46,1	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	3.729	26,6	123.759	26,6	1,01	[0,97,1,05]	1,01	[0,97,1,06]
≥40-<45dB	2.278	16,2	77.476	16,6	1,00	[0,95,1,05]	1,01	[0,96,1,06]
≥45-<50dB	967	6,9	35.551	7,6	1,01	[0,94,1,08]	1,01	[0,94,1,08]
≥50-<55dB	402	2,9	13.557	2,9	1,02	[0,92,1,13]	0,96	[0,86,1,07]
≥55-<60dB	11	0,1	613	0,1	0,77	[0,42,1,41]	0,80	[0,44,1,47]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
Zeitraum von 23-05h								
<40dB, Max. <50dB	6.667	47,5	215.536	46,3	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	4.338	30,9	143.289	30,8	1,01	[0,97,1,05]	1,02	[0,98,1,06]
≥40-<45dB	1.938	13,8	67.641	14,5	1,00	[0,95,1,06]	1,01	[0,96,1,07]
≥45-<50dB	859	6,1	30.200	6,5	1,02	[0,94,1,09]	1,00	[0,93,1,08]
≥50-<55dB	233	1,7	8.708	1,9	0,97	[0,85,1,11]	0,93	[0,81,1,07]
≥55-<60dB	4	<0,05	139	<0,05	1,20	[0,43,3,30]	1,27	[0,46,3,49]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
EU-Nacht (23-07h)								
<40dB, Max. <50dB	6.696	47,7	216.327	46,5	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	4.225	30,1	139.796	30,0	1,01	[0,97,1,05]	1,02	[0,97,1,06]
≥40-<45dB	1.905	13,6	64.811	13,9	1,01	[0,96,1,06]	1,02	[0,97,1,08]
≥45-<50dB	865	6,2	32.313	6,9	0,98	[0,92,1,06]	0,98	[0,91,1,06]
≥50-<55dB	320	2,3	11.545	2,5	1,00	[0,89,1,12]	0,92	[0,82,1,04]
≥55-<60dB	28	0,2	721	0,2	1,24	[0,84,1,83]	1,19	[0,81,1,76]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Fluglärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Fluglärm}$ und $L_{pAmax,\ 24h\ Fluglärm}$)								
<40dB, Differenz <20dB	3.554	25,3	114.218	24,5	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	3.307	23,6	101.697	21,8	1,09	[1,04,1,15]	1,08	[1,02,1,13]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	1.655	11,8	61.626	13,2	0,98	[0,92,1,04]	0,96	[0,91,1,03]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	2.350	16,7	77.048	16,6	1,03	[0,97,1,08]	1,01	[0,95,1,07]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	700	5,0	25.886	5,6	0,97	[0,89,1,06]	0,96	[0,88,1,04]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	1.495	10,6	47.464	10,2	1,11	[1,05,1,19]	1,09	[1,02,1,17]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	371	2,6	14.062	3,0	1,01	[0,91,1,13]	0,95	[0,85,1,06]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	388	2,8	14.696	3,2	0,95	[0,85,1,05]	0,94	[0,84,1,05]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	116	0,8	3.505	0,8	1,06	[0,88,1,28]	0,89	[0,73,1,09]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	100	0,7	5.211	1,1	0,79	[0,65,0,97]	0,77	[0,63,0,94]
≥60dB, Differenz<20dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
≥60dB, Differenz≥20dB	3	<0,05	100	<0,05	1,45	[0,45,4,68]	1,48	[0,46,4,77]
Beobachtungen						479.552		479.552

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter; Modell 3: adjustiert für Alter, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

3.3.1.3 Einfluss des Alters auf die Risikoschätzer für Schlaganfälle

Statistisch teilweise signifikant erniedrigte Risikoschätzer zeigen sich in Dauerschallpegel-Kategorien zwischen 40 und 60 dB bei älteren (Alter ≥60 Jahre) ebenso wie bei jüngeren Versicherten (Alter unter 60 Jahren). Bei einem Dauerschallpegel ≥60 dB zeigt sich bei den älteren (OR=1,64 [95% KI 0,79-3,38]), nicht aber bei den jüngeren Probanden eine statistisch nicht signifikante Risikoerhöhung.

Tabelle 3-26: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$) und Schlaganfall, stratifiziert nach Alter

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes" Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
Versicherte unter 60 Jahre								
L_{pAeq} < 40 dB und $\overline{L_{pAmax}}$ <50 dB	1.091	38,9	153.962	37,8	1,00	-	1,00	-
L_{pAeq} < 40 dB und $\overline{L_{pAmax}}$ ≥50 dB	183	6,5	25.649	6,3	1,01	[0,86,1,18]	1,04	[0,89,1,22]
≥40 – <45 dB	788	28,1	123.699	30,4	0,89	[0,81,0,98]	0,90	[0,81,0,99]
≥45 – <50 dB	496	17,7	68.567	16,8	1,01	[0,91,1,12]	1,00	[0,89,1,12]
≥50 – <55 dB	191	6,8	27.169	6,7	0,98	[0,84,1,14]	0,93	[0,79,1,10]
≥55 – <60 dB	57	2,0	8.250	2,0	0,96	[0,74,1,26]	0,83	[0,63,1,10]
≥60 dB	0	0,0	104	<0,05	-	-	-	-
Versicherte ≥ 60 Jahre								
L_{pAeq} < 40 dB und $\overline{L_{pAmax}}$ <50 dB	9.504	41,9	171.651	40,9	1,00	-	1,00	-
L_{pAeq} < 40 dB und $\overline{L_{pAmax}}$ ≥50 dB	1.549	6,8	26.724	6,4	1,05	[0,99,1,11]	1,06	[1,00,1,12]
≥40 – <45 dB	6.516	28,7	124.178	29,6	0,95	[0,92,0,98]	0,96	[0,93,1,00]
≥45 – <50 dB	3.477	15,3	64.677	15,4	0,97	[0,93,1,01]	0,99	[0,95,1,03]
≥50 – <55 dB	1.279	5,6	25.338	6,0	0,91	[0,86,0,97]	0,92	[0,86,0,98]
≥55 – <60 dB	356	1,6	7.542	1,8	0,85	[0,76,0,95]	0,81	[0,73,0,91]
≥60 dB	8	<0,05	91	<0,05	1,57	[0,76,3,23]	1,64	[0,79,3,38]

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Geschlecht; Modell 3: adjustiert für Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt

3.3.1.4 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen, Männer und Frauen gemeinsam

Die beschriebenen (teilweise statistisch signifikanten) Risikoerniedrigungen in einzelnen Lärmpegel-Kategorien unterhalb von 60 dB lassen sich bei Versicherten der Krankenkassen 1 und 2 (Versichertenpopulation A) ebenso wie bei Versicherten der Krankenkasse 3 (Versichertenpopulation B) aufzeigen. Bei (sehr) geringen Felderbelegungen finden sich dagegen bei beiden Versichertenpopulationen statistisch nicht signifikant erhöhte Risikoschätzer bei 24h-Dauerschallpegeln ≥60 dB. Bei der Auswertung der gewichteten Pegel L_{DN} ergeben sich sowohl für die Versicherten der Krankenkassen 1 und 2 als auch für die Versicherten der Krankenkasse 3 keine statistisch signifikant von 1 abweichenden Effektschätzer (mit Ausnahme einer Odds Ratio von 1,10 [95% KI 1,00-1,20] bei Versicherten der Krankenkasse 3 in der L_{DN} –Kategorie 50 bis <55 dB). Die Ergebnisse der Analysen werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nur berichtet, jedoch nicht in Tabellenform dargestellt.

3.3.1.5 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen, Männer und Frauen getrennt

Die nach Geschlecht und nach Krankenkasse getrennten Auswertungen ergeben bei Männern der Versichertenpopulation A (versichert bei Krankenkasse 1 oder 2) und der Versichertenpopulation B (versichert bei Krankenkasse 3) ebenso wie bei Frauen dieser

Versichertenpopulationen überwiegend keine signifikant von 1 abweichenden Risikoschätzer. Einheitlich finden sich bei Männern ebenso wie bei Frauen dieser unterschiedlichen Versichertenpopulationen in der höchsten Pegelstufe (24h-Dauerschallpegel ≥60 dB) statistisch nicht signifikant erhöhte Odds Ratios zwischen 1,38 und 1,94. Die Ergebnisse der Analysen werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nur berichtet, jedoch nicht in Tabellenform dargestellt.

3.3.1.6 Berücksichtigung der Wohndauer bei Versicherten der Krankenkasse 3

Eine Einschränkung der Auswertung auf Versicherte der Krankenkasse 3, die mindestens 5 Jahre an der Wohnadresse des Diagnosejahres bzw. des Jahres 2008 (bei Kontrollpersonen) gewohnt haben, führt zu einer deutlichen, statistisch nicht signifikanten Erhöhung der Risikoschätzer für einen 24h-Dauerschallpegel ≥60 dB; bei Einschränkung auf Versicherte mit einer Wohndauer von mindestens 10 Jahren erhöht sich die Odds Ratio weiter auf 2,07 (95% KI 0,48-8,85; geringe Felderbelegung). Die Analyse der kumulativen Lärmjahre in den letzten 5 Jahren vor dem Diagnosejahr bzw. (bei Kontrollpersonen) vor dem Jahr 2008 ergibt statistisch nicht signifikante Odds Ratios von 1,02 für das 2., 3. und 4. Quartil.

Bei einer zusätzlichen Adjustierung für das Einkommen (Modell 4) ändern sich die vorgenannten, auf die Versicherten der Krankenkasse 3 bezogenen Ergebnisse (gegenüber Modell 3) nicht substanziell; dies gilt auch für die Analysen bezüglich der kumulativen Lärmjahre. Die Ergebnisse der Analysen werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nur berichtet, jedoch nicht in Tabellenform dargestellt.

3.3.1.7 Fluglärm-bezogene Risikoschätzer für einen tödlich verlaufenden Schlaganfall

Im Zeitraum zwischen Erstdiagnose (2005 bis 2010) und Auswahl der anzuschreibenden Probanden durch die Krankenkassen (2014/15) sind etwa 54% der Schlaganfall-Patienten verstorben. In Tabelle 3-27 werden die Risikoschätzer für die Hauptanalyse bei Einschränkung der Fälle auf die verstorbenen Schlaganfall-Patient/innen dargestellt. Werden lediglich die verstorbenen Schlaganfall-Fälle in die Analyse einbezogen, so findet sich bei einem 24h-Dauerschallpegel von 60 dB oder mehr eine Odds Ratio von 1,66 (95% KI 0,60-4,57). Für die Gesamtgruppe der Schlaganfall-Fälle liegt die Odds Ratio in vergleichbarer Höhe (OR = 1,62 [95% KI 0,79-3,34]).

Tabelle 3-27: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$) und tödlich verlaufender Schlaganfall

	Fälle n	%	Kontrollen n	%	OR, Basismodell 3,	Verstorbene
24h-Dauerschallpegel						
<40dB, Max. <50dB	5.710	41,2	325.613	39,3	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	925	6,7	52.373	6,3	1,06	[0,99,1,14]
≥40-<45dB	3.972	28,7	247.877	30,0	0,98	[0,94,1,03]
≥45-<50dB	2.241	16,2	133.244	16,1	1,06	[1,01,1,12]
≥50-<55dB	791	5,7	52.507	6,3	0,99	[0,92,1,07]
≥55-<60dB	206	1,5	15.792	1,9	0,82	[0,71,0,95]
≥60dB	4	<0,05	195	<0,05	1,66	[0,60,4,57]
Kontinuierlich (pro 10 dB)					0,991	[0,959,1,024] p=0,573
Gesetzliche Nacht (22-06 h)						
<40dB, Max. <50dB	6.484	46,8	376.860	45,5	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	3.672	26,5	220.495	26,6	1,01	[0,97,1,06]
≥40-<45dB	2.322	16,8	139.373	16,8	1,03	[0,98,1,08]
≥45-<50dB	950	6,9	65.201	7,9	1,00	[0,93,1,07]
≥50-<55dB	407	2,9	24.541	3,0	1,01	[0,90,1,12]
≥55-<60dB	14	0,1	1.131	0,1	0,96	[0,56,1,65]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-
Zeitraum von 23-05 h						
<40dB, Max. <50dB	6.498	46,9	378.657	45,8	**1,00**	-
<40dB, Max. ≥50dB	4.303	31,1	255.342	30,9	1,02	[0,98,1,06]
≥40-<45dB	1.946	14,1	122.461	14,8	1,02	[0,97,1,08]
≥45-<50dB	864	6,2	55.021	6,7	1,02	[0,94,1,10]
≥50-<55dB	235	1,7	15.873	1,9	0,96	[0,84,1,10]
≥55-<60dB	3	<0,05	247	<0,05	0,91	[0,29,2,89]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-

OR: Odds Ratio; Modell 3: adjustiert für Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Quote (Quintile); 95%-Konfidenzintervalle in Klammern.

3.3.2 Zusammenhang zwischen Straßenverkehrslärm und Schlaganfällen

3.3.2.1 Ergebnisse der Gesamtgruppe (Männer und Frauen gemeinsam)

Die Hauptanalyse mit 24h-Dauerschallpegeln lässt einen Anstieg der Odds Ratio ab einem Straßenverkehrslärm von 55 dB erkennen (Tabelle 3-28): die Odds Ratio beträgt bei einem Lärmpegel von 55 bis <60 dB 1,05 (95% KI 1,00-1,11), bei einem Lärmpegel von 60 dB bis <65 dB 1,01 (95% KI 0,98-1,09), bei einem Lärmpegel von 60 dB bis <65 dB 1,07 (95% KI 1,00-1,14) und bei einem Pegel ≥70 dB 1,02 (95% KI 0,91-1,14). Wenn die 24h-Dauerschallpegel als kontinuierliche Variable in das logistische Regressionsmodell aufgenommen werden, findet sich eine statistisch signifikante Risikoerhöhung von 1,7% pro 10 dB Straßenverkehrslärm (OR pro 10 dB = 1,017 [95% KI 1,003-1,032]). Die Berücksichtigung der kontinuierlichen Straßenverkehrslärm-Variable als einfaches Polynom 3. Grades (mit linearem, quadratischem und kubischem Term) führt zu keiner deutlich besseren Modellanpassung; dies spricht für eine angemessene Abbildung der Expositions-Risiko-Beziehung durch ein einfaches lineares Modell. Im Vergleich der verschiedenen Modelle zeigen sich bei Adjustierung für den individuellen und den regionalen Sozialstatus (Modell 3) tendenziell etwas höhere Risikoschätzer; auf dieses sekundärdatenbasierte Basismodell (OR_3) bezieht sich der vorliegende Text.

Bei der Betrachtung der gesetzlichen Nacht (22-06 h) finden sich bei einem Straßenlärmpegel zwischen 50 und 60 dB statistisch grenzwertig signifikant erhöhte Risikoschätzer für

einen Schlaganfall: die Odds Ratio beträgt 1,05 (95% KI 1,00-1,09) bei einem nächtlichen Lärmpegel von 50 bis <55 dB, 1,05 (95% KI 1,00-1,11) bei 55 bis <60 dB, aber lediglich 1,02 (95% KI 0,95-1,10) bei ≥60 dB (Tabelle 3-28).

Bei der Emergenz-Analyse finden sich keine einheitlich höheren Risikoschätzer bei einer Differenz des Maximalpegels $\overline{L_{pAmax,\ 24h}}$ zum 24h-Dauerschallpegel von 20 dB oder mehr (Tabelle 3-28).

Für den gewichteten L_{DN}-Pegel zeigt sich eine statistisch grenzwertig signifikant erhöhte Odds Ratio von 1,05 (95% KI 1,00-1,11) in der höchsten L_{DN}-Kategorie von ≥60 dB.

Tabelle 3-28: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Schlaganfall

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes" Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
< 40 dB	2.918	11,5	87.246	10,5	1,00	[1,00,1,00]	1,00	[1,00,1,00]
≥40 – <45 dB	5.675	22,3	175.718	21,2	0,99	[0,95,1,04]	1,00	[0,96,1,05]
≥45 – <50 dB	6.046	23,7	198.841	24,0	0,97	[0,92,1,01]	0,98	[0,93,1,02]
≥50 – <55 dB	4.231	16,6	147.350	17,8	0,97	[0,92,1,01]	0,98	[0,93,1,03]
≥55 – <60 dB	2.873	11,3	90.631	11.0	1,04	[0,98,1,10]	1,05	[1,00,1,11]
≥60 – <65 dB	1.987	7,8	68.230	8,2	1,00	[0,94,1,06]	1,01	[0,95,1,07]
≥65 – <70 dB	1.400	5,5	46.374	5,6	1,06	[0,99,1,13]	1,07	[1,00,1,14]
≥70 dB	365	1,4	13.211	1,6	1,00	[0,89,1,12]	1,02	[0,91,1,14]
Kontinuierlich (pro 10 dB)					1,014	[0,999, 1,028] p= 0,065	1,017	[1,003, 1,032] p= 0,020
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB	10.792	42,3	333.823	40,3	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	4.911	19,3	168.536	20,4	0,96	[0,92,0,99]	0,96	[0,93,0,99]
≥45-<50dB	3.936	15,4	130.800	15,8	1,00	[0,96,1,04]	1,01	[0,97,1,05]
≥50-<55dB	2.931	11,5	94.774	11,5	1,04	[1,00,1,08]	1,05	[1,00,1,09]
≥55-<60dB	1.990	7,8	66.678	8,1	1,05	[1,00,1,10]	1,05	[1,00,1,11]
≥60dB	935	3,7	32.990	4,0	1,01	[0,95,1,09]	1,02	[0,95,1,10]
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Straßenlärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Straßenlärm}$ und $\overline{L_{pAmax,\ 24h\ Straßenlärm}}$)								
<40dB, Differenz <20dB	2.443	9,6	72.072	8,7	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	475	1,9	15.174	1,8	0,97	[0,87,1,07]	0,97	[0,87,1,07]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	5.040	19,8	155.411	18,8	0,99	[0,94,1,04]	1,00	[0,95,1,05]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	635	2,5	20.307	2,5	0,98	[0,89,1,07]	0,98	[0,90,1,07]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	5.297	20,8	175.941	21,3	0,95	[0,91,1,00]	0,96	[0,92,1,01]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	749	2,9	22.900	2,8	1,02	[0,94,1,11]	1,03	[0,94,1,12]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	3.545	13,9	125.944	15,2	0,95	[0,90,1,00]	0,96	[0,91,1,01]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	686	2,7	21.406	2,6	1,04	[0,96,1,14]	1,05	[0,96,1,14]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	1.928	7,6	63.538	7,7	1,02	[0,96,1,08]	1,04	[0,97,1,10]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	945	3,7	27.093	3,3	1,06	[0,98,1,15]	1,07	[0,99,1,15]
≥60dB, Differenz<20dB	2.407	9,4	83.420	10,1	1,02	[0,96,1,08]	1,03	[0,97,1,10]
≥60dB, Differenz≥20dB	1.345	5,3	44.395	5,4	1,00	[0,94,1,07]	1,01	[0,94,1,08]
Beobachtungen						853.096		853.096

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter und Geschlecht; Modell 3: adjustiert für Alter, Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

3.3.2.2 Ergebnisse für Männer und Frauen getrennt

Bei der für Männer und Frauen getrennten Analyse finden sich bei den Männern etwas ausgeprägtere Risikoerhöhungen: Bei den Männern zeigt sich bei einem 24h-Dauerschallpegel von 65 bis <70 dB eine statistisch signifikant erhöhte Odds Ratio von 1,12 (95% KI 1,02-1,24; Tabelle 3-29). Bei den Frauen finden sich lediglich statistisch nicht signifikant erhöhte Odds Ratios bis zu einem Wert von 1,04 bei höheren Schallpegeln (Tabelle 3-30).

Wenn die 24h-Dauerschallpegel als kontinuierliche Variable in das logistische Regressionsmodell aufgenommen werden, findet sich für Männer pro 10 dB Schalldruckpegel eine statistisch nicht signifikante Risikoerhöhung um 1,8% (OR = 1,018 [95% KI 0,996-1,040]) und für Frauen von 1,5% (OR=1,015 [95% KI 0,995-1,148]).

Die Risikoschätzer für die gewichteten L_{DN}-Pegelklassen des Straßenverkehrslärms liegen bei Männern vergleichbar hoch wie bei Frauen mit einer statistisch nicht signifikanten Odds Ratio von jeweils 1,05 bei einem L_{DN} ≥60 dB.

Bei der Betrachtung der gesetzlichen Nacht (22-06 h) finden sich für die getrennte Analyse von Männern und Frauen im Wesentlichen keine statistisch signifikant von 1 verschiedenen Effektschätzer, abgesehen von einer bei den Männern statistisch signifikant erniedrigten Odds Ratio von 0,94 (95% KI 0,90-0,99) bei einem nächtlichen Lärmpegel von 40 bis <45 dB.

Die Emergenz-Analyse lässt weder für Männer (Tabelle 3-29) noch für Frauen (Tabelle 3-30) deutlich unterschiedliche Odds Ratios bei einem Maximalpegel mindestens 20 dB über dem jeweiligen Dauerschallpegel erkennen.

Tabelle 3-29: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Schlaganfall, nur Männer

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes" Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
< 40 dB	1.289	11,3	36.991	10,2	1,00	[1,00,1,00]	1,00	[1,00,1,00]
≥40 – <45 dB	2.509	21,9	75.582	20,9	0,99	[0,92,1,06]	1,00	[0,93,1,07]
≥45 – <50 dB	2.714	23,7	85.838	23,7	0,98	[0,91,1,05]	0,99	[0,92,1,06]
≥50 – <55 dB	1.939	16,9	65.288	18,0	0,97	[0,90,1,04]	0,99	[0,92,1,07]
≥55 – <60 dB	1.299	11,3	39.972	11,0	1,05	[0,97,1,14]	1,07	[0,99,1,16]
≥60 – <65 dB	870	7,6	30.848	8,5	0,95	[0,87,1,04]	0,97	[0,89,1,06]
≥65 – <70 dB	675	5,9	21.390	5,9	1,11	[1,01,1,22]	1,12	[1,02,1,24]
≥70 dB	161	1,4	6.179	1,7	0,95	[0,81,1,13]	0,98	[0,83,1,16]
Kontinuierlich					1,012	[0,991, 1,034]	1,018	[0,996, 1,040]
(pro 10 dB)						p= 0,261		p= 0,107
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB	4.812	42,0	142.996	39,5	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	2.192	19,1	73.540	20,3	0,94	[0,89,0,99]	0,94	[0,90,0,99]
≥45-<50dB	1.772	15,5	57.769	16,0	1,00	[0,94,1,05]	1,01	[0,95,1,07]
≥50-<55dB	1.340	11,7	42.176	11,6	1,04	[0,98,1,11]	1,05	[0,99,1,12]
≥55-<60dB	920	8,0	30.310	8,4	1,06	[0,98,1,14]	1,06	[0,99,1,15]
≥60dB	420	3,7	15.297	4,2	0,98	[0,88,1,08]	0,99	[0,89,1,09]
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Straßenlärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Straßenlärm}$ und $L_{pAmax,\ 24h\ Straßenlärm}$)								
<40dB, Differenz <20dB	1.066	9,3	30.466	8,4	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	223	1,9	6.525	1,8	0,99	[0,85,1,15]	0,99	[0,85,1,14]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	2.214	19,3	66.748	18,4	0,98	[0,91,1,06]	0,99	[0,92,1,07]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	295	2,6	8.834	2,4	0,99	[0,87,1,14]	1,00	[0,88,1,14]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	2.396	20,9	75.942	21,0	0,97	[0,90,1,05]	0,99	[0,91,1,06]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	318	2,8	9.896	2,7	0,99	[0,87,1,13]	0,99	[0,87,1,13]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	1.633	14,3	55.906	15,4	0,96	[0,88,1,04]	0,98	[0,90,1,06]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	306	2,7	9.382	2,6	1,04	[0,92,1,19]	1,05	[0,92,1,20]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	879	7,7	28.022	7,7	1,04	[0,95,1,14]	1,07	[0,97,1,17]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	420	3,7	11.950	3,3	1,07	[0,95,1,20]	1,08	[0,96,1,21]
≥60dB, Differenz<20dB	1.087	9,5	38.387	10,6	1,00	[0,92,1,09]	1,02	[0,93,1,11]
≥60dB, Differenz≥20dB	619	5,4	20.030	5,5	1,02	[0,92,1,13]	1,03	[0,93,1,14]
Beobachtungen						373.544		373.544

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter; Modell 3: adjustiert für Alter, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

Tabelle 3-30: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Schlaganfall, nur Frauen

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes“ Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
< 40 dB	1.629	11,6	50.255	10,8	1,00	[1,00,1,00]	1,00	[1,00,1,00]
≥40 – <45 dB	3.166	22,6	100.136	21,5	1,00	[0,94,1,06]	1,01	[0,95,1,07]
≥45 – <50 dB	3.332	23,7	113.003	24,3	0,95	[0,90,1,01]	0,96	[0,91,1,03]
≥50 – <55 dB	2.292	16,3	82.062	17,6	0,96	[0,90,1,02]	0,97	[0,91,1,04]
≥55 – <60 dB	1.574	11,2	50.659	10,9	1,02	[0,95,1,10]	1,03	[0,96,1,11]
≥60 – <65 dB	1.117	8,0	37.382	8,0	1,03	[0,95,1,11]	1,04	[0,96,1,12]
≥65 – <70 dB	725	5,2	24.984	5,4	1,01	[0,92,1,11]	1,02	[0,93,1,11]
≥70 dB	204	1,5	7.032	1,5	1,02	[0,88,1,19]	1,04	[0,89,1,21]
Kontinuierlich					1,012	[0,992, 1,031]	1,015	[0,995, 1,035
(pro 10 dB)						p= 0,238		p= 0,148
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB	5.980	42,6	190.827	41,0	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	2.719	19,4	94.996	20,4	0,97	[0,93,1,02]	0,97	[0,93,1,02]
≥45-<50dB	2.164	15,4	73.031	15,7	1,00	[0,95,1,05]	1,01	[0,96,1,06]
≥50-<55dB	1.591	11,3	52.598	11,3	1,03	[0,98,1,10]	1,04	[0,98,1,10]
≥55-<60dB	1.070	7,6	36.368	7,8	1,04	[0,97,1,11]	1,04	[0,97,1,11]
≥60dB	515	3,7	17.693	3,8	1,04	[0,95,1,14]	1,05	[0,95,1,15]
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Straßenlärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Straßenlärm}$ und $L_{pAmax,\ 24h\ Straßenlärm}$)								
<40dB, Differenz <20dB	1.377	9,8	41.606	8,9	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	252	1,8	8.649	1,9	0,95	[0,83,1,10]	0,95	[0,83,1,10]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	2.826	20,1	88.663	19,0	0,99	[0,93,1,06]	1,00	[0,94,1,07]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	340	2,4	11.473	2,5	0,96	[0,85,1,09]	0,97	[0,86,1,10]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	2.901	20,7	99.999	21,5	0,93	[0,87,1,00]	0,94	[0,88,1,01]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	431	3,1	13.004	2,8	1,04	[0,93,1,17]	1,05	[0,94,1,17]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	1.912	13,6	70.038	15,0	0,94	[0,87,1,01]	0,95	[0,88,1,02]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	380	2,7	12.024	2,6	1,04	[0,92,1,16]	1,04	[0,92,1,17]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	1.049	7,5	35.516	7,6	1,00	[0,92,1,08]	1,01	[0,93,1,10]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	525	3,7	15.143	3,3	1,05	[0,95,1,16]	1,06	[0,95,1,18]
≥60dB, Differenz<20dB	1.320	9,4	45.033	9,7	1,03	[0,95,1,12]	1,04	[0,96,1,13]
≥60dB, Differenz≥20dB	726	5,2	24.365	5,2	0,98	[0,89,1,08]	0,99	[0,90,1,09]
Beobachtungen						479.552		479.552

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter; Modell 3: adjustiert für Alter, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

3.3.2.3 Einfluss des Alters auf die Risikoschätzer bei Schlaganfall

In der altersstratifizierten Auswertung liegen bei den älteren Versicherten (Alter ≥60 Jahre) die Odds Ratios um 1. Lediglich in der Straßenverkehrspegelstufe von 55 bis <60 dB wird ein erhöhter Effektschätzer für einen Schlaganfall von 1,06 (95% KI 1,00-1,12) sichtbar. Bei den jüngeren Versicherten (Alter <60 Jahre) finden sich in allen Straßenlärm-Pegelklassen Effektschätzer unter 1, die in der Pegelklasse von 45 bis <50 dB statistische Signifikanz erreichen (OR=0,86 [95% KI 0,75-0,99]).

Tabelle 3-31: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Schlaganfall, stratifiziert nach Alter

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes“ Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
Versicherte unter 60 Jahre								
<40dB	303	10,8	39.907	9,8	1,00	[1,00,1,00]	1,00	[1,00,1,00]
≥40 – <45 dB	572	20,4	82.611	20,3	0,91	[0,79,1,04]	0,92	[0,80,1,05]
≥45 – <50 dB	631	22,5	96.319	23,6	0,86	[0,75,0,98]	0,86	[0,75,0,99]
≥50 – <55 dB	497	17,7	74.883	18,4	0,86	[0,75,1,00]	0,87	[0,75,1,01]
≥55 – <60 dB	327	11,7	45.893	11,3	0,93	[0,79,1,08]	0,94	[0,80,1,10]
≥60 dB	476	17,0	67.787	16,6	0,91	[0,78,1,05]	0,90	[0,78,1,04]
Versicherte ≥ 60 Jahre								
<40dB	2.615	11,5	47.339	11,3	1,00	[1,00,1,00]	1,00	[1,00,1,00]
≥40 – <45 dB	5.103	22,5	93.107	22,2	0,99	[0,94,1,04]	1,01	[0,96,1,06]
≥45 – <50 dB	5.415	23,9	102.522	24,4	0,96	[0,91,1,00]	0,97	[0,93,1,02]
≥50 – <55 dB	3.734	16,5	72.467	17,3	0,93	[0,89,0,98]	0,96	[0,91,1,01]
≥55 – <60 dB	2.546	11,2	44.738	10,7	1,03	[0,97,1,09]	1,06	[1,00,1,12]
≥60 dB	3.276	14,4	60.028	14,3	0,99	[0,94,1,04]	1,01	[0,96,1,07]

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Geschlecht; Modell 3: adjustiert für Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

3.3.2.4 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen, Männer und Frauen gemeinsam

Generell finden sich vergleichbare Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen Straßenverkehrslärm und Schlaganfall-Risiko bei Versicherten der Krankenkassen 1 und 2 (Versichertenpopulation A) und bei Versicherten der Krankenkasse 3 (Versichertenpopulation B). Bei den Versicherten der Krankenkassen 1 und 2 zeigt sich in der Pegelklasse >55 bis <60 dB eine statistisch signifikant erhöhte Odds Ratio von 1,09 (95% KI 1,02-1,16), bei ≥60 dB beträgt die Odds Ratio 1,02 (95% KI 0,96-1,08). Bei den Versicherten der Krankenkasse 3 findet sich in der Pegelklasse ≥60 dB eine statistisch nicht signifikant auf 1,07 (95% KI 0,97-1,18) erhöhte Odds Ratio. Die Risikoverläufe auf der Grundlage der L_{DN}-Pegel sind in etwa vergleichbar. Die Ergebnisse der Analysen werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nur berichtet, jedoch nicht in Tabellenform dargestellt.

3.3.2.5 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen, Männer und Frauen getrennt

Die geschlechtsspezifischen Verläufe sind bei Versicherten beider Versichertenpopulationen vergleichbar. Bei Männern wie Frauen, die bei den Krankenkassen 1 und 2 versichert sind, finden sich die höchsten (statistisch grenzwertig signifikanten bzw. nicht signifikanten) Effektschätzer in der 24h-Dauerschallpegel-Kategorie von 55 bis <60 dB, bei versicherten Männern wie Frauen der Krankenkasse 3 finden sich die höchsten (statistisch nicht signifikanten) Effektschätzer in der 24h-Dauerschallpegel-Kategorie ≥60 dB.

Die Ergebnisse der Analysen werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nur berichtet, jedoch nicht in Tabellenform dargestellt.

3.3.2.6 Berücksichtigung der Wohndauer bei Versicherten der Krankenkasse 3

Eine Beschränkung der Auswertung auf Versicherte der Krankenkasse 3, die mindestens 5 bzw. 10 Jahre an der Wohnadresse des Diagnosejahres bzw. des Jahres 2008 (bei

Kontrollpersonen) gewohnt haben, hat lediglich geringe Auswirkungen auf die Effektschätzer. Die Analyse der Lärmjahre bei diesen Versicherten ergibt eine statistisch grenzwertig signifikante Erniedrigung der Risikoschätzer im 2. Quartil (OR = 0,92 [95% KI 0,84-1,00]), für das 3. und 4. Quartil finden sich Risikoschätzer um die 1. Die Ergebnisse der Analysen werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nur berichtet, jedoch nicht in Tabellenform dargestellt.

3.3.2.7 Straßenverkehrslärm-bezogene Risikoschätzer für einen tödlich verlaufenden Schlaganfall

In Tabelle 3-32 werden die Straßenverkehrslärm-bezogenen Risikoschätzer bei Einschränkung der Fälle auf die verstorbenen Schlaganfall-Patient/innen dargestellt. Bei Einschränkung auf die verstorbenen Schlaganfall-Patient/innen (Risikoerhöhung von 2,8% pro 10 dB 24h-Dauerschallpegel) findet sich eine deutlicher ausgeprägte Expositions-Risiko-Beziehung als in der Gesamtgruppe der Schlaganfall-Fälle (Risikoerhöhung von 1,7% pro 10 dB 24h-Dauerschallpegel).

Tabelle 3-32: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und tödlich verlaufender Schlaganfall

	Fälle		Kontrollen			OR, Basismodell 3,
	n	%	n	%		Verstorbene
24h-Dauerschallpegel						
<40dB	1.578	11,4	87.246	10,5	1,00	-
≥40-<45dB	3.074	22,2	175.718	21,2	1,01	[0,94,1,07]
≥45-<50dB	3.317	24,0	198.841	24,0	0,99	[0,93,1,06]
≥50-<55dB	2.222	16,0	147.350	17,8	0,96	[0,90,1,03]
≥55-<60dB	1.643	11,9	90.631	11,0	1,11	[1,03,1,19]
≥60-<65dB	1.061	7,7	68.230	8,2	1,01	[0,93,1,10]
≥65-<70 dB	753	5,4	46.374	5,6	1,09	[0,99,1,19]
≥70 dB	201	1,5	13.211	1,6	1,04	[0,90,1,21]
Kontinuierlich					1,028	[1,008,1,049]
(pro 10 dB)						p<0,05

OR: Odds Ratio; Modell 3: adjustiert für Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Quote (Quintile); 95%-Konfidenzintervalle in Klammern.

3.3.3 Zusammenhang zwischen Schienenverkehrslärm und Schlaganfällen

3.3.3.1 Ergebnisse der Gesamtgruppe (Männer und Frauen gemeinsam)

Generell zeigen sich auch bei der Auswertung des Zusammenhangs zwischen Schlaganfällen und Schienenverkehrslärm tendenziell höhere Effektschätzer bei Adjustierung für Bildung, Beruf und regionaler SGB II-Quote (Modell 3) im Vergleich mit dem „rohen“ Modell (Modell 1). Dabei zeigt das Basismodell 3 eine vergleichsweise deutlich bessere Anpassungsgüte. Daher bezieht sich der folgende Text wiederum auf die Risikoschätzer des Sozialstatus-bezogenen Modells (sekundärdatenbasiertes Basismodell, OR_3).

Die Hauptanalyse mit 24h-Dauerschallpegeln weist in der Kategorie 55 bis <60 dB eine statistisch grenzwertig erhöhte Odds Ratio von 1,06 (95% KI 1,00-1,13) auf, die Odds Ratio steigt kontinuierlich weiter an bis auf 1,18 (95% KI 1,02-1,38) in der Kategorie 65 bis <70 dB; in der höchsten Pegelklasse ≥70 dB liegt die Odds Ratio um die 1. Wenn die 24h-Dauerschallpegel als kontinuierliche Variable in das logistische Regressionsmodell

aufgenommen werden, findet sich eine statistisch signifikante Risikoerhöhung von 1,8% pro 10 dB Schienenverkehrslärm (OR pro 10 dB = 1,018 [95% KI 1,001-1,034]). Die Berücksichtigung der kontinuierlichen Schienenverkehrslärm-Variable als einfaches Polynom 3. Grades (mit linearem, quadratischem und kubischem Term) führt zu keiner wesentlich verbesserten Modellanpassung, damit erscheint das lineare Modell adäquat zur Abbildung der Expositions-Risiko-Beziehung zwischen Schienenverkehrslärm und Schlaganfällen.

Bei der Betrachtung der gesetzlichen Nacht findet sich ein deutlicher Anstieg der Odds Ratio erst bei einem Schallpegel von ≥60 dB (OR = 1,12 [95% KI 1,04-1,20], Tabelle 3-33).

Bei der Emergenz-Analyse (Tabelle 3-33) finden sich teilweise unterschiedliche Risikoschätzer, wenn die Differenz zum Maximalpegel $\overline{L_{pAmax,\ 24h}}$ mehr als 20 dB beträgt, allerdings ohne eine einheitliche Tendenz in Richtung Erhöhung oder Erniedrigung.

Die Analyse des gewichteten L_{DN}-Pegels ergibt eine statistisch grenzwertig signifikante Risikoerhöhung in der L_{DN} -Kategorie ≥60 dB (OR = 1,04 [95% KI 1,00-1,09]).

Tabelle 3-33: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Schlaganfall

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes“ Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
< 40 dB	14.044	55,1	442.991	53,5	1,00	[1,00,1,00]	1,00	[1,00,1,00]
≥40 – <45 dB	2.970	11,7	103.496	12,5	0,96	[0,93,1,00]	0,97	[0,93,1,01]
≥45 – <50 dB	4.017	15,8	131.243	15,9	1,02	[0,98,1,06]	1,03	[0,99,1,07]
≥50 – <55 dB	2.598	10,2	91.225	11,0	0,96	[0,92,1,00]	0,97	[0,93,1,01]
≥55 – <60 dB	1.124	4,4	35.680	4,3	1,05	[0,99,1,12]	1,06	[1,00,1,13]
≥60 – <65 dB	465	1,8	13.622	1,7	1,11	[1,01,1,23]	1,13	[1,02,1,24]
≥65 – <70 dB	187	0,7	5.899	0,7	1,19	[1,02,1,38]	1,18	[1,02,1,38]
≥70 dB	90	0,4	3.445	0,4	0,97	[0,78,1,20]	0,98	[0,79,1,21]
Kontinuierlich					1,012	[0,996, 1,028]	1,018	[1,001, 1,034]
(pro 10 dB)						p= 0,141		p= 0,033
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB	13.960	54,8	439.690	53,1	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	2.980	11,7	102.197	12,3	0,96	[0,92,1,00]	0,97	[0,93,1,01]
≥45-<50dB	3.744	14,7	126.798	15,3	1,00	[0,97,1,04]	1,02	[0,98,1,06]
≥50-<55dB	2.781	10,9	93.386	11,3	0,98	[0,94,1,02]	0,99	[0,95,1,03]
≥55-<60dB	1.218	4,8	40.559	4,9	1,00	[0,94,1,06]	1,01	[0,95,1,08]
≥60dB	812	3,2	24.971	3,0	1,11	[1,03,1,19]	1,12	[1,04,1,20]
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Schienenverkehrslärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Schienenverkehrslärm}$ und $L_{pAmax,\ 24h\ Schienenverkehrslärm}$)								
<40dB, Differenz <20dB	12.490	49,0	395.096	47,7	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	1.554	6,1	47.895	5,8	1,04	[0,98,1,10]	1,05	[1,00,1,11]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	2.413	9,5	84.260	10,2	0,97	[0,92,1,01]	0,98	[0,93,1,02]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	557	2,2	19.236	2,3	0,97	[0,89,1,06]	0,99	[0,90,1,08]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	3.194	12,5	107.730	13,0	1,00	[0,96,1,04]	1,01	[0,97,1,05]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	823	3,2	23.513	2,8	1,13	[1,05,1,21]	1,14	[1,06,1,23]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	1.998	7,8	72.517	8,8	0,94	[0,89,0,98]	0,95	[0,90,1,00]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	600	2,4	18.708	2,3	1,07	[0,98,1,16]	1,08	[0,99,1,17]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	858	3,4	26.049	3,1	1,08	[1,00,1,16]	1,09	[1,01,1,17]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	266	1,0	9.631	1,2	0,98	[0,87,1,12]	0,99	[0,88,1,13]
≥60dB, Differenz<20dB	450	1,8	13.461	1,6	1,16	[1,05,1,28]	1,16	[1,05,1,28]
≥60dB, Differenz≥20dB	292	1,1	9.505	1,1	1,06	[0,94,1,19]	1,07	[0,95,1,21]
Beobachtungen						853.096		853.096

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter und Geschlecht; Modell 3: adjustiert für Alter, Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

3.3.3.2 Ergebnisse für Männer und Frauen getrennt

Bei den geschlechtsspezifischen Auswertungen zum Schienenverkehrslärm (Tabelle 3-34 und Tabelle 3-35) finden sich grundsätzlich vergleichbare Verläufe der Expositions-Risiko-Beziehung für Männer und Frauen. Allerdings zeigt sich bei Zusammenfassung der drei höchsten Pegelkategorien (keine Abbildung) ein deutlich höherer Risikoschätzer in der höchsten 24h-Dauerschallpegel-Kategorie von ≥60 dB bei Männern als bei Frauen: die entsprechende Odds Ratio beträgt für Männer 1,20 (95% KI 1,08-1,35), für Frauen 1,04 (95% KI 0,93-1,16). Pro 10 dB Schalldruckpegel beträgt die Risikoerhöhung für Männer 1,5% (statistisch nicht signifikante OR = 1,015 [95% KI 0,991-1,040] und für Frauen 1,6% (statistisch nicht signifikante OR = 1,016 [95% KI 0,994-1,038]).

Tabelle 3-34: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Schlaganfall, nur Männer

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes“ Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
< 40 dB	6.311	55,1	191.076	52,8	1,00	[1,00,1,00]	1,00	[1,00,1,00]
≥40 – <45 dB	1.368	11,9	45.975	12,7	0,97	[0,91,1,03]	0,98	[0,93,1,05]
≥45 – <50 dB	1.818	15,9	58.223	16,1	1,03	[0,98,1,09]	1,05	[0,99,1,11]
≥50 – <55 dB	1.117	9,8	40.584	11,2	0,91	[0,86,0,97]	0,92	[0,86,0,98]
≥55 – <60 dB	488	4,3	15.838	4,4	1,02	[0,93,1,13]	1,02	[0,93,1,13]
≥60 – <65 dB	212	1,9	6.077	1,7	1,18	[1,03,1,36]	1,19	[1,03,1,37]
≥65 – <70 dB	89	0,8	2.736	0,8	1,23	[0,99,1,52]	1,23	[0,99,1,53]
≥70 dB	53	0,5	1.579	0,4	1,23	[0,93,1,62]	1,23	[0,93,1,62]
Kontinuierlich					1,011	[0,988, 1,035]	1,015	[0,991, 1,040]
(pro 10 dB)						p= 0,363		p= 0,217
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB	6.282	54,8	189.615	52,4	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	1.374	12,0	45.350	12,5	0,98	[0,92,1,04]	0,99	[0,93,1,06]
≥45-<50dB	1.705	14,9	56.766	15,7	1,01	[0,95,1,06]	1,02	[0,97,1,08]
≥50-<55dB	1.182	10,3	41.234	11,4	0,94	[0,88,1,00]	0,95	[0,89,1,01]
≥55-<60dB	520	4,5	17.850	4,9	0,96	[0,87,1,05]	0,96	[0,87,1,05]
≥60dB	393	3,4	11.273	3,1	1,21	[1,09,1,34]	1,21	[1,09,1,35]
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Schienenverkehrslärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Schienenverkehrslärm}$ und $L_{pAmax,\ 24h\ Schienenverkehrslärm}$)								
<40dB, Differenz <20dB	5.617	49,0	170.355	47,0	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	694	6,1	20.721	5,7	1,04	[0,96,1,12]	1,06	[0,97,1,15]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	1.107	9,7	37.639	10,4	0,97	[0,90,1,03]	0,98	[0,92,1,05]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	261	2,3	8.336	2,3	1,01	[0,89,1,15]	1,02	[0,90,1,16]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	1.457	12,7	48.076	13,3	1,02	[0,96,1,08]	1,03	[0,97,1,10]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	361	3,2	10.147	2,8	1,12	[1,01,1,25]	1,13	[1,01,1,26]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	856	7,5	32.343	8,9	0,89	[0,82,0,95]	0,89	[0,83,0,96]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	261	2,3	8.241	2,3	1,03	[0,91,1,17]	1,04	[0,91,1,18]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	375	3,3	11.472	3,2	1,07	[0,96,1,19]	1,07	[0,96,1,19]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	113	1,0	4.366	1,2	0,91	[0,75,1,10]	0,91	[0,75,1,11]
≥60dB, Differenz<20dB	225	2,0	6.078	1,7	1,30	[1,13,1,50]	1,30	[1,13,1,50]
≥60dB, Differenz≥20dB	129	1,1	4.314	1,2	1,06	[0,89,1,27]	1,08	[0,90,1,29]
Beobachtungen						373.544		373.544

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter; Modell 3: adjustiert für Alter, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

Tabelle 3-35: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Schlaganfall, nur Frauen

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes“ Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
< 40 dB	7.733	55,1	251.915	54,1	1,00	[1,00,1,00]	1,00	[1,00,1,00]
≥40 – <45 dB	1.602	11,4	57.521	12,4	0,95	[0,90,1,01]	0,96	[0,91,1,02]
≥45 – <50 dB	2.199	15,7	73.020	15,7	1,00	[0,96,1,05]	1,01	[0,97,1,07]
≥50 – <55 dB	1.481	10,6	50.641	10,9	0,99	[0,94,1,05]	1,01	[0,95,1,07]
≥55 – <60 dB	636	4,5	19.842	4,3	1,06	[0,98,1,16]	1,08	[1,00,1,18]
≥60 – <65 dB	253	1,8	7.545	1,6	1,05	[0,92,1,19]	1,07	[0,94,1,21]
≥65 – <70 dB	98	0,7	3.163	0,7	1,14	[0,93,1,40]	1,13	[0,92,1,39]
≥70 dB	37	0,3	1.866	0,4	0,74	[0,53,1,03]	0,75	[0,54,1,04]
Kontinuierlich					1,009	[0,988, 1,030]	1,016	[0,994, 1,038]
(pro 10 dB)						p= 0,425		p= 0,147
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB	7.678	54,7	250.075	53,7	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	1.606	11,4	56.847	12,2	0,94	[0,89,1,00]	0,95	[0,90,1,01]
≥45-<50dB	2.039	14,5	70.032	15,0	1,00	[0,95,1,05]	1,01	[0,96,1,07]
≥50-<55dB	1.599	11,4	52.152	11,2	1,00	[0,95,1,06]	1,02	[0,96,1,08]
≥55-<60dB	698	5,0	22.709	4,9	1,03	[0,95,1,12]	1,05	[0,97,1,14]
≥60dB	419	3,0	13.698	2,9	1,01	[0,91,1,12]	1,03	[0,93,1,14]
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Schienenverkehrslärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Schienenverkehrslärm}$ und $L_{pAmax,\ 24h\ Schienenverkehrslärm}$)								
<40dB, Differenz <20dB	6.873	49,0	224.741	48,3	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	860	6,1	27.174	5,8	1,04	[0,97,1,12]	1,05	[0,98,1,13]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	1.306	9,3	46.621	10,0	0,96	[0,91,1,02]	0,97	[0,91,1,03]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	296	2,1	10.900	2,3	0,94	[0,84,1,06]	0,96	[0,85,1,08]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	1.737	12,4	59.654	12,8	0,98	[0,93,1,04]	0,99	[0,94,1,05]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	462	3,3	13.366	2,9	1,13	[1,02,1,24]	1,15	[1,04,1,27]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	1.142	8,1	40.174	8,6	0,97	[0,91,1,04]	0,99	[0,92,1,05]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	339	2,4	10.467	2,2	1,09	[0,97,1,22]	1,10	[0,98,1,23]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	483	3,4	14.577	3,1	1,08	[0,98,1,19]	1,10	[1,00,1,21]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	153	1,1	5.265	1,1	1,04	[0,88,1,22]	1,05	[0,89,1,24]
≥60dB, Differenz<20dB	225	1,6	7.383	1,6	1,03	[0,90,1,18]	1,04	[0,90,1,19]
≥60dB, Differenz≥20dB	163	1,2	5.191	1,1	1,03	[0,88,1,21]	1,06	[0,90,1,24]
Beobachtungen						479.552		479.552

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter; Modell 3: adjustiert für Alter, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

3.3.3.3 Einfluss des Alters auf die Risikoschätzer bei Schlaganfall

Bei altersstratifizierten Analyse des Schienenlärm-bezogenen Schlaganfall-Risikos liegen bei den älteren Versicherten die Odds Ratios bis zu einem 24h-Dauerschallpegel von 55 dB um die 1. In der Lärmpegelkategorie von 55 bis <60 dB findet sich eine statistisch grenzwertig signifikante Odds Ratio von 1,06 (95% KI 1,00-1,14), in der höchsten Kategorie ≥60 dB ist die Odds Ratio statistisch signifikant auf 1,13 (95% KI 1,05-1,23) erhöht. Bei den jüngeren Versicherten (Alter <60 Jahre) finden sich durchgängig Risikoschätzer um die 1.

Tabelle 3-36: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Schlaganfall, stratifiziert nach Alter

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes“ Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
Versicherte unter 60 Jahre								
<40dB	1.482	52,8	211.769	52,0	1,00	-	1,00	-
≥40 – <45 dB	340	12,1	52.152	12,8	0,92	[0,82,1,04]	0,93	[0,82,1,05]
≥45 – <50 dB	456	16,3	66.655	16,4	0,97	[0,87,1,07]	0,97	[0,87,1,08]
≥50 – <55 dB	317	11,3	46.425	11,4	0,97	[0,86,1,09]	0,98	[0,87,1,11]
≥55 – <60 dB	125	4,5	18.235	4,5	0,97	[0,81,1,16]	0,99	[0,82,1,19]
≥60 dB	86	3,1	12.164	3,0	0,99	[0,80,1,23]	1,00	[0,80,1,25]
Versicherte ≥ 60 Jahre								
<40dB	12.562	55,4	231.222	55,0	1,00	-	1,00	-
≥40 – <45 dB	2.630	11,6	51.344	12,2	0,94	[0,90,0,98]	0,96	[0,92,1,00]
≥45 – <50 dB	3.561	15,7	64.588	15,4	1,01	[0,98,1,05]	1,03	[0,99,1,07]
≥50 – <55 dB	2.281	10,1	44.800	10,7	0,94	[0,89,0,98]	0,95	[0,91,1,00]
≥55 – <60 dB	999	4,4	17.445	4,2	1,05	[0,99,1,13]	1,06	[1,00,1,14]
≥60 dB	656	2,9	10.802	2,6	1,12	[1,03,1,21]	1,13	[1,05,1,23]

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Geschlecht; Modell 3: adjustiert für Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

3.3.3.4 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen, Männer und Frauen gemeinsam

Die getrennte Auswertung der Versichertenpopulationen A und B (tabellarisch nicht dargestellt) zeigt deutlich unterschiedliche Ergebnisse: während sich für die Versicherten der Krankenkassen 1 und 2 (Versichertenpopulation A) ein deutlicher positiver Expositions-Wirkungs-Zusammenhang zwischen 24h-Dauerschallpegel und dem Schlaganfall-Risiko ab einem Schallpegel von 55 dB zeigt, finden sich bei den Versicherten der Krankenkasse 3 (Versichertenpopulation B) bis zu einem Schallpegel von 60 dB Risikoschätzer um die 1; für einen 24h-Dauerschallpegel ≥60 dB findet sich eine statistisch nicht signifikant erhöhte Odds Ratio von 1,09 (95% KI 0,94-1,28). Die Ergebnisse der Analysen werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nur berichtet, jedoch nicht in Tabellenform dargestellt.

3.3.3.5 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen, Männer und Frauen getrennt

Bei den nach Geschlecht und nach Krankenkasse getrennten Auswertungen zeigt sich, dass sich die erhöhten Risikoschätzer in der höchsten Kategorie des 24h-Dauerschallpegels ≥60 dB bei den Männern auf beide Versichertenpopulationen beziehen. Bei den Frauen finden sich nur bei den Versicherten der Krankenkasse 3 (Versichertenpopulation B) statistisch nicht signifikant erhöhte Risikoschätzer in der höchsten Kategorie des 24h-Dauerschallpegels ≥60 dB; bei den Frauen, die bei den Krankenkassen 1 und 2 versichert sind, sind die Risikoschätzer in der zweithöchsten 24h-Dauerschallpegel-Kategorie von 55 bis <60 dB statistisch signifikant erhöht (OR = 1,14 [95% KI 1,03-1,25]). Die Ergebnisse der Analysen werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nur berichtet, jedoch nicht in Tabellenform dargestellt.

3.3.3.6 Berücksichtigung der Wohndauer bei Versicherten der Krankenkasse 3

Eine Einschränkung der Auswertung auf Versicherte der Krankenkasse 3, die mindestens 5 bzw. 10 Jahre an der Wohnadresse des Diagnosejahres bzw. des Jahres 2008 (bei Kontrollpersonen) gewohnt haben, hat geringe Auswirkungen auf die Effektschätzer. Die Analyse der kumulativen Lärmjahre in den letzten 5 Jahren vor dem Diagnosejahr bzw. (bei Kontrollpersonen) vor dem Jahr 2008 ist naturgemäß auf diejenigen Probanden beschränkt, für die die Wohnvorgeschichte über mindestens 5 Jahre bekannt ist. Die Analyse der Lärmjahre bei diesen Versicherten ergibt lediglich im 2. Quartil (bei geringen Fallzahlen) eine statistisch nicht signifikant erhöhte OR von 1,27 (95% KI 0,89-1,81).

Die Ergebnisse der Analysen werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nur berichtet, jedoch nicht in Tabellenform dargestellt.

3.3.3.7 Schienenverkehrslärm-bezogene Risikoschätzer für einen tödlich verlaufenden Schlaganfall

In Tabelle 3-37 werden die Schienenverkehrslärm-bezogenen Risikoschätzer bei Einschränkung der Fälle auf die verstorbenen Schlaganfall-Patient/innen dargestellt. Werden lediglich die verstorbenen Schlaganfall-Fälle in die Analyse einbezogen, so findet sich bei einem 24h-Dauerschallpegel von 60 dB oder mehr (keine Abbildung) eine Odds Ratio von 1,15 (95% KI 1,03-1,27). In der Gesamtgruppe der Schlaganfall-Fälle findet sich mit einer Odds Ratio von 1,12 (95% KI 1,04-1,21) eine etwas schwächere Risikoerhöhung in der Kategorie ≥60 dB. Bei weiterer Aufteilung der Kategorien oberhalb von 60 dB sind die Risikoschätzer in der Subgruppe der Verstorbenen und in der Gesamtgruppe aller Schlaganfall-Fälle in etwa vergleichbar. Insgesamt findet sich bei Einschränkung auf die verstorbenen Schlaganfall-Patient/innen eine deutlichere Schienenverkehrslärm-bezogene Risikoerhöhung (von 3,0% pro 10 dB 24h-Dauerschallpegel) als in der Gesamtgruppe der Schlaganfall-Fälle (1,8% pro 10 dB 24h-Dauerschallpegel).

Tabelle 3-37: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und tödlich verlaufender Schlaganfall

	Fälle		Kontrollen		OR, Basismodell 3, nur Verstorbene	
	n	%	n	%		
24h-Dauerschallpegel						
<40dB	7.570	54,7	442.991	53,5	1,00	-
≥40-<45dB	1.549	11,2	103.496	12,5	0,94	[0,89,1,00]
≥45-<50dB	2.305	16,6	131.243	15,9	1,09	[1,04,1,14]
≥50-<55dB	1.388	10,0	91.225	11,0	0,96	[0,91,1,02]
≥55-<60dB	626	4,5	35.680	4,3	1,10	[1,01,1,19]
≥60-<65dB	269	1,9	13.622	1,7	1,17	[1,03,1,33]
≥65-<70 dB	99	0,7	5.899	0,7	1,21	[0,99,1,48]
≥70 dB	43	0,3	3.445	0,4	0,92	[0,67,1,24]
Kontinuierlich (pro 10 dB)					1,030	[1,008,1,052] p=0,008

OR: Odds Ratio; Modell 3: adjustiert für Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Quote (Quintile); 95%-Konfidenzintervalle in Klammern.

3.3.4 Gleichzeitige Aufnahme der einzelnen Verkehrslärm-Arten (Fluglärm, Straßenverkehrslärm, Schienenverkehrslärm) in das logistische Regressionsmodell zum Schlaganfall-Risiko

Um die Vergleichbarkeit zwischen den einzelnen Verkehrslärm-Arten zu gewährleisten, wurde bei der gleichzeitigen Aufnahme der einzelnen Verkehrslärm-Arten in das logistische Regressionsmodell die Kategorie ≥60 dB einheitlich als höchste Kategorie gewählt. Die Risikoschätzer für die einzelnen Verkehrslärm-Arten ändern sich auch für den Schlaganfall bei Adjustierung für die jeweils beiden anderen Verkehrslärm-Arten nur wenig: **Fluglärm** weist bei zusätzlicher Adjustierung für Straßenverkehrslärm und Schienenverkehrslärm weiterhin einen uneinheitlichen Expositions-Wirkungs-Verlauf auf: Es finden sich teilweise statistisch signifikant erniedrigte Risikoschätzer in mittleren Dauerschallpegel-Kategorien, gefolgt von einer statistisch nicht signifikanten Risikoerhöhung in der Kategorie ≥60 dB. Auch für den **Straßenverkehrslärm** stellen sich die Risikoverläufe bei zusätzlicher Adjustierung für Fluglärm und Schienenverkehrslärm etwas uneinheitlich dar, tendenziell steigen hier die Risikoschätzer bei steigenden Lärmpegeln. Am deutlichsten bleibt auch bei zusätzlicher Adjustierung für Fluglärm und Straßenverkehrslärm der Zusammenhang zwischen **Schienenverkehrslärm** und dem Schlaganfall mit einem statistisch signifikant um etwa 12% erhöhten Schlaganfall-Risiko in der Kategorie ≥60 dB.

3.3.5 Schlaganfall-Risikoschätzer bei angeschriebenen Versicherten und bei Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung

3.3.5.1 Selektionsverzerrung der Fluglärm-bezogenen Ergebnisse bei angeschriebenen Versicherten und bei Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung

Die sekundärdatenbasierten Risikoschätzer für die Subgruppe der von den Krankenkassen angeschriebenen Versicherten sind in Tabelle 3-38 (mittlere Spalte) angegeben. Um den Vergleich mit den sekundärdatenbasierten Risikoschätzern in der Gesamtgruppe aller Versicherten zu erleichtern, sind die bereits in den vorherigen Kapiteln berichteten Hauptergebnisse bei Einbezug aller Fälle und Kontrollpersonen in der linken Spalte dargestellt. Im Ergebnis lassen sich die in der Gesamtgruppe aller Schlaganfall-Fälle gefundenen Risikoschätzer von der Größenordnung her mit den Risikoschätzern bei Eingrenzung auf die angeschriebenen Fälle vergleichen. Auch die negative (lineare) Expositions-Risiko-Beziehung bleibt bei Eingrenzung auf die Gruppe der Angeschriebenen von der Größenordnung her konstant.

Allerdings verstärkt sich die negative Expositions-Risiko-Beziehung deutlich (rechte Spalte), wenn lediglich die Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung in die Auswertung einbezogen werden. Dieser Befund spricht für eine deutliche Selektionsverzerrung aufgrund der niedrigen Antwortrate in der vertiefenden Befragung.

Tabelle 3-38: Sekundärdatenbasierte Risikoschätzer für die Subgruppe der von den Krankenkassen angeschriebenen Versicherten und teilnehmenden Versicherten: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$) und inzidenter Schlaganfall

	Sekundärdaten						Angeschriebene						Teilnehmende					
	Fälle		Kontrollen		**OR, Basismodell 3**		Fälle		Kontrollen		**OR, Basismodell 3**		Fälle		Kontrollen		**OR, Basismodell 3**	
	n	%	n	%			n	%	n	%			n	%	n	%		
24h-Dauerschallpegel																		
<40dB, Max. <50dB	10.595	41,6	325.613	39,3	1,00	-	3.741	37,6	47.512	37,5	1,00	-	241	42,9	2.848	39,6	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	1.732	6,8	52.373	6,3	1,07	[1,02,1,13]	670	6,7	7.908	6,2	1,11	[1,01,1,21]	39	6,9	423	5,9	1,11	[0,77,1,60]
≥40-<45dB	7.304	28,7	247.877	30,0	0,98	[0,95,1,01]	3.078	30,9	38.861	30,6	1,05	[0,99,1,11]	161	28,7	2.183	30,4	0,82	[0,65,1,03]
≥45-<50dB	3.973	15,6	133.244	16,1	1,02	[0,98,1,06]	1.622	16,3	21.245	16,8	1,05	[0,98,1,12]	71	12,6	1.099	15,3	0,70	[0,52,0,95]
≥50-<55dB	1.470	5,8	52.507	6,3	0,97	[0,92,1,03]	645	6,5	8.551	6,7	1,00	[0,91,1,10]	34	6,1	476	6,6	0,75	[0,51,1,12]
≥55-<60dB	413	1,6	15.792	1,9	0,86	[0,77,0,95]	199	2,0	2.747	2,2	0,86	[0,73,1,00]	16	2,9	156	2,2	1,03	[0,59,1,82]
≥60dB	8	<0,05	195	<0,05	1,62	[0,79,3,34]	4	<0,05	26	<0,05	1,94	[0,66,5,65]	0	0,0	1	<0,05	-	-
Kontinuierlich (pro 10dB)					0,976	[0,953-1,000] p=0,048					0,992	[0,955,1,031] p=0,700					0,851	[0,720,1,007] p=0,060

OR: Odds Ratio; Modell 3: adjustiert für Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Quote (Quintile); 95%-Konfidenzintervalle in Klammern.

3.3.5.2 Selektionsverzerrung der Straßenverkehrslärm-bezogenen Ergebnisse bei angeschriebenen Versicherten und bei Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung

Die sekundärdatenbasierten Risikoschätzer für die Subgruppe der von den Krankenkassen angeschriebenen Versicherten sind in Tabelle 3-39 (mittlere Spalte) angegeben. Um den Vergleich mit den sekundärdatenbasierten Risikoschätzern in der Gesamtgruppe aller Versicherten zu erleichtern, sind die bereits in den vorherigen Kapiteln berichteten Hauptergebnisse bei Einbezug aller Fälle und Kontrollpersonen in der linken Spalte nochmals dargestellt. Im Ergebnis lassen sich die (teilweise statistisch grenzwertig signifikant) erhöhten Risikoschätzer in der Gesamtgruppe aller Schlaganfall-Fälle bei Eingrenzung auf die angeschriebenen Fälle nicht „reproduzieren“: die entsprechenden Risikoschätzer in der Gruppe der angeschriebenen Versicherten liegen durchgängig unter 1. Während sich bei der Gesamtgruppe aller Fälle eine statistisch signifikant positive Expositions-Risiko-Beziehung zwischen Straßenverkehrslärm und dem Schlaganfall-Risiko findet, zeigt sich in der Subgruppe der Angeschriebenen eine (statistisch nicht signifikante) negative Expositions-Risiko-Beziehung. Somit muss auch ausgehend von den Straßenverkehrslärm-Ergebnissen von einer Selektion der Schlaganfall-Fälle in der Gruppe der angeschriebenen Versicherten ausgegangen werden. Diese Selektion im Unterschied zu den Fluglärm-Ergebnissen erklärt sich offensichtlich insbesondere durch den Ausschluss der Verstorbenen (siehe Kap. 3.3.2.7). Wesentlich aufgrund der beschriebenen Selektions-Verzerrung bei der Auswahl der anzuschreibenden Schlaganfall-Patient/innen lässt sich auch für die Straßenverkehrslärm-bezogenen Auswertungen das primäre und sekundäre Ziel der vertiefenden Befragung nicht weiter verfolgen.

Diese Folgerung wird dadurch unterstrichen, dass sich in der Subgruppe der Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung bei der Analyse des sekundärdatenbasierten Basismodells (Tabelle 3-39, rechte Spalte) die negative Expositions-Risiko-Beziehung noch weiter verstärkt.

Tabelle 3-39: Sekundärdatenbasierte Risikoschätzer für die Subgruppe der von den Krankenkassen angeschriebenen Versicherten und teilnehmenden Versicherten: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und inzidenter Schlaganfall

	Sekundärdaten						Angeschriebene						Teilnehmende					
	Fälle		Kontrollen		**OR, Basismodell 3**		Fälle		Kontrollen		**OR, Basismodell 3**		Fälle		Kontrollen		**OR, Basismodell 3**	
	n	%	n	%			n	%	n	%			n	%	n	%		
24h-Dauerschallpegel																		
<40dB	2.918	11,5	87.246	10,5	1,00	-	1113	11,2	12.639	10,0	1,00	-	71	12,6	790	11,0	1,00	-
≥40-<45dB	5.675	22,3	175.718	21,2	1,00	[0,96,1,05]	2159	21,7	26.413	20,8	0,96	[0,88,1,03]	126	22,4	1.561	21,7	0,86	[0,63,1,17]
≥45-<50dB	6.046	23,7	198.841	24,0	0,98	[0,93,1,02]	2337	23,5	30.303	23,9	0,92	[0,85,1,00]	142	25,3	1.727	24,0	0,90	[0,66,1,22]
≥50-<55dB	4.231	16,6	147.350	17,8	0,98	[0,93,1,03]	1762	17,7	22.959	18,1	0,96	[0,88,1,04]	86	15,3	1.254	17,5	0,75	[0,54,1,05]
≥55-<60dB	2.873	11,3	90.631	11,0	1,05	[1,00,1,11]	1058	10,6	14.128	11,1	0,94	[0,86,1,02]	56	10,0	778	10,8	0,80	[0,55,1,17]
≥60-<65dB	1.987	7,8	68.230	8,2	1,01	[0,95,1,07]	815	8,2	10.815	8,5	0,97	[0,88,1,06]	41	7,3	580	8,1	0,81	[0,54,1,22]
≥65-<70dB	1.400	5,5	46.374	5,6	1,07	[1,00,1,14]	565	5,7	7.410	5,8	0,97	[0,87,1,08]	33	5,9	379	5,3	0,99	[0,64,1,54]
≥70dB	365	1,4	13.211	1,6	1,02	[0,91,1,14]	150	1,5	2.183	1,7	0,94	[0,79,1,13]	7	1,3	117	1,6	0,70	[0,31,1,58]
Kontinuierlich (pro 10dB)					1,017	[1,003-1,032] p<0,05					0,994	[0,971,1,018] p=0,647					0,945	[0,854,1,045] p=0,272

OR: Odds Ratio; Modell 3: adjustiert für Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Quote (Quintile); 95%-Konfidenzintervalle in Klammern.

3.3.5.3 Selektionsverzerrung der Schienenverkehrslärm-bezogenen Ergebnisse bei angeschriebenen Versicherten und bei Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung

Die sekundärdatenbasierten Risikoschätzer für die Subgruppe der von den Krankenkassen angeschriebenen Versicherten sind in Tabelle 3-40 (mittlere Spalte) angegeben. Um den Vergleich mit den sekundärdatenbasierten Risikoschätzern in der Gesamtgruppe aller Versicherten zu erleichtern, sind die bereits in den vorherigen Kapiteln berichteten Hauptergebnisse bei Einbezug aller Fälle und Kontrollpersonen wiederum in der linken Spalte nochmals dargestellt. Im Ergebnis finden sich beim Schienenverkehrslärm auch bei Eingrenzung auf die angeschriebenen Fälle einzelne statistisch nicht signifikante Risikoerhöhungen. Allerdings lässt sich die statistisch signifikant positive Expositions-Risiko-Beziehung zwischen Schienenverkehrslärm und dem Schlaganfall-Risiko in der Gesamtgruppe aller Versicherten bei Eingrenzung auf die Subgruppe der Angeschriebenen nicht reproduzieren; vielmehr findet sich bei Eingrenzung auf die Subgruppe der Angeschriebenen eine tendenziell negative Expositions-Risiko-Beziehung. Somit muss auch ausgehend von den Schienenverkehrslärm-Ergebnissen von einer Selektion der Schlaganfall-Fälle in der Gruppe der angeschriebenen Versicherten ausgegangen werden. Offensichtlich erklärt sich diese Selektion auch für die Schienenverkehrslärm-Ergebnisse durch den Ausschluss der Verstorbenen (siehe Kap. 3.3.3.7). Wesentlich aufgrund der beschriebenen Selektions-Verzerrung bei der Auswahl der anzuschreibenden Schlaganfall-Patienten lässt sich auch für die Schienenverkehrslärm-bezogenen Auswertungen das primäre und sekundäre Ziel der vertiefenden Befragung nicht weiter verfolgen.

In der Subgruppe der Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung finden sich bei der Analyse des sekundärdatenbasierten Basismodells (Tabelle 3-40, rechte Spalte) ebenfalls einzelne Risikoerhöhungen. Allerdings lässt sich die in der Gesamtgruppe der Versicherten mit Schlaganfall gefundene positive Expositions-Risiko-Beziehung in der Gruppe der Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung nicht reproduzieren.

Insgesamt erlauben die beschriebenen, auf eine Selektionsverzerrung bei der Auswahl der anzuschreibenden Fälle und auf ein differenzielles Antwortverhalten zurückzuführenden Selektionseffekte keine sinnvolle Auswertung der vertiefenden Befragungsdaten von Schlaganfall-Patient/innen.

Tabelle 3-40: Sekundärdatenbasierte Risikoschätzer für die Subgruppe der von den Krankenkassen angeschriebenen Versicherten und teilnehmenden Versicherten: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und inzidenter Schlaganfall

	Sekundärdaten						Angeschriebene						Teilnehmende					
	Fälle		Kontrollen		**OR, Basismodell 3**		Fälle		Kontrollen		**OR, Basismodell 3**		Fälle		Kontrollen		**OR, Basismodell 3**	
	n	%	n	%			n	%	n	%			n	%	n	%		
24h-Dauerschallpegel																		
<40dB	14.044	55,09	442.991	53,5	1,00	-	5.483	55,1	66.863	52,7	1,00	-	310	55,16	4.003	55,7	1,00	-
≥40-<45dB	2.970	11,65	103.496	12,5	0,97	[0,93,1,01]	1.289	12,9	16.190	12,8	1,02	[0,96,1,09]	87	15,48	868	12,1	1,33	[1,03,1,73]
≥45-<50dB	4.017	15,76	131.243	15,9	1,03	[0,99,1,07]	1.482	14,9	20.460	16,1	0,96	[0,90,1,02]	88	15,66	1.108	15,4	1,03	[0,80,1,33]
≥50-<55dB	2.598	10,19	91.225	11,0	0,97	[0,93,1,01]	1.008	10,1	14.199	11,2	0,94	[0,88,1,01]	40	7,12	711	9,9	0,76	[0,54,1,08]
≥55-<60dB	1.124	4,41	35.680	4,3	1,06	[1,00,1,13]	423	4,3	5.519	4,4	1,04	[0,94,1,16]	22	3,91	299	4,2	0,99	[0,63,1,56]
≥60-<65dB	465	1,82	13.622	1,7	1,13	[1,02,1,24]	158	1,6	2.094	1,7	1,03	[0,87,1,22]	4	0,71	113	1,6	0,51	[0,18,1,39]
≥65-<70dB	187	0,73	5.899	0,7	1,18	[1,02,1,38]	78	0,8	969	0,8	1,15	[0,90,1,45]	6	1,07	44	0,6	1,91	[0,79,4,59]
≥70dB	90	0,35	3.445	0,4	0,98	[0,79,1,21]	38	0,4	556	0,4	0,97	[0,69,1,35]	5	0,89	40	0,6	1,68	[0,65,4,34]
Kontinuierlich (pro 10dB)					1,018	[1,001-1,034] p<0,05					0,996	[0,970,1,023] p=0,779					0,998	[0,893,1,116] p=0,973

OR: Odds Ratio; Modell 3: adjustiert für Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Quote (Quintile); 95%-Konfidenzintervalle in Klammern.

3.4 Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit

Die Fallgruppe der Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit stellt die mit Abstand größte untersuchte Fallgruppe dar: 113.106 Versicherte weisen eine inzidente Herzinsuffizienz oder hypertensive Herzkrankheit im Sinne der Einschlusskriterien auf. Die im Text aufgeführten Risikoschätzer sind auf das für Alter, Geschlecht und Sozialstatus (Bildung, Beruf, regionale SGB II-Quote) adjustierte Basismodell (Modell 3) bezogen, da dieses „Confounderset" die größtmögliche Anzahl von potentiellen Confoundern berücksichtigt und in der Hauptanalyse die mit Abstand beste statistische Anpassung erzielte. Das Alter geht in alle nachfolgenden Auswertungen als kontinuierliche Variable mit einem linearen, quadratischen und kubischen Term ein, da dies gegenüber der Adjustierung für das Alter als kategorisierte Variable die Modellanpassung deutlich verbessert.

3.4.1 Zusammenhang zwischen Fluglärm und Herzinsuffizienz/hypertensiver Herzkrankheit

3.4.1.1 Ergebnisse der Gesamtgruppe (Männer und Frauen gemeinsam)

Die Hauptanalyse mit 24h-Dauerschallpegeln lässt beim Sozialstatus-adjustierten Modell (sekundärdatenbasiertes Basismodell, OR_3, Tabelle 3-41, rechte Spalte) für die meisten Pegelstufen Effektschätzer um 1 erkennen. Die Ausnahme bildet die Pegelklasse von 45 bis <50 dB, bei der sich eine statistisch signifikant erhöhte Odds Ratio von 1,07 (95% KI 1,03-1,09) findet. Es finden sich keine Fluglärmexpositionen ≥65 dB, so dass sich eine Analyse zusätzlicher Hochdosiskategorien erübrigt.

Für die Personen mit einem nächtlichen maximalen Schalldruckpegel von über 50 dB bei einem 24h-Dauerschallpegel von <40 dB findet sich eine statistisch signifikant erhöhte Odds Ratio von 1,06 (95% KI 1,04-1,09). Auch bei weiteren Analysen zum Zusammenhang zwischen Fluglärm und Herzinsuffizienz/hypertensiver Herzkrankheit zeigen sich in dieser Kategorie überwiegend deutlich erhöhte Effektschätzer. Dieser Befund bestätigt empirisch die Bedeutung einer „Bereinigung" der Referenzkategorie um Personen mit einem nächtlichen Maximalpegel von über 50 dB.

Wenn die 24h-Dauerschallpegel als kontinuierliche Variable in das logistische Regressionsmodell aufgenommen werden, findet sich eine statistisch signifikante Risikoerhöhung um 1,6% pro 10 dB Dauerschallpegel (OR pro 10 dB = 1,016 [95% KI 1,003-1,030]). Die Berücksichtigung der kontinuierlichen Fluglärm-Variable als einfaches Polynom 3. Grades (mit linearem, quadratischem und kubischem Term) führt zu keiner wesentlich besseren Modellanpassung.

Bei der Prüfung eines Zusammenhangs zwischen nächtlichem Fluglärm und dem Auftreten einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit finden sich in der gesetzlichen Nacht (22-06 Uhr) statistisch signifikante bzw. grenzwertig signifikante Risikoerhöhungen bei einem 24h-Dauerschallpegel von 40 bis <45 dB (OR=1,06 [95% KI 1,04-1,08]) und von 50 bis

<55 dB (1,05 [95% KI 1,00-1,09]); für die übrigen Kategorien liegen die Risikoschätzer um die 1. Im Zeitraum von 23-05 Uhr und in der EU-Nacht (23-07 Uhr) finden sich statistisch signifikante Risikoerhöhungen lediglich in der Pegelstufe von 40 bis <45 dB (Tabelle 3-41).

Werden, wie in der Sensitivitätsanalyse B (Kapitel 2.20.4.3) beschrieben, einzelne Stunden zwischen 22 und 7 Uhr analysiert, dann zeigen sich in nahezu allen Einzelstunden-Analysen statistisch signifikante Risikoerhöhungen in der Pegelstufe von 40 bis <45 dB. In den Pegelstufen 45 bis <50 dB und 55 bis <60 dB finden sich statistisch signifikant erhöhte Risikoschätzer in der Einzelstunde von 22 bis 23 Uhr. In den Einzelstunden von 4 bis 5 Uhr, von 6 bis 7 Uhr und von 7 bis 8 Uhr sind die Risikoschätzer für die Pegelstufen 45 bis <50 dB und 50 bis <55 dB statistisch signifikant erhöht, in der Einzelstunde von 5 bis 6 Uhr morgens lediglich die Risikoschätzer für die Pegelstufe 45 bis <50 dB.

Bei der Emergenz-Analyse, die den $L_{pAeq,24h}$ unter Berücksichtigung der Differenz zum Maximalpegel ($\overline{L_{pAmax,\,24h}}$) betrachtet, finden sich keine einheitlichen Unterschiede in den einzelnen Dauerschallpegel-Kategorien in Abhängigkeit von der Differenz zum Maximalpegel (Tabelle 3-41).

Bei der Analyse der gewichteten L_{DN}-Pegel und L_{DEN}-Pegel finden sich in den Lärmpegelklassen zwischen 45 und 55 dB statistisch signifikant erhöhte Odds Ratios von etwa 1,4.

Tabelle 3-41: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes“ Modell 1		OR,Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
<40dB, Max. <50dB	42.208	40,5	253.804	38,8	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	6.931	6,7	40.861	6,2	1,08	[1,04,1,11]	1,06	[1,03,1,09]
≥40-<45dB	30.463	29,3	197.474	30,2	0,98	[0,96,1,00]	1,01	[0,99,1,03]
≥45-<50dB	16.604	15,9	106.497	16,3	1,02	[1,00,1,05]	1,07	[1,04,1,09]
≥50-<55dB	6.113	5,9	42.620	6,5	0,95	[0,92,0,98]	1,00	[0,96,1,03]
≥55-<60dB	1.802	1,7	12.744	1,9	0,96	[0,91,1,01]	1,03	[0,98,1,09]
≥60dB	24	<0,05	172	<0,05	0,90	[0,57,1,42]	0,97	[0,61,1,53]
Kontinuierlich (pro 10 dB)					0,984	[0,972, 0,996] p= 0,007	1,016	[1,003, 1,030] p= 0,020
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB, Max. <50dB	48.031	46,1	295.504	45,2	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	27.606	26,5	174.577	26,7	1,01	[0,99,1,03]	1,02	[1,01,1,04]
≥40-<45dB	17.922	17,2	110.174	16,8	1,05	[1,03,1,07]	1,06	[1,04,1,08]
≥45-<50dB	7.534	7,2	53.303	8,1	0,97	[0,94,0,99]	1,00	[0,97,1,03]
≥50-<55dB	2.938	2,8	19.639	3,0	0,99	[0,95,1,03]	1,05	[1,00,1,09]
≥55-<60dB	114	0,1	975	0,1	0,79	[0,65,0,98]	0,83	[0,68,1,03]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
Zeitraum von 23-05h								
<40dB, Max. <50dB	48.264	46,3	296.895	45,4	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	32.303	31,0	201.809	30,8	1,02	[1,00,1,03]	1,03	[1,01,1,05]
≥40-<45dB	15.239	14,6	97.542	14,9	1,03	[1,01,1,05]	1,04	[1,02,1,06]
≥45-<50dB	6.497	6,2	44.819	6,9	0,96	[0,93,0,99]	1,00	[0,97,1,03]
≥50-<55dB	1.816	1,7	12.896	2,0	0,96	[0,91,1,01]	1,01	[0,95,1,06]
≥55-<60dB	26	<0,05	211	<0,05	0,79	[0,51,1,21]	0,83	[0,54,1,28]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
EU-Nacht (23-07h)								
<40dB, Max. <50dB	48.484	46,6	298.041	45,6	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	31.329	30,1	197.289	30,2	1,01	[0,99,1,03]	1,03	[1,01,1,04]
≥40-<45dB	14.760	14,2	92.607	14,2	1,03	[1,01,1,06]	1,04	[1,02,1,07]
≥45-<50dB	7.000	6,7	48.138	7,4	0,99	[0,96,1,02]	1,02	[0,99,1,05]
≥50-<55dB	2.436	2,3	16.980	2,6	0,96	[0,92,1,01]	1,02	[0,98,1,07]
≥55-<60dB	136	0,1	1.117	0,2	0,77	[0,63,0,93]	0,82	[0,67,0,99]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Fluglärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Fluglärm}$ und $L_{pAmax,\ 24h\ Fluglärm}$)								
<40dB, Differenz <20dB	25.802	24,8	154.210	23,6	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	23.337	22,4	140.455	21,5	1,03	[1,01,1,06]	1,06	[1,03,1,08]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	12.963	12,4	90.638	13,9	0,95	[0,93,0,98]	0,99	[0,96,1,02]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	17.500	16,8	106.836	16,3	1,01	[0,99,1,03]	1,05	[1,03,1,08]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	5.993	5,8	37.138	5,7	1,08	[1,04,1,11]	1,10	[1,07,1,14]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	10.611	10,2	69.359	10,6	1,01	[0,98,1,03]	1,07	[1,04,1,11]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	3.029	2,9	21.265	3,3	0,98	[0,94,1,02]	1,04	[0,99,1,09]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	3.084	3,0	21.355	3,3	0,94	[0,90,0,98]	0,99	[0,95,1,03]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	810	0,8	4.925	0,8	1,03	[0,95,1,11]	1,18	[1,08,1,28]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	992	1,0	7.819	1,2	0,92	[0,86,0,99]	0,98	[0,91,1,06]
≥60dB, Differenz<20dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
≥60dB, Differenz≥20dB	24	<0,05	172	<0,05	0,91	[0,58,1,43]	0,98	[0,62,1,54]
Beobachtungen						758.317		758.317

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter und Geschlecht; Modell 3: adjustiert für Alter, Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

3.4.1.2 Ergebnisse für Männer und Frauen getrennt

Für Männer wie für Frauen finden sich in der Hauptanalyse (mit 24h-Dauerschallpegeln) lediglich in der Kategorie von 45 bis <50 dB statistisch signifikant erhöhte Risikoschätzer (Männer: OR = 1,05 [95% KI 1,02-1,09] (Tabelle 3-42); Frauen: OR = 1,08 [95% KI 1,08-1,11] (Tabelle 3-43)). Insgesamt sind die Risikoerhöhungen bei Frauen etwas deutlicher

ausgeprägt als bei Männern. Wenn die 24h-Dauerschallpegel als kontinuierliche Variable in das logistische Regressionsmodell aufgenommen werden, findet sich für Männer eine statistisch nicht signifikante Risikoerhöhung von 1,1% pro 10 dB Fluglärm-Dauerschallpegel (OR pro 10 dB = 1,011 [95% KI 0,991-1,031]), bei Frauen eine statistisch signifikante Risikoerhöhung von 2,1% pro 10 dB Fluglärm-Dauerschallpegel (OR pro 10 dB = 1,021 [95% KI 1,002-1,039]).

In den geschlechtsspezifischen Analysen der unterschiedlichen „Nacht-Zeitbereiche“ (gesetzliche Nacht, Zeitraum von 23-05 Uhr, EU-Nacht) finden sich für Männer wie für Frauen statistisch signifikant erhöhte Risikoschätzer für Dauerschallpegel zwischen 40 und <45 dB. Diesbezüglich ist darauf hinzuweisen, dass die Felderbelegungen in dieser Kategorie am höchsten und die Konfidenzintervalle daher besonders eng sind.

Tabelle 3-42: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit, nur Männer

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes“ Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
<40dB, Max. <50dB	18.484	40,1	110.625	38,1	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	3.110	6,7	17.876	6,1	1,10	[1,05,1,15]	1,08	[1,04,1,13]
≥40-<45dB	13.526	29,4	88.129	30,3	0,98	[0,96,1,01]	1,01	[0,98,1,04]
≥45-<50dB	7.389	16,0	48.670	16,7	1,02	[0,98,1,05]	1,05	[1,02,1,09]
≥50-<55dB	2.771	6,0	19.548	6,7	0,95	[0,91,1,00]	0,99	[0,95,1,04]
≥55-<60dB	787	1,7	5.772	2,0	0,94	[0,87,1,02]	1,01	[0,93,1,10]
≥60dB	14	<0,05	84	<0,05	0,95	[0,52,1,74]	1,02	[0,56,1,86]
Kontinuierlich					0,980	[0,963, 0,997]	1,011	[0,991, 1,031]
(pro 10 dB)						p= 0,021		p= 0,296
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB, Max. <50dB	20.971	45,5	129.623	44,6	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	12.216	26,5	77.552	26,7	1,02	[0,99,1,05]	1,04	[1,01,1,06]
≥40-<45dB	8.082	17,5	49.644	17,1	1,06	[1,03,1,09]	1,07	[1,04,1,10]
≥45-<50dB	3.464	7,5	24.494	8,4	0,98	[0,94,1,02]	1,01	[0,97,1,06]
≥50-<55dB	1.291	2,8	8.943	3,1	0,97	[0,91,1,04]	1,04	[0,97,1,11]
≥55-<60dB	57	0,1	448	0,2	0,84	[0,63,1,12]	0,88	[0,65,1,17]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
Zeitraum von 23-05h								
<40dB, Max. <50dB	20.971	45,5	129.623	44,6	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	12.216	26,5	77.552	26,7	1,03	[1,00,1,05]	1,04	[1,01,1,07]
≥40-<45dB	8.082	17,5	49.644	17,1	1,04	[1,01,1,07]	1,05	[1,02,1,08]
≥45-<50dB	3.464	7,5	24.494	8,4	0,98	[0,94,1,02]	1,02	[0,98,1,07]
≥50-<55dB	1.291	2,8	8.943	3,1	0,93	[0,86,1,01]	0,98	[0,90,1,06]
≥55-<60dB	57	0,1	448	0,2	1,20	[0,67,2,12]	1,26	[0,71,2,24]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
EU-Nacht (23-07h)								
<40dB, Max. <50dB	21.184	46,0	130.826	45,0	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	13.887	30,1	87.724	30,2	1,02	[0,99,1,04]	1,04	[1,01,1,06]
≥40-<45dB	6.667	14,5	41.716	14,3	1,05	[1,01,1,08]	1,05	[1,02,1,09]
≥45-<50dB	3.203	7,0	22.155	7,6	1,00	[0,96,1,04]	1,03	[0,98,1,07]
≥50-<55dB	1.085	2,4	7.754	2,7	0,95	[0,89,1,02]	1,02	[0,95,1,09]
≥55-<60dB	55	0,1	529	0,2	0,70	[0,52,0,94]	0,74	[0,55,0,99]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Fluglärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Fluglärm}$ und $L_{pAmax,\ 24h\ Fluglärm}$)								
<40dB, Differenz <20dB	11.305	24,5	66.844	23,0	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	10.289	22,3	61.657	21,2	1,03	[1,00,1,06]	1,05	[1,02,1,09]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	5.836	12,7	41.251	14,2	0,95	[0,92,0,99]	0,99	[0,95,1,03]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	7.690	16,7	46.878	16,1	1,01	[0,98,1,05]	1,05	[1,01,1,09]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	2.672	5,8	17.037	5,9	1,05	[1,00,1,10]	1,06	[1,01,1,12]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	4.717	10,2	31.633	10,9	1,00	[0,96,1,04]	1,07	[1,02,1,11]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	1.410	3,1	9939	3,4	0,97	[0,91,1,04]	1,03	[0,97,1,10]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	1.361	3,0	9609	3,3	0,93	[0,87,0,99]	0,98	[0,92,1,05]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	323	0,7	2249	0,8	0,94	[0,83,1,07]	1,08	[0,95,1,23]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	464	1,0	3523	1,2	0,95	[0,85,1,05]	1,00	[0,90,1,12]
≥60dB, Differenz<20dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
≥60dB, Differenz≥20dB	14	<0,05	84	<0,05	0,95	[0,52,1,74]	1,03	[0,56,1,87]
Beobachtungen						336.785		336.785

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter; Modell 3: adjustiert für Alter, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

Tabelle 3-43: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit, nur Frauen

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes“ Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
<40dB, Max. <50dB	23.724	40,9	143.179	39,4	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	3.821	6,6	22.985	6,3	1,06	[1,01,1,10]	1,04	[1,00,1,09]
≥40-<45dB	16.937	29,2	109.345	30,1	0,97	[0,95,1,00]	1,01	[0,98,1,03]
≥45-<50dB	9.215	15,9	57.827	15,9	1,03	[1,00,1,06]	1,08	[1,05,1,11]
≥50-<55dB	3.342	5,8	23.072	6,3	0,95	[0,91,0,99]	1,00	[0,96,1,04]
≥55-<60dB	1.015	1,7	6.972	1,9	0,97	[0,91,1,05]	1,05	[0,98,1,13]
≥60dB	10	<0,05	88	<0,05	0,85	[0,43,1,70]	0,92	[0,46,1,84]
Kontinuierlich (pro 10 dB)					0,986	[0,970, 1,002] p= 0,077	1,021	[1,002, 1,039] p= 0,027
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB, Max. <50dB	27.060	46,6	165.881	45,6	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	15.390	26,5	97.025	26,7	1,00	[0,98,1,02]	1,01	[0,99,1,04]
≥40-<45dB	9.840	16,9	60.530	16,7	1,04	[1,02,1,07]	1,05	[1,02,1,08]
≥45-<50dB	4.070	7,0	28.809	7,9	0,95	[0,92,0,99]	0,99	[0,95,1,03]
≥50-<55dB	1.647	2,8	10.696	2,9	1,00	[0,94,1,06]	1,06	[0,99,1,12]
≥55-<60dB	57	0,1	527	0,1	0,76	[0,57,1,02]	0,81	[0,60,1,08]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
Zeitraum von 23-05h								
<40dB, Max. <50dB	27.182	46,8	166.629	45,8	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	18.031	31,1	112.085	30,8	1,01	[0,99,1,03]	1,02	[1,00,1,05]
≥40-<45dB	8.306	14,3	53.280	14,7	1,02	[1,00,1,05]	1,03	[1,00,1,07]
≥45-<50dB	3.519	6,1	24.378	6,7	0,94	[0,90,0,98]	0,98	[0,94,1,02]
≥50-<55dB	1.016	1,7	6.973	1,9	0,99	[0,92,1,06]	1,03	[0,96,1,11]
≥55-<60dB	10	<0,05	123	<0,05	0,51	[0,26,1,01]	0,55	[0,28,1,08]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
EU-Nacht (23-07h)								
<40dB, Max. <50dB	27.300	47,0	167.215	46,0	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	17.442	30,0	109.565	30,1	1,00	[0,98,1,02]	1,02	[0,99,1,04]
≥40-<45dB	8.093	13,9	50.891	14,0	1,02	[1,00,1,05]	1,03	[1,00,1,06]
≥45-<50dB	3.797	6,5	25.983	7,1	0,99	[0,95,1,03]	1,02	[0,98,1,06]
≥50-<55dB	1.351	2,3	9.226	2,5	0,97	[0,91,1,04]	1,03	[0,97,1,10]
≥55-<60dB	81	0,1	588	0,2	0,82	[0,64,1,06]	0,88	[0,68,1,14]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Fluglärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Fluglärm}$ und $L_{pAmax,\ 24h\ Fluglärm}$)								
<40dB, Differenz <20dB	14.497	25,0	87.366	24,0	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	13.048	22,5	78.798	21,7	1,04	[1,01,1,06]	1,06	[1,03,1,09]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	7.127	12,3	49.387	13,6	0,95	[0,92,0,98]	0,99	[0,95,1,02]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	9.810	16,9	59.958	16,5	1,01	[0,98,1,04]	1,05	[1,02,1,09]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	3.321	5,7	20.101	5,5	1,10	[1,06,1,15]	1,13	[1,08,1,19]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	5.894	10,2	37.726	10,4	1,00	[0,97,1,04]	1,08	[1,04,1,12]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	1.619	2,8	11.326	3,1	0,98	[0,93,1,04]	1,04	[0,98,1,11]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	1.723	3,0	11.746	3,2	0,94	[0,89,1,00]	1,00	[0,94,1,06]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	487	0,8	2.676	0,7	1,09	[0,98,1,21]	1,25	[1,12,1,40]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	528	0,9	4.296	1,2	0,91	[0,82,1,00]	0,96	[0,87,1,06]
≥60dB, Differenz<20dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
≥60dB, Differenz≥20dB	10	<0,05	88	<0,05	0,86	[0,43,1,72]	0,93	[0,47,1,87]
Beobachtungen						421.532		421.532

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter; Modell 3: adjustiert für Alter, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt; zusätzliche Kategorie mit $L_{pAeq,24h}$ <40dB und einem nächtlichen Maximalpegel von ≥50 dB in kursiv.

3.4.1.3 Einfluss des Alters auf die Risikoschätzer für Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit

Risikoerhöhungen bei 24h-Dauerschallpegel-Kategorien zwischen 40 und <55 dB finden sich bei jüngeren Versicherten (Alter unter 60 Jahren), und sie erreichen für die Lärmpegel-Kategorie zwischen 50 und <55 dB statistische Signifikanz. Bei älteren Versicherten (Alter ab 60 Jahren) findet sich lediglich in der niedrigen Lärmpegel-Kategorie zwischen 40 und <45 dB eine statistisch signifikante Risikoerhöhung.

Tabelle 3-44: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$) und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit, stratifiziert nach Alter

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes" Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
Versicherte unter 60 Jahre								
<40dB	6.019	36,9	144.854	37,9	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	1.059	6,5	24.012	6,3	1,06	[0,99,1,13]	1,05	[0,98,1,12]
≥45-<50dB	4.932	30,2	116.070	30,4	1,02	[0,98,1,06]	1,05	[1,00,1,09]
≥50-<55dB	2.967	18,2	64.071	16,8	1,10	[1,06,1,15]	1,13	[1,08,1,19]
≥55-<60dB	1.051	6,4	25.583	6,7	0,98	[0,92,1,05]	1,01	[0,94,1,08]
≥60dB	296	1,8	7.789	2,0	0,91	[0,81,1,02]	0,94	[0,83,1,06]
Versicherte ≥ 60 Jahre								
<40dB	36.189	41,2	108.950	40,1	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	5.872	6,7	16.849	6,2	1,05	[1,02,1,08]	1,04	[1,01,1,07]
≥45-<50dB	25.531	29,1	81.404	30,0	0,94	[0,93,0,96]	0,98	[0,96,1,00]
≥50-<55dB	13.637	15,5	42.426	15,6	0,97	[0,95,0,99]	1,02	[0,99,1,04]
≥55-<60dB	5.062	5,8	17.037	6,3	0,89	[0,86,0,92]	0,94	[0,91,0,98]
≥60dB	1.506	1,7	4.955	1,8	0,91	[0,86,0,97]	0,99	[0,93,1,05]

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Geschlecht; Modell 3: adjustiert für Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

3.4.1.4 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen, Männer und Frauen gemeinsam

Statistisch signifikante Risikoerniedrigungen in der 24h-Dauerschallpegel-Kategorie 45 bis <50 dB finden sich bei der Versichertenpopulation A ebenso wie bei der Versichertenpopulation B. Bei der Versichertenpopulation B, nicht bei der Versichertenpopulation A finden sich auch in höheren Pegelstufen (statistisch nicht signifikante) Risikoerhöhungen. Während sich bei der Auswertung der gewichteten Pegel L_{DN} für die Versichertenpopulation A statistisch signifikante Risikoerhöhungen (OR = 1,4) lediglich in den Schallpegel-Kategorien zwischen 45 und 55 dB zeigen, findet sich bei der Versichertenpopulation B ein kontinuierlicher Anstieg der (sämtlich statistisch signifikanten oder grenzwertig signifikanten) Risikoschätzer bis zu einer Odds Ratio von 1,07 (95% KI 1,00-1,16) bei einem L_{DN}-Pegel von 55 bis <60 dB. Die Ergebnisse der Analysen werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nur berichtet, jedoch nicht in Tabellenform dargestellt.

3.4.1.5 Berücksichtigung der Wohndauer bei Versicherten der Krankenkasse 3

Für die Daten der Versicherten der Krankenkasse 3 liegt die Angabe vor, wie lange die Versicherten bereits an der aktuellen Wohnadresse leben. Eine Beschränkung der Auswertung auf Versicherte der Krankenkasse 3, die mindestens 5 Jahre an der Wohnadresse des Diagnosejahres bzw. des Jahres 2008 (bei Kontrollpersonen) gewohnt

haben (siehe Kapitel 2.20.4.4), führt in den meisten Pegelstufen des 24h-Dauerschallpegels zu einer geringen Erhöhung der Risikoschätzer. Eine weitere Einschränkung der Auswertung auf Versicherte der Krankenkasse 3, die mindestens 10 Jahre an der Wohnadresse des Diagnosejahres bzw. des Jahres 2008 (bei Kontrollpersonen) gewohnt haben, führt in den meisten Pegelstufen des 24h-Dauerschallpegels wie des L_{DN}-Pegels zu einer weiteren geringen Erhöhung der Risikoschätzer: Es findet sich nun ein weitgehend monotoner Anstieg der Risikoschätzer für den 24h-Dauerschallpegel wie für den L_{DN}-Pegel. Die Odds Ratios bei einer konstanten Wohnadresse für mindestens 10 Jahre betragen für einen Dauerschallpegel (im Jahre 2005) von 40 bis <45 dB 1,01 (95% KI 0,97-1,06), von 45 bis <50 dB 1,05 (95% KI 1,00-1,11), von 50 bis <55 dB 1,04 (95% KI 0,96-1,12), von 55 bis <60 dB 1,14 (95% KI 0,99-1,31) und von ≥60 dB 1,13 (95% KI 0,45-2,84). Die Analyse der kumulativen Lärmjahre in den letzten 5 Jahren vor dem Diagnosejahr bzw. (bei Kontrollpersonen) vor dem Jahr 2008 ergibt statistisch nicht signifikante Odds Ratios um die 1.

Bei der zusätzlichen Adjustierung der Modelle für das Einkommen (Modell 4) ändern sich die vorgenannten, auf die Versicherten der Krankenkasse 3 bezogenen Ergebnisse (gegenüber Modell 3) nicht substanziell. Die Ergebnisse der Analysen werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nur berichtet, jedoch nicht in Tabellenform dargestellt.

3.4.1.6 Fluglärm-bezogene Risikoschätzer für eine tödlich verlaufende Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit

Im Zeitraum zwischen Erstdiagnose (2005 bis 2010) und Auswahl der anzuschreibenden Probanden durch die Krankenkassen (2014/15) sind etwa 33% der Patienten mit Herzinsuffizienz/hypertensiver Herzkrankheit verstorben. Damit liegt der Anteil der Verstorbenen bei den Fällen mit Herzinsuffizienz/hypertensiver Herzkrankheit deutlich niedriger als bei den Fällen mit Herzinfarkt oder Schlaganfall. In Tabelle 3-45 werden die Risikoschätzer für die Hauptanalyse bei Einschränkung der Fälle auf die verstorbenen Patient/innen mit Herzinsuffizienz/hypertensiver Herzkrankheit dargestellt. Werden lediglich die verstorbenen Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit-Fälle in die Analyse einbezogen, so finden sich in der kategorisierten Auswertung etwas höhere Risikoschätzer als in der Gesamtgruppe der Fälle mit Herzinsuffizienz/hypertensiver Herzkrankheit. Der (statistisch signifikante) Risikoanstieg beträgt bei ausschließlicher Betrachtung der Verstorbenen 3,1% pro 10 dB 24h-Dauerschallpegel gegenüber 1,6% bei Betrachtung der Gesamtgruppe.

Tabelle 3-45: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$) und tödlich verlaufende Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit

	Fälle n	%	Kontrollen n	%	OR, Basismodell 3, nur Verstorbene	
24h-Dauerschallpegel						
<40dB, Max. <50dB	13.880	40,9	253.804	38,8	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	2.209	6,5	40.861	6,3	1,05	[1,00,1,11]
≥40-<45dB	9.872	29,1	197.474	30,2	1,02	[0,99,1,05]
≥45-<50dB	5.465	16,1	106.497	16,3	1,10	[1,06,1,14]
≥50-<55dB	1.921	5,7	42.620	6,5	1,00	[0,95,1,06]
≥55-<60dB	565	1,7	12.744	2,0	1,06	[0,96,1,16]
≥60dB	10	<0,05	172	<0,05	1,43	[0,72,2,88]
Kontinuierlich (pro 10 dB)					1,031	[1,008,1,055] p=0,008
Gesetzliche Nacht (22-06 h)						
<40dB, Max. <50dB	15.626	46,1	295.504	45,2	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	9.000	26,5	174.577	26,7	1,05	[1,01,1,08]
≥40-<45dB	5.964	17,6	110.174	16,8	1,11	[1,07,1,15]
≥45-<50dB	2.308	6,8	53.303	8,2	1,00	[0,95,1,05]
≥50-<55dB	988	2,9	19.639	3,0	1,12	[1,03,1,20]
≥55-<60dB	36	0,1	975	0,2	0,94	[0,65,1,34]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-
Zeitraum von 23-05 h						
<40dB, Max. <50dB	15.673	46,2	296.895	45,43	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	10.613	31,3	201.809	30,9	1,06	[1,03,1,09]
≥40-<45dB	4.938	14,6	97.542	14,9	1,09	[1,05,1,13]
≥45-<50dB	2.090	6,2	44.819	6,9	1,03	[0,98,1,09]
≥50-<55dB	598	1,8	12.896	2,0	1,08	[0,99,1,19]
≥55-<60dB	10	<0,05	211	<0,05	1,11	[0,55,2,21]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-

OR: Odds Ratio; Modell 3: adjustiert für Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Quote (Quintile); 95%-Konfidenzintervalle in Klammern.

3.4.2 Zusammenhang zwischen Straßenverkehrslärm und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit

3.4.2.1 Ergebnisse der Gesamtgruppe (Männer und Frauen gemeinsam)

Die Hauptanalyse mit 24h-Dauerschallpegeln lässt einen nahezu monotonen Anstieg der Odds Ratio ab einem Straßenverkehrslärm von 40 bis <45 dB erkennen (Tabelle 3-46). Statistische Signifikanz erreicht die Odds Ratio bei einem Lärmpegel von 55 bis <60 dB (OR = 1,04 [95% KI 1,01-1,08]), bei einem Lärmpegel von 60 bis <65 dB steigt die Odds Ratio weiter auf 1,07 (95% KI 1,03-1,10), bei einem Lärmpegel von 65 bis <70 dB auf 1,09 (95% KI 1,05-1,13) an. Die höchste, statistisch signifikante Odds Ratio von 1,13 (95% KI 1,06-1,20) zeigt sich bei einem Dauerschallpegel von ≥70 dB. Wenn die 24h-Dauerschallpegel als kontinuierliche Variable in das logistische Regressionsmodell aufgenommen werden, findet sich eine statistisch signifikante Risikoerhöhung von 2,4% pro 10 dB Straßenverkehrslärm (OR pro 10 dB = 1,024 [95% KI 1,016-1,032]). Die Berücksichtigung der kontinuierlichen Straßenverkehrslärm-Variable als einfaches Polynom 3. Grades (mit linearem, quadratischem und kubischem Term) führt zu keiner wesentlich verbesserten Modellanpassung; dies spricht für eine angemessene Abbildung der Expositions-Risiko-Beziehung durch ein einfaches lineares Modell. Im Vergleich der verschiedenen Modelle zeigen sich bei Adjustierung für den individuellen und den regionalen Sozialstatus (Modell 3) tendenziell etwas höhere Risikoschätzer; auf dieses Modell 3 bezieht sich der vorliegende Text.

Bei der Betrachtung der gesetzlichen Nacht (22-06 h) finden sich bei einem Straßenlärmpegel zwischen 50 und 60 dB statistisch signifikant erhöhte Risikoschätzer für eine Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit: die Odds Ratio beträgt 1,02 (95% KI 0,99-1,04) bei einem nächtlichen Lärmpegel von 50 bis <55 dB, 1,05 (95% KI 1,02-1,07) bei 55 bis <60 dB und 1,08 (95% KI 1,04-1,12) bei ≥60 dB.

Bei der Emergenz-Analyse finden sich keine einheitlich deutlich höheren Risikoschätzer bei einer Differenz des Maximalpegels $\overline{L_{pAmax,\,24h}}$ zum 24h-Dauerschallpegel von 20 dB oder mehr.

Für den gewichteten L_{DN}-Pegel zeigt sich eine statistisch grenzwertig signifikant erhöhte Odds Ratio von 1,03 (95% KI 1,00-1,06) in der L_{DN}-Kategorie 55 bis <60 dB und von 1,07 (95% KI 1,03-1,10) in der höchsten L_{DN}-Kategorie von ≥60 dB.

Tabelle 3-46: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\,Nacht1}$, Emergenz) und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes" Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
< 40 dB	11.330	10,9	67.680	10,4	1,00	-	1,00	-
≥40 – <45 dB	22.990	22,1	137.420	21,0	1,03	[1,00,1,05]	1,03	[1,01,1,06]
≥45 – <50 dB	25.147	24,2	157.094	24,0	1,01	[0,98,1,03]	1,02	[1,00,1,05]
≥50 – <55 dB	17.851	17,1	117.957	18,0	1,00	[0,98,1,03]	1,02	[0,99,1,05]
≥55 – <60 dB	11.291	10,8	71.948	11,0	1,03	[1,00,1,06]	1,04	[1,01,1,08]
≥60 – <65 dB	8.329	8,0	54.341	8,3	1,06	[1,02,1,09]	1,07	[1,03,1,10]
≥65 – <70 dB	5.610	5,4	37.141	5,7	1,07	[1,03,1,11]	1,09	[1,05,1,13]
≥70 dB	1.597	1,5	10.591	1,6	1,10	[1,04,1,17]	1,13	[1,06,1,20]
Kontinuierlich					1,019	[1,011, 1,027]	1,024	[1,016, 1,032]
(pro 10 dB)						p < 0,001		p < 0,001
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB	43.449	41,7	260.802	39,9	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	20.868	20,0	133.888	20,5	0,99	[0,97,1,01]	0,99	[0,98,1,01]
≥45-<50dB	16.117	15,5	104.217	15,9	0,99	[0,97,1,02]	1,00	[0,98,1,03]
≥50-<55dB	11.666	11,2	75.474	11,5	1,01	[0,99,1,03]	1,02	[0,99,1,04]
≥55-<60dB	8.044	7,7	53.416	8,2	1,04	[1,01,1,07]	1,05	[1,02,1,07]
≥60dB	4.001	3,8	26.375	4,0	1,07	[1,03,1,11]	1,08	[1,04,1,12]
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Straßenlärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Straßenlärm}$ und $\overline{L_{pAmax,\,24h\ Straßenlärm}}$)								
<40dB, Differenz <20dB	9.413	9,0	55.903	8,5	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	1.917	1,8	11.777	1,8	1,02	[0,96,1,08]	1,02	[0,97,1,08]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	20.271	19,5	121.621	18,6	1,02	[0,99,1,05]	1,03	[1,00,1,06]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	2.719	2,6	15.799	2,4	1,09	[1,03,1,14]	1,10	[1,04,1,15]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	22.218	21,3	139.116	21,3	1,01	[0,98,1,04]	1,02	[0,99,1,05]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	2.929	2,8	17.978	2,7	1,03	[0,99,1,08]	1,05	[1,00,1,10]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	15.234	14,6	101.046	15,4	1,01	[0,98,1,04]	1,02	[0,99,1,05]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	2.617	2,5	16.911	2,6	1,01	[0,96,1,07]	1,03	[0,98,1,08]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	7.684	7,4	51.024	7,8	1,01	[0,98,1,05]	1,03	[0,99,1,06]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	3.607	3,5	20.924	3,2	1,08	[1,03,1,13]	1,09	[1,05,1,14]
≥60dB, Differenz<20dB	9.985	9,6	67.074	10,3	1,06	[1,03,1,10]	1,08	[1,05,1,12]
≥60dB, Differenz≥20dB	5.551	5,3	34.999	5,4	1,08	[1,04,1,12]	1,09	[1,05,1,13]
Beobachtungen						758.317		758.317

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter und Geschlecht; Modell 3: adjustiert für Alter, Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

3.4.2.2 Ergebnisse für Männer und Frauen getrennt

Bei der für Männer und Frauen getrennten Analyse finden sich vergleichbar deutlich ausgeprägte Risikoerhöhungen für Männer (Tabelle 3-47) und Frauen (Tabelle 3-48). Wenn die 24h-Dauerschallpegel als kontinuierliche Variable in das logistische Regressionsmodell aufgenommen werden, findet sich für Männer pro 10 dB Schalldruckpegel eine statistisch signifikante Risikoerhöhung um 2,4% (OR = 1,024 [95% KI 1,012-1,036]) und für Frauen von 2,2% (OR=1,022 [95% KI 1,011-1,033]).

Tabelle 3-47: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit, nur Männer

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes" Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
< 40 dB	4.875	10,6	29.209	10,1	1,00	-	1,00	-
≥40 – <45 dB	10.120	22,0	59.995	20,6	1,05	[1,01,1,09]	1,06	[1,02,1,10]
≥45 – <50 dB	11.054	24,0	68.703	23,6	1,04	[1,00,1,08]	1,05	[1,01,1,09]
≥50 – <55 dB	8.030	17,4	52.958	18,2	1,03	[0,99,1,07]	1,05	[1,00,1,09]
≥55 – <60 dB	4.956	10,8	32.386	11,1	1,04	[0,99,1,08]	1,05	[1,00,1,10]
≥60 – <65 dB	3.757	8,2	24.941	8,6	1,08	[1,03,1,13]	1,09	[1,04,1,15]
≥65 – <70 dB	2.561	5,6	17.444	6,0	1,09	[1,03,1,15]	1,11	[1,05,1,17]
≥70 dB	728	1,6	5.068	1,7	1,10	[1,01,1,21]	1,13	[1,04,1,24]
Kontinuierlich					1,019	[1,007, 1,031]	1,024	[1,012, 1,036]
(pro 10 dB)						p = 0,002		p < 0,001
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB	19.010	41,3	113.467	39,0	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	9.266	20,1	59.084	20,3	0,99	[0,96,1,02]	1,00	[0,97,1,03]
≥45-<50dB	7.125	15,5	46.836	16,1	0,99	[0,95,1,02]	1,00	[0,96,1,03]
≥50-<55dB	5.243	11,4	34.118	11,7	1,01	[0,98,1,05]	1,02	[0,98,1,05]
≥55-<60dB	3.580	7,8	24.744	8,5	1,02	[0,98,1,06]	1,03	[0,99,1,07]
≥60dB	1.857	4,0	12.455	4,3	1,08	[1,02,1,14]	1,09	[1,03,1,15]
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Straßenlärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Straßenlärm}$ und $\overline{L_{pAmax,\ 24h\ Straßenlärm}}$)								
<40dB, Differenz <20dB	4.024	8,7	24.093	8,3	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	851	1,8	5.116	1,8	1,01	[0,93,1,10]	1,02	[0,94,1,11]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	8.874	19,3	53.060	18,3	1,04	[1,00,1,09]	1,05	[1,01,1,10]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	1.246	2,7	6.935	2,4	1,13	[1,05,1,21]	1,14	[1,06,1,23]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	9.750	21,2	60.832	20,9	1,03	[0,99,1,08]	1,05	[1,01,1,10]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	1.304	2,8	7.871	2,7	1,08	[1,01,1,16]	1,10	[1,02,1,18]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	6.805	14,8	45.465	15,6	1,02	[0,97,1,07]	1,04	[0,99,1,09]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	1.225	2,7	7.493	2,6	1,10	[1,02,1,18]	1,12	[1,04,1,20]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	3.393	7,4	22.890	7,9	1,02	[0,97,1,08]	1,04	[0,99,1,10]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	1.563	3,4	9.496	3,3	1,07	[1,00,1,14]	1,08	[1,01,1,16]
≥60dB, Differenz<20dB	4.555	9,9	31.339	10,8	1,08	[1,03,1,13]	1,10	[1,05,1,16]
≥60dB, Differenz≥20dB	2.491	5,4	16.114	5,5	1,10	[1,04,1,16]	1,11	[1,05,1,17]
Beobachtungen						336.785		336.785

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter; Modell 3: adjustiert für Alter, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

Tabelle 3-48: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit, nur Frauen

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes" Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
< 40 dB	6.455	11,1	38.471	10,6	1,00	-	1,00	-
≥40 – <45 dB	12.870	22,2	77.425	21,3	1,01	[0,97,1,04]	1,01	[0,98,1,05]
≥45 – <50 dB	14.093	24,3	88.391	24,3	0,98	[0,95,1,02]	1,00	[0,96,1,03]
≥50 – <55 dB	9.821	16,9	64.999	17,9	0,98	[0,95,1,02]	1,00	[0,96,1,04]
≥55 – <60 dB	6.335	10,9	39.562	10,9	1,02	[0,98,1,06]	1,04	[0,99,1,08]
≥60 – <65 dB	4.572	7,9	29.400	8,1	1,04	[0,99,1,08]	1,05	[1,00,1,09]
≥65 – <70 dB	3.049	5,3	19.697	5,4	1,05	[1,00,1,11]	1,07	[1,01,1,12]
≥70 dB	869	1,5	5.523	1,5	1,10	[1,01,1,20]	1,13	[1,04,1,22]
Kontinuierlich (pro 10 dB)					1,017	[1,006, 1,028] p = 0,002	1,022	[1,011, 1,033 p < 0,001
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB	24.439	42,1	147.335	40,5	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	11.602	20,0	74.804	20,6	0,98	[0,96,1,01]	0,99	[0,97,1,02]
≥45-<50dB	8.992	15,5	57.381	15,8	1,00	[0,97,1,03]	1,01	[0,98,1,04]
≥50-<55dB	6.423	11,1	41.356	11,4	1,01	[0,97,1,04]	1,01	[0,98,1,05]
≥55-<60dB	4.464	7,7	28.672	7,9	1,05	[1,01,1,09]	1,06	[1,02,1,10]
≥60dB	2.144	3,7	13.920	3,8	1,07	[1,01,1,12]	1,07	[1,02,1,13]
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Straßenlärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Straßenlärm}$ und $L_{pAmax,\ 24h\ Straßenlärm}$)								
<40dB, Differenz <20dB	5.389	9,3	31.810	8,8	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	1.066	1,8	6.661	1,8	1,02	[0,95,1,10]	1,02	[0,95,1,11]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	11.397	19,6	68.561	18,9	1,00	[0,97,1,04]	1,01	[0,97,1,05]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	1.473	2,5	8.864	2,4	1,05	[0,99,1,13]	1,06	[0,99,1,14]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	12.468	21,5	78.284	21,5	0,99	[0,95,1,02]	1,00	[0,96,1,04]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	1.625	2,8	10.107	2,8	0,99	[0,93,1,06]	1,00	[0,94,1,07]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	8.429	14,5	55.581	15,3	0,99	[0,95,1,03]	1,01	[0,97,1,05]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	1.392	2,4	9.418	2,6	0,94	[0,88,1,01]	0,95	[0,89,1,02]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	4.291	7,4	28.134	7,7	0,99	[0,95,1,04]	1,01	[0,97,1,06]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	2.044	3,5	11.428	3,1	1,09	[1,03,1,16]	1,10	[1,04,1,17]
≥60dB, Differenz<20dB	5.430	9,4	35.735	9,8	1,05	[1,00,1,09]	1,06	[1,02,1,11]
≥60dB, Differenz≥20dB	3.060	5,3	18.885	5,2	1,06	[1,01,1,12]	1,07	[1,01,1,12]
Beobachtungen						421.532		421.532

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter; Modell 3: adjustiert für Alter, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

3.4.2.3 Einfluss des Alters auf die Risikoschätzer für eine Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit

In der altersstratifizierten Analyse finden sich bei den älteren Versicherten (Alter ≥60 Jahre) Odds Ratios um die 1 für Straßenverkehrslärm bis zu einem 24h-Dauerschallpegel von <55 dB. Bei einem 24h-Dauerschallpegel von 55 bis <60 dB bzw. von ≥60 dB beträgt die Odds Ratio 1,03, in der Kategorie ≥60 dB erreicht dieser Risikoschätzer grenzwertige statistische Signifikanz (OR = 1,03 [95% KI 1,00-1,07]). Bei den jüngeren Versicherten (Alter unter 60 Jahren) finden sich hingegen deutlich erhöhte (statistisch signifikante oder grenzwertig signifikante) Risikoschätzer in allen Straßenlärm-Pegelklassen, die allerdings keinen einheitlichen Expositions-Wirkungs-Verlauf zeigen.

Tabelle 3-49: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit, stratifiziert nach Alter

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes“ Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
Versicherte unter 60 Jahre								
<40dB	1.465	9,0	37.649	9,8	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	3.371	20,7	77.618	20,3	1,11	[1,05,1,19]	1,12	[1,05,1,19]
≥45-<50dB	3.831	23,5	90.431	23,6	1,08	[1,02,1,15]	1,09	[1,03,1,16]
≥50-<55dB	3.021	18,5	70.207	18,4	1,10	[1,03,1,17]	1,10	[1,03,1,17]
≥55-<60dB	1.823	11,2	43.082	11,3	1,08	[1,01,1,16]	1,07	[1,00,1,15]
≥60dB	2.814	17,2	63.493	16,6	1,12	[1,05,1,20]	1,11	[1,04,1,19]
Versicherte ≥ 60 Jahre								
<40dB	9.865	11,2	30.031	11,1	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	19.619	22,3	59.802	22,0	1,00	[0,97,1,03]	1,01	[0,98,1,04]
≥45-<50dB	21.316	24,3	66.663	24,5	0,97	[0,95,1,00]	0,99	[0,97,1,02]
≥50-<55dB	14.830	16,9	47.750	17,6	0,95	[0,92,0,97]	0,98	[0,95,1,00]
≥55-<60dB	9.468	10,8	28.866	10,6	1,00	[0,97,1,03]	1,03	[0,99,1,06]
≥60dB	12.722	14,5	38.580	14,2	1,00	[0,97,1,03]	1,03	[1,00,1,07]

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Geschlecht; Modell 3: adjustiert für Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

3.4.2.4 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen, Männer und Frauen gemeinsam

Generell finden sich vergleichbare Risikoverläufe bei der Versichertenpopulation A, also Versicherte der Krankenkassen 1 und 2 und der Versichertenpopulation B (Versicherte der Krankenkasse 3). Bei den Versicherten der Krankenkasse 3 sind die Risikoerhöhungen allerdings deutlicher ausgeprägt als bei den Versicherten der Krankenkassen 1 und 2; dies gilt für 24h-Dauerschallpegel wie für L_{DN}-Pegel.

3.4.2.5 Berücksichtigung der Wohndauer bei Versicherten der Krankenkasse 3

Eine Beschränkung der Auswertung auf Versicherte der Krankenkasse 3, die mindestens 5 bzw. 10 Jahre an der Wohnadresse des Diagnosejahres bzw. des Jahres 2008 (bei Kontrollpersonen) gewohnt haben (siehe Kapitel 2.20.4.4), führt zu keiner wesentlichen Veränderung der Risikoschätzer.

Die Analyse der kumulativen Lärmjahre in den letzten 5 Jahren vor dem Diagnosejahr bzw. (bei Kontrollpersonen) vor dem Jahr 2008 ergibt kontinuierlich zunehmende Risikoschätzer mit zunehmenden kumulativen Lärmjahren. Für das 4. Quartil der kumulativen Lärmjahre zeigt sich eine statistisch signifikant auf 1,06 (95% KI 1,01-1,10) erhöhte Odds Ratio.

Bei der zusätzlichen Adjustierung der Modelle für das Einkommen (Modell 4) ändern sich die vorgenannten, auf die Versicherten der Krankenkasse 3 bezogenen Ergebnisse (gegenüber Modell 3) nicht substanziell.

3.4.2.6 Straßenverkehrslärm-bezogene Risikoschätzer für eine tödlich verlaufende Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit

In Tabelle 3-50 werden die Straßenverkehrslärm-bezogenen Risikoschätzer bei Einschränkung der Fälle auf die verstorbenen Patient/innen mit Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit dargestellt. Werden lediglich die verstorbenen Fälle einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit in die Analyse einbezogen, so findet sich bei einem 24h-Dauerschallpegel von 60 bis <65 dB eine statistisch signifikante Odds Ratio von 1,07 (95% KI 1,01-1,13), die sich bis zu einer Odds Ratio von 1,13 (95% KI 1,02-1,26) in der höchsten Kategorie (≥70 dB) erhöht. In der Gesamtgruppe der Versicherten mit einer inzidenten Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit findet sich mit einer Odds Ratio von 1,13 (95% KI 1,06-1,20) eine vergleichbare Risikoerhöhung in der höchsten Kategorie (≥70 dB). Insgesamt ist die Straßenverkehrslärm-bezogene Expositions-Risiko-Beziehung bei Einschränkung auf die verstorbenen Patient/innen mit Herzinsuffizienz/hypertensiver Herzkrankheit (statistisch signifikante Risikoerhöhung von 3,9% pro 10 dB 24h-Dauerschallpegel) etwas stärker ausgeprägt als die entsprechende Expositions-Risiko-Beziehung in der Gesamtgruppe der Fälle mit Herzinsuffizienz/hypertensiver Herzkrankheit (statistisch signifikante Risikoerhöhung von 2,4% pro 10 dB 24h-Dauerschallpegel).

Tabelle 3-50: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und tödlich verlaufende Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit

	Fälle n	%	Kontrollen n	%	OR, Basismodell 3, nur Verstorbene	
24h-Dauerschallpegel						
<40dB	3.888	11,5	67.680	10,4	1,00	-
≥40-<45dB	7.411	21,9	137.420	21,0	0,97	[0,93,1,02]
≥45-<50dB	8.219	24,2	157.094	24,0	0,99	[0,94,1,03]
≥50-<55dB	5.570	16,4	117.957	18,0	0,96	[0,92,1,01]
≥55-<60dB	3.753	11,1	71.948	11,0	1,03	[0,98,1,08]
≥60-<65dB	2.738	8,1	54.341	8,3	1,07	[1,01,1,13]
≥65-<70 dB	1.829	5,4	37.141	5,7	1,10	[1,04,1,17]
≥70 dB	514	1,5	10.591	1,6	1,13	[1,02,1,26]
Kontinuierlich (pro 10 dB)					1,039	[1,025,1,054] p<0,0005

OR: Odds Ratio; Modell 3: adjustiert für Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Quote (Quintile); 95%-Konfidenzintervalle in Klammern.

3.4.3 Zusammenhang zwischen Schienenverkehrslärm und Herzinsuffizienz/hypertensiver Herzkrankheit

3.4.3.1 Ergebnisse der Gesamtgruppe (Männer und Frauen gemeinsam)

Generell zeigen sich auch bei der Auswertung des Zusammenhangs zwischen Herzinsuffizienz/hypertensiver Herzkrankheit und Schienenverkehrslärm tendenziell höhere Effektschätzer bei Adjustierung für Bildung, Beruf und regionaler SGB II-Quote (sekundärdatenbasiertes Basismodell, OR_3) im Vergleich mit dem „rohen„ Modell (Modell 1) und mit dem Modell 2. Dabei zeigt das Modell 3 eine vergleichsweise deutlich bessere Anpassungsgüte. Daher bezieht sich der folgende Text wiederum auf die Risikoschätzer des Sozialstatus-bezogenen Modells 3 (sekundärdatenbasiertes Basismodell, OR_3).

Die Hauptanalyse mit 24h-Dauerschallpegeln weist ab der Kategorie 40 bis <45 dB (OR = 1,02 [95% KI 1,00-1,05]) eine Zunahme der Risikoschätzer auf. In der höchsten Pegelklasse ab 70 dB findet sich auch die höchste (statistisch signifikante) Odds Ratio von 1,13 (95% KI 1,04-1,30).

Wenn die 24h-Dauerschallpegel als kontinuierliche Variable in das logistische Regressionsmodell aufgenommen werden, findet sich eine statistisch signifikante Risikoerhöhung von 3,1% pro 10 dB Schienenverkehrslärm (OR pro 10 dB = 1,031 [95% KI 1,022-1,041]). Die Berücksichtigung der kontinuierlichen Schienenverkehrslärm-Variable als einfaches Polynom 3. Grades (mit linearem, quadratischem und kubischem Term) führt zu keiner verbesserten Modellanpassung, damit erscheint das lineare Modell adäquat zur Abbildung der Expositions-Risiko-Beziehung zwischen Schienenverkehrslärm und Herzinsuffizienz/hypertensiver Herzkrankheit.

Bei der Betrachtung der gesetzlichen Nacht findet sich ein deutlicher Anstieg der Odds Ratio bis zu einem Schallpegel von 50 bis <55 dB (OR = 1,08 [95% KI 1,06-1,11]), gefolgt von einem Abfall der Odds Ratio auf 1,01 (95% KI 0,98-1,05) bei einem Schallpegel von 55 bis <60 dB und einem erneuten Anstieg der Odds Ratio auf 1,08 (95% KI 1,03-1,13) bei einem Schallpegel von ≥60 dB (Tabelle 3-51).

Bei der Emergenz-Analyse (Tabelle 3-51) findet sich keine einheitliche Tendenz zu einer Erhöhung der Risikoschätzer, wenn die Differenz zum Maximalpegel $\overline{L_{pAmax,\,24h}}$ mehr als 20 dB beträgt.

Die Analyse des gewichteten L_{DN}-Pegels ergibt einen kontinuierlichen Risikoanstieg mit steigendem Schienenverkehrslärm bis zu einer statistisch signifikanten Odds Ratio von 1,09 (95% KI 1,07-1,11) in der L_{DN} -Kategorie von 55 bis <60 dB, in L_{DN} -Kategorie ≥60 dB ist die Odds Ratio lediglich auf 1,04 (95% KI 1,01-1,06) erhöht.

Tabelle 3-51: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes" Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
< 40 dB	56.368	54,1	349.005	53,4	1,00	-	1,00	-
≥40 – <45 dB	12.698	12,2	82.525	12,6	1,01	[0,99,1,03]	1,02	[1,00,1,04]
≥45 – <50 dB	16.524	15,9	104.006	15,9	1,05	[1,03,1,07]	1,07	[1,05,1,09]
≥50 – <55 dB	11.274	10,8	72.126	11,0	1,05	[1,02,1,07]	1,05	[1,03,1,08]
≥55 – <60 dB	4.411	4,2	28.209	4,3	1,04	[1,00,1,08]	1,04	[1,00,1,07]
≥60 – <65 dB	1.749	1,7	10.720	1,6	1,08	[1,03,1,15]	1,09	[1,03,1,15]
≥65 – <70 dB	692	0,7	4.821	0,7	1,05	[0,96,1,15]	1,06	[0,98,1,16]
≥70 dB	429	0,4	2.760	0,4	1,16	[1,04,1,30]	1,17	[1,04,1,30]
Kontinuierlich					1,027	[1,016, 1,036]	1,031	[1,022, 1,041]
(pro 10 dB)						p< 0,001		p < 0,001
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB	55.848	53,6	346.689	53,0	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	12.717	12,2	81.002	12,4	1,02	[0,99,1,04]	1,04	[1,01,1,06]
≥45-<50dB	15.587	15,0	101.025	15,4	1,04	[1,02,1,06]	1,06	[1,04,1,08]
≥50-<55dB	11.942	11,5	73.375	11,2	1,07	[1,05,1,09]	1,08	[1,06,1,11]
≥55-<60dB	4.930	4,7	32.171	4,9	1,01	[0,98,1,05]	1,01	[0,98,1,05]
≥60dB	3.121	3,0	19.910	3,0	1,07	[1,03,1,12]	1,08	[1,03,1,13]
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Schienenverkehrslärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Schienenverkehrslärm}$ und $\overline{L_{pAmax,\ 24h\ Schienenverkehrslärm}}$)								
<40dB, Differenz <20dB	50.164	48,2	311.258	47,6	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	6.204	6,0	37.747	5,8	1,03	[1,00,1,07]	1,03	[1,00,1,06]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	10.291	9,9	67.227	10,3	1,01	[0,98,1,03]	1,02	[1,00,1,05]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	2.407	2,3	15.298	2,3	1,03	[0,99,1,08]	1,02	[0,98,1,07]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	13.378	12,8	85.482	13,1	1,04	[1,02,1,07]	1,07	[1,04,1,09]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	3.146	3,0	18.524	2,8	1,09	[1,04,1,14]	1,09	[1,04,1,13]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	8.823	8,5	57.324	8,8	1,04	[1,01,1,07]	1,05	[1,03,1,08]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	2.451	2,4	14.802	2,3	1,09	[1,04,1,14]	1,07	[1,02,1,12]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	3.246	3,1	20.538	3,1	1,03	[0,99,1,07]	1,03	[0,99,1,07]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	1.165	1,1	7.671	1,2	1,08	[1,01,1,16]	1,07	[1,00,1,14]
≥60dB, Differenz<20dB	1.710	1,6	10.754	1,6	1,11	[1,05,1,17]	1,12	[1,06,1,19]
≥60dB, Differenz≥20dB	1.160	1,1	7.547	1,2	1,07	[1,00,1,14]	1,06	[0,99,1,13]
Beobachtungen						758.317		758.317

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter und Geschlecht; Modell 3: adjustiert für Alter, Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

3.4.3.2 Ergebnisse für Männer und Frauen getrennt

Bei den geschlechtsspezifischen Auswertungen zum Schienenverkehrslärm (Tabelle 3-52 und Tabelle 3-53) findet sich eine deutlich ausgeprägtere positive Expositions-Risiko-Beziehung für Frauen als für Männer. In der höchsten 24h-Dauerschallpegel-Kategorie von ≥70 dB ergibt sich für Frauen eine Odds Ratio von 1,28 (95% KI 1,10-1,49). Pro 10 dB Schalldruckpegel beträgt die Risikoerhöhung für Männer 1,0% (statistisch nicht signifikante OR = 1,010 [95% KI 0,997-1,024]) und für Frauen 4,7% (statistisch signifikante OR = 1,047 [95% KI 1,035-1,060]).

Tabelle 3-52: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit, nur Männer

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes“ Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
< 40 dB	25.078	54,4	152.300	52,4	1,00	-	1,00	-
≥40 – <45 dB	5.674	12,3	37.273	12,8	0,99	[0,95,1,02]	1,00	[0,97,1,03]
≥45 – <50 dB	7.187	15,6	47.083	16,2	1,02	[0,99,1,05]	1,03	[1,00,1,07]
≥50 – <55 dB	4.978	10,8	32.660	11,2	1,02	[0,99,1,06]	1,03	[0,99,1,06]
≥55 – <60 dB	1.929	4,2	12.800	4,4	1,01	[0,96,1,06]	1,00	[0,95,1,06]
≥60 – <65 dB	759	1,7	4.960	1,7	1,05	[0,97,1,14]	1,06	[0,97,1,15]
≥65 – <70 dB	294	0,6	2.309	0,8	0,94	[0,83,1,07]	0,95	[0,84,1,08]
≥70 dB	182	0,4	1.319	0,5	1,03	[0,87,1,22]	1,03	[0,87,1,22]
Kontinuierlich					1,007	[0,994, 1,020]	1,010	[0,997, 1,024]
(pro 10 dB)						p = 0,285		p = 0,134
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB	24.876	54,0	151.160	52,0	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	5.657	12,3	36.643	12,6	1,00	[0,96,1,03]	1,01	[0,98,1,05]
≥45-<50dB	6.880	14,9	46.025	15,8	1,01	[0,98,1,04]	1,03	[0,99,1,06]
≥50-<55dB	5.164	11,2	33.136	11,4	1,03	[1,00,1,07]	1,04	[1,01,1,08]
≥55-<60dB	2.145	4,7	14.434	5,0	0,99	[0,94,1,04]	0,98	[0,93,1,03]
≥60dB	1.359	2,9	9.306	3,2	1,02	[0,96,1,08]	1,02	[0,96,1,09]
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Schienenverkehrslärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Schienenverkehrslärm}$ und $L_{pAmax,\ 24h\ Schienenverkehrslärm}$)								
<40dB, Differenz <20dB	22.331	48,5	135.746	46,7	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	2.747	6,0	16.554	5,7	1,03	[0,99,1,08]	1,03	[0,98,1,08]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	4.539	9,9	30.579	10,5	0,97	[0,93,1,00]	0,98	[0,95,1,02]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	1.135	2,5	6.694	2,3	1,09	[1,02,1,17]	1,08	[1,01,1,16]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	5.819	12,6	38.927	13,4	1,01	[0,98,1,04]	1,03	[0,99,1,06]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	1.368	3,0	8.156	2,8	1,06	[1,00,1,13]	1,06	[1,00,1,13]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	3.930	8,5	26.024	9,0	1,02	[0,98,1,06]	1,03	[0,99,1,07]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	1.048	2,3	6.636	2,3	1,04	[0,97,1,12]	1,02	[0,95,1,10]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	1.393	3,0	9.292	3,2	0,98	[0,92,1,04]	0,98	[0,92,1,04]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	536	1,2	3.508	1,2	1,10	[1,00,1,21]	1,08	[0,98,1,19]
≥60dB, Differenz<20dB	730	1,6	5.029	1,7	1,03	[0,94,1,12]	1,04	[0,95,1,13]
≥60dB, Differenz≥20dB	505	1,1	3.559	1,2	1,02	[0,92,1,13]	1,01	[0,92,1,12]
Beobachtungen						336.785		336.785

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter; Modell 3: adjustiert für Alter, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

Tabelle 3-53: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit, nur Frauen

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes“ Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
< 40 dB	31.290	53,9	196.705	54,1	1,00	-	1,00	-
≥40 – <45 dB	7.024	12,1	45.252	12,5	1,02	[0,99,1,05]	1,04	[1,01,1,07]
≥45 – <50 dB	9.337	16,1	56.923	15,7	1,07	[1,04,1,10]	1,09	[1,06,1,12]
≥50 – <55 dB	6.296	10,8	39.466	10,9	1,06	[1,03,1,10]	1,07	[1,04,1,11]
≥55 – <60 dB	2.482	4,3	15.409	4,2	1,06	[1,01,1,11]	1,06	[1,01,1,11]
≥60 – <65 dB	990	1,7	5.760	1,6	1,10	[1,03,1,19]	1,11	[1,03,1,19]
≥65 – <70 dB	398	0,7	2.512	0,7	1,15	[1,02,1,29]	1,16	[1,03,1,30]
≥70 dB	247	0,4	1.441	0,4	1,27	[1,10,1,48]	1,28	[1,10,1,49]
Kontinuierlich					1,041	[1,029, 1,053]	1,047	[1,035, 1,060]
(pro 10 dB)						p < 0,001		p < 0,001
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB	30.972	53,3	195.529	53,8	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	7.060	12,2	44.359	12,2	1,03	[1,00,1,06]	1,05	[1,02,1,08]
≥45-<50dB	8.707	15,0	55.000	15,1	1,06	[1,03,1,09]	1,09	[1,05,1,12]
≥50-<55dB	6.778	11,7	40.239	11,1	1,10	[1,06,1,13]	1,11	[1,08,1,15]
≥55-<60dB	2.785	4,8	17.737	4,9	1,03	[0,99,1,08]	1,03	[0,99,1,08]
≥60dB	1.762	3,0	10.604	2,9	1,11	[1,05,1,18]	1,12	[1,06,1,19]
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Schienenverkehrslärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Schienenverkehrslärm}$ und $L_{pAmax,\ 24h\ Schienenverkehrslärm}$)								
<40dB, Differenz <20dB	27.833	47,9	175.512	48,3	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	3.457	6,0	21.193	5,8	1,03	[0,99,1,08]	1,03	[0,99,1,07]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	5.752	9,9	36.648	10,1	1,04	[1,00,1,07]	1,06	[1,02,1,09]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	1.272	2,2	8.604	2,4	0,99	[0,92,1,05]	0,98	[0,92,1,04]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	7.559	13,0	46.555	12,8	1,07	[1,04,1,10]	1,09	[1,06,1,13]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	1.778	3,1	10.368	2,9	1,11	[1,05,1,17]	1,11	[1,05,1,17]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	4.893	8,4	31.300	8,6	1,05	[1,02,1,09]	1,07	[1,03,1,11]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	1.403	2,4	8.166	2,2	1,12	[1,05,1,19]	1,11	[1,04,1,18]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	1.853	3,2	11.246	3,1	1,07	[1,01,1,13]	1,07	[1,01,1,13]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	629	1,1	4.163	1,1	1,06	[0,96,1,16]	1,04	[0,95,1,14]
≥60dB, Differenz<20dB	980	1,7	5.725	1,6	1,17	[1,09,1,26]	1,19	[1,10,1,28]
≥60dB, Differenz≥20dB	655	1,1	3.988	1,1	1,10	[1,01,1,21]	1,09	[1,00,1,20]
Beobachtungen						421.532		421.532

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter; Modell 3: adjustiert für Alter, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

3.4.3.3 Einfluss des Alters auf die Risikoschätzer einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit

In der altersstratifizierten Analyse finden sich bei älteren wie bei jüngeren Versicherten die höchsten, statistisch signifikanten Effektschätzer in der höchsten 24h-Dauerschallpegel-Kategorie von ≥60 dB. Insgesamt sind die Risikoschätzer bei den jüngeren Versicherten (Alter unter 60 Jahren) höher als bei den älteren Versicherten (Alter über 60 Jahren).

Tabelle 3-54: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit, stratifiziert nach Alter

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes“ Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
Versicherte unter 60 Jahre								
<40dB	8.115	49,71	199.510	52,16	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	2.050	12,56	48.886	12,78	1,02	[0,97,1,08]	1,03	[0,98,1,08]
≥45-<50dB	2.825	17,30	62.314	16,29	1,11	[1,06,1,16]	1,11	[1,06,1,17]
≥50-<55dB	2.038	12,48	43.289	11,32	1,15	[1,09,1,21]	1,15	[1,09,1,21]
≥55-<60dB	743	4,55	17.090	4,47	1,06	[0,98,1,14]	1,04	[0,97,1,13]
≥60dB	554	3,39	11.391	2,98	1,18	[1,08,1,29]	1,17	[1,07,1,27]
Versicherte ≥ 60 Jahre								
<40dB	48.253	55,0	149.495	55,0	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	10.648	12,1	33.639	12,4	0,98	[0,96,1,00]	1,00	[0,98,1,03]
≥45-<50dB	13.699	15,6	41.692	15,4	1,02	[1,00,1,04]	1,04	[1,02,1,07]
≥50-<55dB	9.236	10,5	28.837	10,6	0,99	[0,97,1,02]	1,01	[0,99,1,04]
≥55-<60dB	3.668	4,2	11.119	4,1	1,02	[0,98,1,06]	1,02	[0,99,1,07]
≥60dB	2.316	2,6	6.910	2,5	1,04	[0,99,1,09]	1,06	[1,01,1,11]

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Geschlecht; Modell 3: adjustiert für Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

3.4.3.4 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen, Männer und Frauen gemeinsam

Die getrennten Auswertungen der Versichertenpopulation A und der Versichertenpopulation B ergeben vergleichbare Expositions-Wirkungs-Zusammenhänge zwischen dem 24h-Dauerschallpegel bzw. dem L_{DN}-Pegel und dem Risiko einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit. Die Ergebnisse der Analysen werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nur berichtet, jedoch nicht in Tabellenform dargestellt.

3.4.3.5 Berücksichtigung der Wohndauer bei Versicherten der Krankenkasse 3

Eine Beschränkung der Auswertung auf Versicherte der Krankenkasse 3, die mindestens 5 bzw. 10 Jahre an der Wohnadresse des Diagnosejahres bzw. des Jahres 2008 (bei Kontrollpersonen) gewohnt haben (siehe Kapitel 2.20.5.3), führt zu keiner wesentlichen Veränderung der Risikoschätzer.

Die Analyse der kumulativen Lärmjahre in den letzten 5 Jahren vor dem Diagnosejahr bzw. (bei Kontrollpersonen) vor dem Jahr 2008 ergibt abgesehen von einer deutlich erhöhten Odds Ratio im 2. Quartil (bei einer geringen Felderbelegung) Risikoschätzer um die 1.

Bei der zusätzlichen Adjustierung der Modelle für das Einkommen (Modell 4) ändern sich die vorgenannten, auf die Versicherten der Krankenkasse 3 bezogenen Ergebnisse (gegenüber Modell 3) nicht substanziell. Die Ergebnisse der vorgenannten Analysen werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nur berichtet, jedoch nicht in Tabellenform dargestellt.

3.4.3.6 Schienenverkehrslärm-bezogene Risikoschätzer für eine tödlich verlaufende Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit

In Tabelle 3-55 werden die Schienenverkehrslärm-bezogenen Risikoschätzer bei Einschränkung der Fälle auf die verstorbenen Patient/innen mit einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit dargestellt. Werden lediglich die verstorbenen Fälle mit einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankhei tin die Analyse einbezogen, so findet sich bereits bei einem 24h-Dauerschallpegel von 45 bis <50 dB eine statistisch signifikante Odds Ratio von 1,09 (95% KI 1,03-1,16). In der höchsten Kategorie von ≥70 dB ist die Odds Ratio statistisch nicht signifikant auf 1,18 (95% KI 0,97-1,43) erhöht. In der Gesamtgruppe der Schlaganfall-Fälle findet sich mit einer statistisch signifikanten Odds Ratio von 1,17 (95% KI 1,04-1,30) eine vergleichsweise geringere Risikoerhöhung in der höchsten Kategorie (≥70 dB). Insgesamt ist die Expositions-Risiko-Beziehung bei Einschränkung auf die verstorbenen Patient/innen mit einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit (statistisch signifikante Risikoerhöhung von 4,8% pro 10 dB 24h-Dauerschallpegel) etwas stärker ausgeprägt als die entsprechende Expositions-Risiko-Beziehung in der Gesamtgruppe der Herzinsuffizienz/ hypertensive Herzkrankheit-Fälle (statistisch signifikante Risikoerhöhung von 3,1% pro 10 dB 24h--Dauerschallpegel).

Tabelle 3-55: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und tödlich verlaufende Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit

	Fälle		Kontrollen		OR, Basismodell 3, nur Verstorbene	
	n	%	n	%		
24h-Dauerschallpegel						
<40dB	18.365	54,1	349.005	53,4	1,00	-
≥40-<45dB	3.979	11,7	82.525	12,6	1,00	[0,96,1,04]
≥45-<50dB	5.484	16,2	104.006	15,9	1,09	[1,05,1,13]
≥50-<55dB	3.589	10,6	72.126	11,0	1,05	[1,01,1,09]
≥55-<60dB	1.499	4,4	28.209	4,3	1,09	[1,03,1,16]
≥60-<65dB	660	2,0	10.720	1,6	1,24	[1,14,1,36]
≥65-<70	215	0,6	4.821	0,7	1,08	[0,93,1,26]
≥70	131	0,4	2.760	0,4	1,18	[0,97,1,43]
Kontinuierlich (pro 10 dB)					1,048	[1,032,1,064] p<0,0005

OR: Odds Ratio; Modell 3: adjustiert für Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Quote (Quintile); 95%-Konfidenzintervalle in Klammern.

3.4.4 Gleichzeitige Aufnahme der einzelnen Verkehrslärm-Arten (Fluglärm, Straßenverkehrslärm, Schienenverkehrslärm) in das logistische Regressionsmodell zum Risiko einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit

Um die Vergleichbarkeit zwischen den einzelnen Verkehrslärm-Arten zu gewährleisten, wurde bei der gleichzeitigen Aufnahme der einzelnen Verkehrslärm-Arten in das logistische Regressionsmodell die Kategorie ≥60 dB einheitlich als höchste Kategorie gewählt. Auch für die Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit ändern sich die Expositions-Wirkungs-Verläufe für die einzelnen Verkehrslärm-Arten bei Adjustierung für die jeweils beiden anderen Verkehrslärm-Arten nur wenig: **Fluglärm** weist bei zusätzlicher Adjustierung für

Straßenverkehrslärm und Schienenverkehrslärm weiterhin eine lineare Expositions-Risiko-Beziehung auf. Für den **Straßenverkehrslärm** findet sich auch bei zusätzlicher Adjustierung für Fluglärm und Schienenverkehrslärm eine nahezu monoton verlaufende positive Expositions-Risiko-Beziehung. Auch für den **Schienenverkehrslärm** zeigen sich bei zusätzlicher Adjustierung für Fluglärm und Straßenverkehrslärm statistisch signifikante Risikoerhöhungen in fast allen Lärmpegel-Kategorien; in der Hauptanalyse zeigt sich die höchste Odds Ratio in der Kategorie ≥60 dB mit einem um etwa 8% erhöhten Risiko für eine Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit. Die Ergebnisse finden sich in Anhang 04: Gleichzeitige Aufnahme der einzelnen Verkehrslärm-Arten zum Risiko einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit.

3.4.5 Risikoschätzer für eine Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit bei angeschriebenen Versicherten und bei Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung

3.4.5.1 Selektionsverzerrung der Fluglärm-bezogenen Ergebnisse bei angeschriebenen Versicherten und bei Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung?

Die sekundärdatenbasierten Risikoschätzer für die Subgruppe der von den Krankenkassen angeschriebenen Versicherten sind in Tabelle 3-56 (mittlere Spalte) angegeben. Um den Vergleich mit den sekundärdatenbasierten Risikoschätzern in der Gesamtgruppe aller Versicherten zu erleichtern, sind die bereits in den vorherigen Kapiteln berichteten Hauptergebnisse bei Einbezug aller Fälle und Kontrollpersonen in der linken Spalte nochmals dargestellt. Im Ergebnis lassen sich bei Eingrenzung auf die angeschriebenen Fälle mit einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit überwiegend etwas höhere Risikoschätzer als in der Gesamtgruppe aller Fälle mit einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit finden. Auch die „Steilheit“ der positiven Expositions-Risiko-Beziehung erhöht sich bei Eingrenzung auf die Gruppe der Angeschriebenen von der Größenordnung her. Allerdings ist diesbezüglich darauf hinzuweisen, dass eine lineare Funktion den Verlauf der Expositions-Risiko-Beziehung in der Gruppe der angeschriebenen Fälle nicht optimal widerspiegelt.

Die positive Expositions-Risiko-Beziehung bleibt im Vergleich mit der Gruppe der Angeschriebenen weitgehend unverändert (Tabelle 3-56, rechte Spalte), wenn lediglich die Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung in die Auswertung einbezogen werden: In der Gruppe der Angeschriebenen erhöht sich die Odds Ratio pro 10 dB Dauerschallpegel um 4,5% und in der Gruppe der Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung um 4,1%. Dieser Befund spricht gegen eine deutliche Selektionsverzerrung aufgrund der niedrigen Antwortrate in der vertiefenden Befragung. Insgesamt lässt sich die Frage nach einer wesentlichen Selektionsverzerrung durch die Auswahl der Angeschriebenen und/oder durch die geringe Beteiligung an der vertiefenden Befragung verneinen. Damit lassen sich das primäre und sekundäre Ziel der vertiefenden Befragung für die Frage nach den Fluglärm-bezogenen Risiken für eine Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheitweiter verfolgen.

Tabelle 3-56: Sekundärdatenbasierte Risikoschätzer für die Subgruppe der von den Krankenkassen angeschriebenen Versicherten und teilnehmenden Versicherten: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$) und inzidente Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit

	Sekundärdaten						**Angeschriebene**						**Teilnehmende**					
	Fälle		Kontrollen		**OR, Basismodell 3**		Fälle		Kontrollen		**OR, Basismodell 3**		Fälle		Kontrollen		**OR, Basismodell 3**	
	n	%	n	%			n	%	n	%			n	%	n	%		
24h-Dauerschallpegel																		
<40dB, Max. <50dB	42.208	40,5	253.804	38,8	1,00	-	19.123	37,8	28.312	37,1	1,00	-	1.159	40,4	1.717	39,1	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	6.931	6,7	40.861	6,3	1,06	[1,03,1,09]	3.302	6,5	4.600	6,0	1,05	[1,00,1,11]	163	5,7	279	6,4	0,91	[0,72,1,14]
≥40-<45dB	30.463	29,3	197.474	30,2	1,01	[0,99,1,03]	15.385	30,4	23.523	30,8	1,03	[1,00,1,07]	853	29,8	1349	30,7	0,99	[0,87,1,13]
≥45-<50dB	16.604	15,9	106.497	16,3	1,07	[1,04,1,09]	8.541	16,9	12.834	16,8	1,14	[1,09,1,18]	439	15,3	662	15,1	1,08	[0,91,1,28]
≥50-<55dB	6.113	5,9	42.620	6,5	1,00	[0,96,1,03]	3.281	6,5	5.309	7,0	1,04	[0,98,1,10]	190	6,6	287	6,5	1,06	[0,84,1,32]
≥55-<60dB	1.802	1,7	12.744	2,0	1,03	[0,98,1,09]	1.006	2,0	1.734	2,3	0,99	[0,90,1,08]	61	2,1	98	2,2	1,05	[0,72,1,51]
≥60dB	24	<0,05	172	<0,05	0,97	[0,61,1,53]	11	<0,05	17	<0,05	0,90	[0,40,1,99]	1	<0,05	0	0,0	-	-
Kontinuierlich (pro 10dB)					1,016	[1,003-1,030] p<0.05					1,045	1,021,1,069 p<0,05					1,041	[0,945,1,145] p=0,417

OR: Odds Ratio; Modell 3: adjustiert für Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Quote (Quintile); 95%-Konfidenzintervalle in Klammern.

3.4.5.2 Selektionsverzerrung der Straßenverkehrslärm-bezogenen Ergebnisse bei angeschriebenen Versicherten und bei Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung

Die sekundärdatenbasierten Risikoschätzer für die Subgruppe der von den Krankenkassen angeschriebenen Versicherten sind in Tabelle 3-57 (mittlere Spalte) angegeben. Um den Vergleich mit den sekundärdatenbasierten Risikoschätzern in der Gesamtgruppe aller Versicherten zu erleichtern, sind die bereits in den vorherigen Kapiteln berichteten Hauptergebnisse bei Einbezug aller Fälle und Kontrollpersonen in der linken Spalte nochmals dargestellt. Im Ergebnis ist die Expositions-Risiko-Beziehung in der Gesamtgruppe aller Fälle einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit mit der Expositions-Risiko-Beziehung in der Gruppe der angeschriebenen Fälle vergleichbar: In der Gesamtgruppe aller Versicherten erhöht sich die Odds Ratio pro 10 dB Dauerschallpegel um 2,4% und in der Gruppe der Angeschriebenen um 1,9%. Dieses Ergebnis spricht gegen eine wesentliche Selektions-Verzerrung bei der Auswahl der anzuschreibenden Patient/innen mit Herzinsuffizienz/hypertensiver Herzkrankheit. Die geringfügig stärkere Risikoerhöhung in der Gesamtgruppe als in der Gruppe der Angeschriebenen (die sich auch für den Straßen- und Schienenverkehrslärm zeigt) lässt sich mit den (auch) unter den Herzinsuffizienz/ hypertensive Herzkrankheit-Fällen etwas höheren lärmbezogenen Risiken bei den verstorbenen Fällen erklären.

Auch bei weiterer Eingrenzung auf die Gruppe der Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung bleibt die positive Expositions-Risiko-Beziehung in vergleichbarer Ausprägung erhalten (Tabelle 3-57, rechte Spalte): Es findet sich eine Risikoerhöhung pro 10 dB Dauerschallpegel um 2,3%. Dieser Befund spricht gegen eine Selektionsverzerrung aufgrund der niedrigen Antwortrate in der vertiefenden Befragung. Damit lassen sich das primäre und sekundäre Ziel der vertiefenden Befragung auch für die Frage nach den Straßenverkehrslärm-bezogenen-Risiken weiter verfolgen.

Tabelle 3-57: Sekundärdatenbasierte Risikoschätzer für die Subgruppe der von den Krankenkassen angeschriebenen Versicherten und teilnehmenden Versicherten: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und inzidente Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit

	Sekundärdaten						Angeschriebene						Teilnehmende					
	Fälle		Kontrollen		**OR, Basismodell 3**		Fälle		Kontrollen		**OR, Basismodell 3**		Fälle		Kontrollen		**OR, Basismodell 3**	
	n	%	n	%			n	%	n	%			n	%	n	%		
24h-Dauerschallpegel																		
<40dB	11.330	10,9	67.680	10,4	1,00	-	5.221	10,3	7.424	9,7	1,00	-	325	11,3	480	10,9	1,00	-
≥40-<45dB	22.990	22,1	137.420	21,0	1,03	[1,01,1,06]	10.891	21,5	15.602	20,4	1,03	[0,98,1,08]	669	23,3	906	20,6	1,05	[0,87,1,27]
≥45-<50dB	25.147	24,2	157.094	24,0	1,02	[1,00,1,05]	12.112	23,9	18.230	23,9	1,02	[0,97,1,06]	654	22,8	1.108	25,2	0,86	[0,72,1,04]
≥50-<55dB	17.851	17,1	117.957	18,0	1,02	[0,99,1,05]	9.047	17,9	13.945	18,3	1,04	[0,99,1,09]	503	17,6	757	17,2	1,02	[0,84,1,24]
≥55-<60dB	11.291	10,8	71.948	11,0	1,04	[1,01,1,08]	5.549	11,0	8.560	11,2	1,05	[0,99,1,11]	295	10,3	473	10,8	1,00	[0,80,1,24]
≥60-<65dB	8.329	8,0	54.341	8,3	1,07	[1,03,1,10]	4.139	8,2	6.677	8,8	1,04	[0,98,1,10]	212	7,4	370	8,4	0,89	[0,70,1,13]
≥65-<70dB	5.610	5,4	37.141	5,7	1,09	[1,05,1,13]	2.864	5,7	4.527	5,9	1,08	[1,01,1,15]	155	5,4	233	5,3	1,10	[0,84,1,44]
≥70dB	1.597	1,5	10.591	1,6	1,13	[1,06,1,20]	826	1,6	1.364	1,8	1,11	[1,00,1,24]	53	1,9	65	1,5	1,42	[0,93,2,19]
Kontinuierlich (pro 10dB)					1,024	[1,016-1,032] p<0,05					1,019	[1,005,1,034] p=0,008					1,023	[0,965,1,084] p=0,450

OR: Odds Ratio; Modell 3: adjustiert für Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Quote (Quintile); 95%-Konfidenzintervalle in Klammern.

3.4.5.3 Selektionsverzerrung der Schienenverkehrslärm-bezogenen Ergebnisse bei angeschriebenen Versicherten und bei Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung

Die sekundärdatenbasierten Risikoschätzer für die Subgruppe der von den Krankenkassen angeschriebenen Versicherten sind in Tabelle 3-58 (mittlere Spalte) angegeben. Um den Vergleich mit den sekundärdatenbasierten Risikoschätzern in der Gesamtgruppe aller Versicherten zu erleichtern, sind die bereits in den vorherigen Kapiteln berichteten Hauptergebnisse bei Einbezug aller Fälle und Kontrollpersonen wiederum in der linken Spalte dargestellt. Im Ergebnis schwächt sich die positive Expositions-Risiko-Beziehung zwischen Schienenverkehrslärm und dem Risiko für eine Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit in der Gesamtgruppe aller Versicherten bei Eingrenzung auf die Subgruppe der Angeschriebenen nur geringfügig ab: In der Gesamtgruppe aller Versicherten beträgt die Risikoerhöhung pro 10 dB Dauerschallpegel 3,1%, in der Gruppe der Angeschriebenen 2,7%. Somit findet sich auch ausgehend von den Schienenverkehrslärm-Ergebnissen kein Hinweis auf eine wesentliche Selektion der Fälle mit Herzinsuffizienz/hypertensiver Herzkrankheit in der Gruppe der angeschriebenen Versicherten.

Auch bei weiterer Eingrenzung auf die Gruppe der Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung bleibt die positive Expositions-Risiko-Beziehung in grundsätzlich vergleichbarer Ausprägung erhalten (Tabelle 3-58, rechte Spalte): Es findet sich eine Risikoerhöhung pro 10 dB Dauerschallpegel um 2,1%. Dieser Befund spricht gegen eine Selektionsverzerrung aufgrund der niedrigen Antwortrate in der vertiefenden Befragung. Damit lassen sich das primäre und sekundäre Ziel der vertiefenden Befragung auch für die Frage nach den Schienenverkehrslärm-bezogenen Risiken einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit weiter verfolgen.

Tabelle 3-58: Sekundärdatenbasierte Risikoschätzer für die Subgruppe der von den Krankenkassen angeschriebenen Versicherten und teilnehmenden Versicherten: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und inzidente Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit

	Sekundärdaten						Angeschriebene						Teilnehmende					
	Fälle n	%	Kontrollen n	%	OR, Basismodell 3		Fälle n	%	Kontrollen n	%	OR, Basismodell 3		Fälle n	%	Kontrollen n	%	OR, Basismodell 3	
24h-Dauerschall-pegel																		
<40dB	56.368	54,1	349.005	53,4	1,00	-	27.205	53,7	39.896	52,3	1,00	-	1.593	55,6	2.447	55,7	1,00	-
≥40-<45dB	12.698	12,2	82.525	12,6	1,02	[1,00,1,04]	6.409	12,7	9.795	12,8	1,03	[0,99,1,07]	355	12,4	535	12,2	1,08	[0,92,1,27]
≥45-<50dB	16.524	15,9	104.006	15,9	1,07	[1,05,1,09]	8.067	15,9	12.362	16,2	1,09	[1,05,1,13]	441	15,4	676	15,4	1,04	[0,90,1,21]
≥50-<55dB	11.274	10,8	72.126	11,0	1,05	[1,03,1,08]	5.495	10,9	8.587	11,3	1,05	[1,01,1,10]	277	9,7	432	9,8	1,07	[0,89,1,28]
≥55-<60dB	4411	4,2	28.209	4,3	1,04	[1,00,1,07]	2.106	4,2	3.401	4,5	1,03	[0,97,1,09]	120	4,2	182	4,2	1,00	[0,77,1,30]
≥60-<65dB	1749	1,7	10.720	1,6	1,09	[1,03,1,15]	797	1,6	1.311	1,7	1,04	[0,94,1,15]	39	1,4	71	1,6	0,91	[0,59,1,40]
≥65-<70dB	692	0,7	4.821	0,7	1,06	[0,98,1,16]	360	0,7	639	0,8	1,01	[0,88,1,17]	17	0,6	30	0,7	0,86	[0,46,1,62]
≥70dB	429	0,4	2.760	0,4	1,17	[1,04,1,30]	210	0,4	338	0,4	1,12	[0,92,1,35]	24	0,8	19	0,4	1,88	[0,97,3,61]
Kontinuierlich (pro 10dB)					1,031	[1,022-1,041] p<0,05					1,027	[1,011,1,044] p=0,001					1,021	[0,958,1,089] p=0,526

OR: Odds Ratio; Modell 3: adjustiert für Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Quote (Quintile); 95%-Konfidenzintervalle in Klammern.

Insgesamt ergeben die beschriebenen Prüfungen für keine Verkehrslärm-Art einen Hinweis auf eine wesentliche Selektionsverzerrung bei der Auswahl der anzuschreibenden Fälle einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit oder auf ein differenzielles Antwortverhalten. Damit lassen sich die Ergebnisse zur Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit vollumfänglich zur Verfolgung des primären und sekundären Ziels der vertiefenden Befragung heranziehen.

3.4.6 Sind die sekundärdatenbasierten Risikoschätzer für eine Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit durch unerkanntes oder residuelles Confounding verzerrt (primäres Ziel der vertiefenden Befragung)?

3.4.6.1 Fluglärm-bezogene Risikoschätzer für Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit: Verzerrung der sekundärdatenbasierten Risikoschätzer durch Confounding?

Im Sinne des primären Ziels der vertiefenden Befragung wird geprüft, ob und inwieweit sich die Risikoschätzer des ausschließlich auf Sekundärdaten basierenden Basismodells (OR_3) verändern, wenn in das ansonsten unveränderte Basismodell zusätzliche Variablen aus der vertiefenden Befragung aufgenommen werden. Die Fluglärm-bezogenen Ergebnisse dieser Prüfung sind in Tabelle 3-59 dargestellt. Als Vergleichsgrundlage sind in der linken Spalte der Tabelle 3-59 die bereits oben aufgeführten Kernergebnisse der Sekundärdatenanalyse nochmals aufgeführt.

Tabelle 3-59: Fluglärm und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit: Einbezug der Confounder aus der vertiefenden Befragung in das ausschließlich sekundärdatenbasierte Basismodell (OR_3)

	Fälle		Kontrollen		OR Basismodell 3		OR neues Basismodell 5		OR voll adjustiertes Modell 7	
	n	%	n	%						
24h-Dauerschallpegel										
<40dB, Max. <50dB	1159	40,4	1717	39,1	1,00	-	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	163	5,7	279	6,4	0,91	[0,72,1,14]	0,90	[0,72,1,12]	0,89	[0,71,1,11]
≥40-<45dB	853	29,8	1349	30,7	0,99	[0,87,1,13]	0,95	[0,84,1,08]	0,97	[0,85,1,09]
≥45-<50dB	439	15,3	662	15,1	1,08	[0,91,1,28]	1,02	[0,87,1,18]	1,00	[0,86,1,17]
≥50-<55dB	190	6,6	287	6,5	1,06	[0,84,1,32]	0,98	[0,79,1,21]	0,99	[0,80,1,23]
≥55-<60dB	61	2,1	98	2,2	1,05	[0,72,1,51]	0,93	[0,65,1,32]	0,94	[0,66,1,35]
≥60dB	1	<0,05	0	0,0	-	-	-	-	-	-
Kontinuierlich (pro 10 dB)					1,041	[0,945,1,145] p=0,417	0,991	[0,912,1,077] p=0,835	0,996	[0,915,1,084] p=0,927
Gesetzliche Nacht (22-06 h)										
<40dB, Max. <50dB	1321	46,1	1970	44,9	1,00	-	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	745	26,0	1204	27,4	0,94	[0,83,1,07]	0,93	[0,82,1,05]	0,93	[0,82,1,05]
≥40-<45dB	485	16,9	698	15,9	1,09	[0,93,1,27]	1,08	[0,93,1,25]	1,06	[0,91,1,23]
≥45-<50dB	203	7,1	364	8,3	0,87	[0,71,1,07]	0,83	[0,68,1,01]	0,83	[0,68,1,02]
≥50-<55dB	108	3,8	151	3,4	1,19	[0,89,1,59]	1,10	[0,83,1,44]	1,10	[0,83,1,45]
≥55-<60dB	4	0,1	5	0,1	1,02	[0,25,4,08]	0,98	[0,24,3,98]	1,19	[0,28,5,11]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
Zeitraum von 23-05 h										
<40dB, Max. <50dB	1326	46,3	1974	45,0	1,00	-	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	880	30,7	1373	31,3	0,97	[0,86,1,10]	0,95	[0,85,1,07]	0,95	[0,84,1,07]
≥40-<45dB	393	13,7	635	14,5	0,97	[0,83,1,14]	0,96	[0,82,1,12]	0,93	[0,80,1,09]
≥45-<50dB	201	7,0	305	6,9	1,04	[0,84,1,29]	0,97	[0,79,1,19]	0,99	[0,80,1,21]
≥50-<55dB	62	2,2	103	2,4	0,99	[0,70,1,41]	0,93	[0,66,1,31]	0,95	[0,67,1,35]
≥55-<60dB	4	0,1	2	<0,05	2,50	[0,40,15,72]	2,41	[0,36,16,00]	3,37	[0,48,23,57]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-	-	-

OR: Odds Ratio; Modell 3: adjustiert für Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Quote (Quintile); 95%-Konfidenzintervalle in Klammern.
OR Modell 3, adj. für Alter, Geschlecht, Bildung, Beruf, SGBII Quote
OR Modell 5, adj. für Alter, Geschlecht, Winkler Index
OR Modell 7, adj. für Alter, Geschlecht, Winkler Index, Tabakkonsum, BMI, Alkoholkonsum, Nachtschicht, Arbeitslärm, körperliche Aktivität

Zunächst wird zur Bildung des „neuen Basismodells“ der individuelle Winkler-Index anstelle der in den Sekundärdaten enthaltenen Angaben zum Sozialstatus (Krankenkassen-Angaben zu Bildung und Beruf, SGB II-Quote) aufgenommen. Die resultierenden Risikoschätzer (OR_5, siehe Tabelle 3-59, mittlere Spalte) sind also für die aus den Sekundärdaten entnommenen Variablen Alter und Geschlecht sowie für den aus der vertiefenden Befragung entnommenen individuellen Winkler-Index adjustiert. Im Ergebnis der Hauptanalyse mit 24h-Fluglärmpegeln finden sich bei Adjustierung für den individuellen Winkler-Index keine erhöhten Risikoschätzer mehr; auch eine positive (lineare) Expositions-Beziehung ist bei Adjustierung für den individuellen Winkler-Index nicht mehr zu erkennen.

Wenn im Sinne des „voll adjustierten“ Modells zusätzlich zum individuellen Winkler-Index die Variablen Tabakkonsum, Körpergewicht (BMI), Alkoholkonsum, Nachtschichtarbeit, Arbeitslärm und körperliche Aktivität in das logistische Regressionsmodell aufgenommen werden, (OR_7, siehe Tabelle 3-59, rechte Spalte), so bestätigt sich der fehlende Fund einer Risikoerhöhung. Allerdings lassen sich im „voll adjustierten“ Modell gegenüber dem „neuen Basismodell“ (OR_5, siehe Tabelle 3-59, mittlere Spalte) teilweise leicht erhöhte Risikoschätzer für eine Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit insbesondere für den nächtlichen Fluglärm finden[31]: Bei einem nächtlichen Fluglärm von ≥60 dB beträgt die Odds Ratio im voll adjustierten Modell 1,19 (gegenüber einer Odds Ratio von 0,98 im „neuen Basismodell“ und einer Odds Ratio von 1,02 im allein sekundärdatenbasierten Basismodell); einschränkend ist hier auf sehr niedrige Felderbelegungen hinzuweisen. Auf der Grundlage des Zeitraums von 23 bis 5 Uhr findet sich im voll adjustierten Modell bei einem nächtlichen Fluglärm von ≥60 dB ebenfalls eine höhere Odds Ratio (von 3,37) gegenüber dem „neuen Basismodell“ (von 2,41) und gegenüber dem allein sekundärdatenbasierten Basismodell (von 2,50); allerdings ist hier ebenfalls auf sehr geringe Fallzahlen hinzuweisen.

Insgesamt weisen die Ergebnisse der vertiefenden Befragung nicht eindeutig auf eine systematische Verzerrung der allein sekundärdatenbasierten Risikoschätzer einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit für Fluglärm hin: Im Vergleich zum „voll adjustierten“ Modell sind im allein sekundärdatenbasierten Modell die Risikoschätzer für den 24h-Dauerschallpegel tendenziell höher, die Risikoschätzer für den nächtlichen Fluglärm vergleichbar hoch, teilweise auch etwas niedriger.

Die vorgenannten Ergebnisse bei Berücksichtigung unterschiedlicher Confoundersets basieren auf den allein sekundärdatenbasierten Lärmberechnungen. In Tabelle 3-60 sind demgegenüber die Ergebnisse bei Berücksichtigung der Außenlärmpegel angegeben, die

[31] Wie im Methodenteil ausgeführt, geht es hier nicht um die Frage der statistischen Signifikanz, sondern um die Frage der Richtung und Höhe etwaiger „Risikoveränderungen“.

sich mit den Adressangaben (für das Jahr 2005) der Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung berechnen ließen[32].

[32] Probanden, für die sich auf der Grundlage der eigenen Adressangaben keine Schallpegel zuordnen ließen (227 Fälle, 391 Kontrollpersonen), wurden als eigene Kategorie in die logistische Regressionsanalyse aufgenommen; in den Tabellen 3-60, 3-62 und 3-64 ist diese Kategorie nicht aufgeführt.

Tabelle 3-60: Fluglärm und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit – Einbezug der Außenlärmpegel auf der Grundlage der Adressdaten der vertiefenden Befragung

	Fälle		Kontrollen		OR Basismodell 3		OR neues Basismodell 5		OR voll adjustiertes Modell 7	
	n	%	n	%						
24h-Dauerschallpegel										
<40dB, Max. <50dB	1065	37,2	1508	34,3	1,00	-	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	188	6,6	312	7,1	0,87	[0,70,1,08]	0,87	[0,70,1,07]	0,86	[0,69,1,06]
≥40-<45dB	750	26,2	1195	27,2	0,92	[0,80,1,06]	0,90	[0,79,1,02]	0,91	[0,80,1,04]
≥45-<50dB	403	14,1	615	14,0	1,02	[0,86,1,22]	0,98	[0,84,1,15]	0,97	[0,83,1,15]
≥50-<55dB	174	6,1	277	6,3	0,97	[0,77,1,23]	0,92	[0,74,1,14]	0,94	[0,76,1,18]
≥55-<60dB	58	2,0	94	2,1	0,99	[0,68,1,44]	0,91	[0,63,1,31]	0,91	[0,63,1,32]
≥60dB	1	<0,05	0	0,00	-	-	-	-	-	-
Kontinuierlich (pro 10 dB)					1,019	[0,923,1,125] p=0,706	0,973	[0,893,1,061] p=0,538	0,980	[0,898,1,070] p=0,653
$L_{DEN(EU)}$										
<40dB, Max. <50dB	722	25,2	1019	23,2	1,00	-	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	1	<0,05	2	0,1	0,41	[0,03,5,01]	0,41	[0,03,5,10]	0,52	[0,04,6,53]
≥40-<45dB	666	23,2	1021	23,3	0,91	[0,78,1,05]	0,89	[0,77,1,03]	0,92	[0,79,1,07]
≥45-<50dB	733	25,6	1175	26,8	0,89	[0,76,1,04]	0,87	[0,75,1,00]	0,89	[0,77,1,03]
≥50-<55dB	327	11,4	485	11,0	1,01	[0,83,1,23]	0,99	[0,82,1,18]	0,98	[0,82,1,19]
≥55-<60dB	147	5,1	242	5,5	0,92	[0,71,1,18]	0,86	[0,67,1,09]	0,89	[0,70,1,14]
≥60dB	43	1,5	57	1,3	1,22	[0,77,1,92]	1,10	[0,71,1,71]	1,19	[0,76,1,86]
Gesetzliche Nacht (22-06 h)										
<40dB, Max. <50dB	1202	41,9	1744	39,7	1,00	-	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	698	24,4	1108	25,2	0,94	[0,82,1,07]	0,93	[0,81,1,05]	0,93	[0,81,1,06]
≥40-<45dB	443	15,5	645	14,7	1,06	[0,91,1,25]	1,05	[0,91,1,23]	1,05	[0,90,1,22]
≥45-<50dB	190	6,6	359	8,2	0,83	[0,67,1,03]	0,80	[0,65,0,98]	0,80	[0,65,0,99]
≥50-<55dB	102	3,6	140	3,2	1,21	[0,90,1,63]	1,12	[0,84,1,50]	1,14	[0,85,1,52]
≥55-<60dB	4	0,1	5	0,1	1,02	[0,25,4,07]	0,99	[0,24,4,04]	1,18	[0,27,5,06]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
Gesetzlicher Tag (06-22 h)										
<40dB, Max. <50dB	965	33,7	1368	31,2	1,00	-	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	104	3,6	170	3,9	0,91	[0,69,1,20]	0,90	[0,68,1,18]	0,89	[0,67,1,17]
≥40-<45dB	769	26,8	1203	27,4	0,95	[0,82,1,09]	0,93	[0,81,1,06]	0,93	[0,81,1,06]
≥45-<50dB	489	17,1	769	17,5	0,97	[0,82,1,14]	0,93	[0,80,1,08]	0,94	[0,81,1,10]
≥50-<55dB	230	8,0	353	8,0	1,03	[0,83,1,28]	0,98	[0,80,1,20]	0,98	[0,80,1,21]
≥55-<60dB	78	2,7	135	3,1	0,90	[0,65,1,25]	0,84	[0,61,1,14]	0,85	[0,62,1,16]
≥60dB	4	0,1	3	0,1	1,17	[0,25,5,49]	1,20	[0,25,5,66]	1,26	[0,26,6,22]

Zeitraum von 23-05 h (Nacht)										
<40dB, Max. <50dB	1204	42,0	1747	39,8	1,00	-	1,00	[1,00,1,00]	1,00	[1,00,1,00]
<40dB, Max. ≥50dB	821	28,7	1273	29,0	0,96	[0,84,1,09]	0,94	[0,83,1,07]	0,95	[0,84,1,07]
≥40-<45dB	369	12,9	590	13,4	0,99	[0,84,1,17]	0,97	[0,83,1,14]	0,95	[0,81,1,12]
≥45-<50dB	182	6,4	297	6,8	0,97	[0,78,1,21]	0,91	[0,74,1,13]	0,93	[0,75,1,16]
≥50-<55dB	59	2,1	92	2,1	1,05	[0,73,1,52]	1,00	[0,70,1,43]	1,04	[0,72,1,49]
≥55-<60dB	4	0,1	2	0,1	2,50	[0,40,15,73]	2,48	[0,37,16,51]	3,36	[0,48,23,61]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
Zeitraum von 05-23 h (Tag)										
<40dB, Max. <50dB	992	34,6	1400	31,9	1,00	-	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	111	3,9	178	4,1	0,91	[0,69,1,19]	0,90	[0,69,1,18]	0,89	[0,68,1,18]
≥40-<45dB	782	27,3	1242	28,3	0,91	[0,80,1,05]	0,90	[0,79,1,02]	0,89	[0,78,1,02]
≥45-<50dB	464	16,2	715	16,3	0,98	[0,83,1,16]	0,94	[0,81,1,10]	0,95	[0,81,1,11]
≥50-<55dB	216	7,5	342	7,8	0,97	[0,78,1,20]	0,92	[0,76,1,13]	0,93	[0,76,1,14]
≥55-<60dB	70	2,4	123	2,8	0,91	[0,65,1,28]	0,85	[0,61,1,17]	0,85	[0,61,1,19]
≥60dB	4	0,1	1	<0,05	2,82	[0,31,25,61]	2,85	[0,31,25,89]	3,26	[0,34,31,48]

OR: Odds Ratio; 95%-Konfidenzintervalle in Klammern.
OR Modell 3, adj. für Alter, Geschlecht, Bildung, Beruf, SGBII Quote
OR Modell 5, adj. für Alter, Geschlecht, Winkler Index
OR Modell 7, adj. für Alter, Geschlecht, Winkler Index, Tabakkonsum, BMI, Alkoholkonsum, Nachtschicht, Arbeitslärm, körperliche Aktivität

Im Ergebnis lassen sich die Risikoerhöhungen des Basismodells (OR_3, linke Spalte der Tabelle 3-60 im Vergleich mit der linken Spalte der Tabelle 3-59) für den 24h-Dauerschallpegel auf der Grundlage der Adressangaben der Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung nicht reproduzieren. Allerdings stimmen die Ergebnisse des Basismodells für die gesetzliche Nacht wie für den Zeitraum von 23-05 Uhr zwischen Tabelle 3-60 und Tabelle 3-59 gut überein. Auch die Ergebnisse des voll adjustierten Modells zeigen sich nicht wesentlich davon abhängig, ob die Außenpegel auf der Grundlage der sekundärdatenbasierten Adressangaben (Tabelle 3-59, rechte Spalte) oder auf der Grundlage der selbst angegebenen Adressangaben (Tabelle 3-60, rechte Spalte) berechnet wurden.

3.4.6.2 Straßenverkehrslärm-bezogene Risikoschätzer für Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit: Verzerrung der sekundärdatenbasierten Risikoschätzer durch Confounding ?

Auch für den Straßenverkehrslärm wird geprüft, ob und inwieweit sich die Risikoschätzer des ausschließlich auf Sekundärdaten basierenden Basismodells (OR_3) verändern, wenn in das ansonsten unveränderte Basismodell zusätzliche Variablen aus der vertiefenden Befragung aufgenommen werden. Die Ergebnisse dieser Prüfung sind in Tabelle 3-61 dargestellt. Als Vergleichsgrundlage sind in der linken Spalte der Tabelle 3-61 wiederum die bereits oben aufgeführten Kernergebnisse der Sekundärdatenanalyse nochmals aufgeführt.

Zunächst wird zur Bildung des „neuen Basismodells“ (OR_5, siehe Tabelle 3-61, mittlere Spalte) wieder der individuelle Winkler-Index anstelle der in den Sekundärdaten enthaltenen Angaben zum Sozialstatus (Krankenkassen-Angaben zu Bildung und Beruf, SGB II-Quote) aufgenommen. Statistisch nicht signifikant erhöhte Risikoschätzer für den Straßenverkehrslärm finden sich im allein sekundärdatenbasierten Basismodell in den Kategorien 65 bis <70 dB (OR = 1,10; 95% KI 0,84-1,44) und ≥70 dB (OR = 1,42; 95% KI 0,93-2,19). Im Ergebnis der Hauptanalyse mit 24h-Fluglärmpegeln finden sich bei Adjustierung für den individuellen Winkler-Index („neues Basismodell“; Tabelle 3-61, mittlere Spalte) vergleichbare Ergebnisse wie beim sekundärdatenbasierten Basismodell (Tabelle 3-61, linke Spalte): für einen Dauerschallpegel ≥70 dB zeigt sich im „neuen Basismodell“ eine Odds Ratio von 1,38, im allein sekundärdatenbasierten Basismodell von 1,42.

Tabelle 3-61: Straßenverkehrslärm und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit: Einbezug der Confounder aus der vertiefenden Befragung in das ausschließlich sekundärdatenbasierte Basismodell (OR_3)

	Fälle		Kontrollen		OR Basismodell 3		OR neues Basismodell 5		OR voll adjustiertes Modell 7	
	n	%	n	%						
24h-Dauerschallpegel										
<40dB	325	11,3	480	10,9	1,00	-	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	669	23,3	906	20,6	1,05	[0,87,1,27]	1,05	[0,88,1,27]	1,05	[0,87,1,27]
≥45-<50dB	654	22,8	1108	25,2	0,86	[0,72,1,04]	0,86	[0,72,1,03]	0,87	[0,72,1,05]
≥50-<55dB	503	17,6	757	17,2	1,02	[0,84,1,24]	1,01	[0,83,1,22]	1,02	[0,84,1,25]
≥55-<60dB	295	10,3	473	10,8	1,00	[0,80,1,24]	0,99	[0,80,1,23]	0,99	[0,79,1,24]
≥60-<65dB	212	7,4	370	8,4	0,89	[0,70,1,13]	0,88	[0,69,1,11]	0,86	[0,67,1,09]
≥65-<70dB	155	5,4	233	5,3	1,10	[0,84,1,44]	1,07	[0,82,1,39]	1,07	[0,81,1,40]
≥70dB	53	1,9	65	1,5	1,42	[0,93,2,19]	1,38	[0,90,2,11]	1,51	[0,98,2,34]
Kontinuierlich (pro 10 dB)					1,023	[0,965,1,084] p=0,450	1,013	[0,957,1,073] p=0,653	1,016	[0,959,1,078] p=0,586
Gesetzliche Nacht (22-06 h)										
<40dB	1227	42,8	1776	40,4	1,00	-	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	552	19,3	926	21,1	0,89	[0,78,1,03]	0,89	[0,77,1,02]	0,88	[0,77,1,02]
≥45-<50dB	447	15,6	675	15,4	1,05	[0,90,1,22]	1,03	[0,89,1,20]	1,04	[0,89,1,21]
≥50-<55dB	309	10,8	498	11,34	0,99	[0,84,1,18]	0,98	[0,83,1,16]	0,97	[0,81,1,15]
≥55-<60dB	209	7,3	346	7,9	0,97	[0,79,1,18]	0,94	[0,77,1,15]	0,93	[0,75,1,14]
≥60dB	122	4,3	171	3,9	1,19	[0,91,1,55]	1,17	[0,90,1,52]	1,19	[0,91,1,56]
Gesetzlicher Tag (06-22 h)										
<40dB, Max. <50dB	230	8,0	365	8,3	1,00	-	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	487	17,0	696	15,9	1,01	[0,81,1,26]	1,01	[0,82,1,26]	1,00	[0,80,1,25]
≥45-<50dB	734	25,6	1100	25,1	1,02	[0,83,1,26]	1,02	[0,83,1,25]	1,05	[0,85,1,29]
≥50-<55dB	576	20,1	903	20,6	1,01	[0,82,1,26]	1,00	[0,81,1,23]	1,01	[0,81,1,25]
≥55-<60dB	343	12,0	548	12,5	1,02	[0,81,1,29]	1,02	[0,81,1,28]	1,03	[0,82,1,30]
≥60dB	496	17,3	780	17,8	1,08	[0,87,1,34]	1,05	[0,85,1,31]	1,05	[0,84,1,30]

OR: Odds Ratio; 95%-Konfidenzintervalle in Klammern.

OR Modell 3, adj. für Alter, Geschlecht, Bildung, Beruf, SGBII Quote

OR Modell 5, adj. für Alter, Geschlecht, Winkler Index

OR Modell 7, adj. für Alter, Geschlecht, Winkler Index, Tabakkonsum, BMI, Alkoholkonsum, Nachtschicht, Arbeitslärm, körperliche Aktivität

Auch wenn im Sinne des „voll adjustierten“ Modells zusätzlich zum individuellen Winkler-Index die Variablen Tabakkonsum, Körpergewicht (BMI), Alkoholkonsum, Nachtschichtarbeit, Arbeitslärm und körperliche Aktivität in das logistische Regressionsmodell aufgenommen werden, (OR_7, siehe Tabelle 3-61, rechte Spalte), findet sich bei einem Dauerschallpegel ≥70 dB eine nicht wesentlich veränderte Odds Ratio von 1,51. Die lineare Expositions-Risiko-Beziehung im „voll adjustierten“ Modell ist mit der linearen Expositions-Risiko-Beziehung im Basismodell vergleichbar: Im volladjustierten Modell beträgt die Risikoerhöhung pro 10 dB Dauerschallpegel 1,6%, im „neuen Basismodell“ (ohne Adjustierung für Lebensstil-Faktoren) 1,3% und im sekundärdatenbasierten Modell 2,3%. In Tabelle 3-61 sind die Ergebnisse bei Berücksichtigung der Außenlärmpegel angegeben, die sich mit den Adressangaben (für das Jahr 2005) der Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung berechnen ließen. Die vorgenannten Ergebnisse sprechen gegen ein residuelles oder unerkanntes Confounding der allein sekundärdatenbasierten Effektschätzer zum Zusammenhang zwischen Straßenverkehrslärm und Herzinsuffizienz/hypertensiver Herzkrankheit.

Wenn die Außenpegel nicht auf der Grundlage der von Krankenkassen-Adressdaten berechnet werden, sondern auf der Grundlage der Adressangaben der Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung, so zeigt sich in allen Modellen[33] eine etwas stärker ausgeprägte positive Expositions-Risiko-Beziehung (Tabelle 3-62). Demgegenüber zeigen sich für einen Lärmpegel ≥60 dB in der gesetzlichen Nacht auf der Grundlage der Adressangaben der Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung vergleichsweise etwas niedrigere Risikoschätzer in allen Modellen. Bei Berücksichtigung des individuellen Winkler-Indizes im „neuen Basismodell“ (OR_5) zeigt sich eine leichtere Verringerung der Risikoschätzer gegenüber dem sekundärdatenbasierten Basismodell (OR_3); eine zusätzliche Adjustierung für individuelle Lebensstil-Faktoren im „voll adjustierten“ Modell hat keinen nennenswerten Einfluss auf die Risikoschätzer. Insgesamt spricht auch die Auswertung auf der Grundlage der Adressangaben der Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung gegen eine Verzerrung der sekundärdatenbasierten Ergebnisse durch unerkanntes oder residuelles Confounding.

[33] Modelle: sekundärdatenbasiertes Basismodell [OR_3], auf der vertiefenden Befragung aufbauendes „neues Basismodell“ [OR_5] und „voll adjustiertes“ Modell [OR_7]

Tabelle 3-62: Straßenverkehrslärm und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit – Einbezug der Außenlärmpegel auf der Grundlage der Adressdaten der vertiefenden Befragung

	Fälle		Kontrollen		OR Basismodell 3		OR neues Basismodell 5		OR voll adjustiertes Modell 7	
	n	%	n	%						
24h-Dauerschallpegel										
<40dB	292	10,2	441	10,0	1,00	-	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	604	21,1	821	18,7	1,07	[0,88,1,31]	1,08	[0,89,1,31]	1,07	[0,88,1,30]
≥45-<50dB	598	20,9	1010	23,0	0,89	[0,74,1,09]	0,89	[0,73,1,07]	0,90	[0,74,1,10]
≥50-<55dB	463	16,2	692	15,8	1,03	[0,84,1,27]	1,02	[0,83,1,25]	1,03	[0,84,1,27]
≥55-<60dB	281	9,8	425	9,7	1,09	[0,86,1,37]	1,08	[0,86,1,35]	1,08	[0,85,1,36]
≥60-<65dB	199	6,9	318	7,2	0,95	[0,74,1,22]	0,94	[0,73,1,20]	0,92	[0,71,1,18]
≥65-<70dB	150	5,2	218	5,0	1,16	[0,88,1,53]	1,12	[0,85,1,47]	1,11	[0,84,1,47]
≥70dB	52	1,8	76	1,7	1,31	[0,86,1,99]	1,26	[0,83,1,91]	1,35	[0,88,2,07]
Kontinuierlich (pro 10 dB)					1,038	[0,978,1,101] p=0,221	1,023	[0,966,1,084] p=0,434	1,025	[0,966,1,088] p=0,415
Gesetzliche Nacht (22-06 h)										
<40dB	1122	39,2	1635	37,2	1,00	-	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	510	17,8	845	19,2	0,93	[0,81,1,08]	0,92	[0,80,1,06]	0,93	[0,80,1,08]
≥45-<50dB	397	13,9	602	13,7	1,01	[0,86,1,19]	1,00	[0,85,1,17]	1,01	[0,85,1,18]
≥50-<55dB	296	10,3	435	9,9	1,09	[0,91,1,30]	1,07	[0,90,1,28]	1,05	[0,87,1,26]
≥55-<60dB	204	7,1	311	7,1	1,02	[0,83,1,26]	0,99	[0,80,1,21]	0,99	[0,80,1,22]
≥60dB	110	3,8	173	3,9	1,15	[0,87,1,51]	1,11	[0,85,1,46]	1,13	[0,86,1,50]
Gesetzlicher Tag (06-22 h)										
<40dB	206	7,2	329	7,5	1,00	-	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	448	15,6	653	14,9	1,04	[0,83,1,30]	1,04	[0,83,1,31]	1,04	[0,82,1,31]
≥45-<50dB	669	23,3	998	22,7	1,04	[0,83,1,29]	1,03	[0,83,1,28]	1,05	[0,84,1,30]
≥50-<55dB	527	18,4	820	18,7	1,04	[0,83,1,30]	1,02	[0,82,1,27]	1,04	[0,83,1,30]
≥55-<60dB	321	11,2	495	11,3	1,08	[0,85,1,38]	1,07	[0,84,1,36]	1,08	[0,85,1,38]
≥60dB	468	16,3	706	16,1	1,13	[0,90,1,41]	1,09	[0,87,1,37]	1,09	[0,86,1,37]

OR: Odds Ratio; 95%-Konfidenzintervalle in Klammern.
OR Modell 3, adj. für Alter, Geschlecht, Bildung, Beruf, SGBII Quote
OR Modell 5, adj. für Alter, Geschlecht, Winkler Index
OR Modell 7, adj. für Alter, Geschlecht, Winkler Index, Tabakkonsum, BMI, Alkoholkonsum, Nacht-schicht, körperliche Aktivität

3.4.6.3 Schienenverkehrslärm-bezogene Risikoschätzer für Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit: Verzerrung der sekundärdatenbasierten Risikoschätzer durch Confounding?

Schließlich wird auch für den Schienenverkehrslärm gesondert geprüft, ob und inwieweit sich die Risikoschätzer des ausschließlich auf Sekundärdaten basierenden Basismodells (OR_3) verändern, wenn in das ansonsten unveränderte Basismodell zusätzliche Variablen aus der vertiefenden Befragung aufgenommen werden. Die Ergebnisse dieser Prüfung sind in Tabelle 3-63 dargestellt. Als Vergleichsgrundlage sind in der linken Spalte der Tabelle 3-63 wiederum die bereits oben aufgeführten Kernergebnisse der Sekundärdatenanalyse nochmals aufgeführt.

Tabelle 3-63: Schienenverkehrslärm und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit: Einbezug der Confounder aus der vertiefenden Befragung in das ausschließlich sekundärdatenbasierte Basismodell (OR_3)

	Fälle		Kontrollen		OR Basismodell 3		OR neues Basismodell 5		OR voll adjustiertes Modell 7	
	n	%	n	%						
24h-Dauerschallpegel										
<40dB	1593	55,6	2447	55,7	1,00	-	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	355	12,4	535	12,2	1,08	[0,92,1,27]	1,05	[0,90,1,24]	1,06	[0,90,1,24]
≥45-<50dB	441	15,4	676	15,4	1,04	[0,90,1,21]	1,01	[0,87,1,17]	1,01	[0,87,1,18]
≥50-<55dB	277	9,7	432	9,8	1,07	[0,89,1,28]	1,06	[0,89,1,27]	1,06	[0,89,1,27]
≥55-<60dB	120	4,2	182	4,1	1,00	[0,77,1,30]	0,99	[0,77,1,29]	1,00	[0,77,1,30]
≥60-<65dB	39	1,4	71	1,6	0,91	[0,59,1,40]	0,90	[0,59,1,39]	0,94	[0,60,1,45]
≥65-<70dB	17	0,6	30	0,7	0,86	[0,46,1,62]	0,85	[0,46,1,60]	0,85	[0,45,1,61]
≥70dB	24	0,8	19	0,4	1,88	[0,97,3,61]	1,85	[0,96,3,54]	1,88	[0,97,3,64]
Kontinuierlich					1,021	[0,958,1,089]	1,013	[0,952,1,078]	1,018	[0,955,1,084]
(pro 10 dB)						p=0,526		p=0,679		p=0,590
Gesetzliche Nacht (22-06 h)										
<40dB	1569	54,8	2405	54,8	1,00	-	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	348	12,1	542	12,3	1,02	[0,87,1,21]	0,99	[0,84,1,16]	0,97	[0,82,1,14]
≥45-<50dB	449	15,7	644	14,7	1,12	[0,96,1,30]	1,08	[0,93,1,25]	1,09	[0,94,1,27]
≥50-<55dB	284	9,9	452	10,3	1,07	[0,89,1,28]	1,06	[0,89,1,26]	1,05	[0,88,1,26]
≥55-<60dB	133	4,6	206	4,7	0,94	[0,73,1,21]	0,94	[0,74,1,20]	0,93	[0,73,1,20]
≥60dB	83	2,9	143	3,3	0,91	[0,67,1,23]	0,91	[0,68,1,23]	0,94	[0,70,1,28]
Gesetzlicher Tag (06-22 h)										
<40dB, Max. <50dB	1563	54,5	2399	54,6	1,00	-	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	414	14,5	633	14,4	1,03	[0,89,1,20]	1,01	[0,87,1,17]	1,02	[0,88,1,19]
≥45-<50dB	431	15,0	632	14,4	1,11	[0,96,1,30]	1,08	[0,93,1,26]	1,07	[0,92,1,25]
≥50-<55dB	279	9,7	449	10,2	1,01	[0,84,1,20]	0,99	[0,83,1,18]	0,99	[0,83,1,19]
≥55-<60dB	105	3,7	165	3,8	0,99	[0,75,1,30]	0,98	[0,75,1,29]	0,99	[0,75,1,30]
≥60dB	74	2,6	114	2,6	1,06	[0,77,1,47]	1,04	[0,76,1,44]	1,08	[0,78,1,49]

OR: Odds Ratio; 95%-Konfidenzintervalle in Klammern.
OR Modell 3, adj. für Alter, Geschlecht, Bildung, Beruf, SGBII Quote
OR Modell 5, adj. für Alter, Geschlecht, Winkler Index
OR Modell 7, adj. für Alter, Geschlecht, Winkler Index, Tabakkonsum, BMI, Alkoholkonsum, Nacht-schicht, körperliche Aktivität

Zunächst wird zur Bildung des „neuen Basismodells“ (OR_5, siehe Tabelle 3-63 , mittlere Spalte) wieder der individuelle Winkler-Index anstelle der in den Sekundärdaten enthaltenen Angaben zum Sozialstatus (Krankenkassen-Angaben zu Bildung und Beruf, SGB II-Quote) aufgenommen. Vergleichbar deutlich erhöhte Risikoschätzer für den Schienenverkehrslärm finden sich im allein sekundärdatenbasierten Basismodell (Tabelle 3-63, linke Spalte) ebenso wie im „neuen Basismodell“ (Tabelle 3-63, mittlere Spalte): für einen Dauerschallpegel ≥70 dB zeigt sich im „neuen Basismodell“ eine Odds Ratio von 1,85, im allein sekundärdatenbasierten Basismodell von 1,88.

Wenn im Sinne des „voll adjustierten“ Modells zusätzlich zum individuellen Winkler-Index die Variablen Tabakkonsum, Körpergewicht (BMI), Alkoholkonsum, Nachtschichtarbeit, Arbeitslärm und körperliche Aktivität in das logistische Regressionsmodell aufgenommen werden, (OR_7, siehe Tabelle 3-63, rechte Spalte), finden sich in der Hauptanalyse keine wesentlich veränderten Risikoschätzer: Im voll adjustierten Modell zeigt sich für einen Dauerschallpegel ≥70 dB eine gegenüber dem allein sekundärdatenbasierten Basismodell nahezu unveränderte Odds Ratio von 1,88. Auch die lineare Expositions-Risiko-Beziehung im „voll adjustierten“ Modell ist mit der linearen Expositions-Risiko-Beziehung im Basismodell vergleichbar: Im volladjustierten Modell beträgt die Risikoerhöhung pro 10 dB Dauerschallpegel 1,8% und im sekundärdatenbasierten Modell 2,1%. Bei Betrachtung der gesetzlichen Nacht (22 bis 6 Uhr) zeigen sich – zwischen voll adjustiertem Modell und Basismodell vergleichbare – erhöhte Risikoschätzer insbesondere im Pegelbereich zwischen 45 und 55 dB. Die vorgenannten Ergebnisse sprechen gegen ein residuelles oder unerkanntes Confounding der allein sekundärdatenbasierten Effektschätzer zum Zusammenhang zwischen Schienenverkehrslärm und Herzinsuffizienz/hypertensiver Herzkrankheit.

In Tabelle 3-64 sind die Ergebnisse bei Berücksichtigung der Außenlärmpegel angegeben, die sich mit den Adressangaben (für das Jahr 2005) der Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung berechnen ließen. Wenn die Außenpegel nicht auf der Grundlage der Krankenkassen-Adressdaten berechnet werden, sondern auf der Grundlage der Adressangaben der Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung, so zeigt sich in der Hauptanalyse in allen Modellen eine gleich starke oder etwas stärker ausgeprägte Risikoerhöhung für einen Lärmpegel ≥70 dB: im sekundärdatenbasierten Basismodell beträgt die OR_3 1,88, im „neuen Basismodell“ beträgt die OR_5 1,92, und im „voll adjustierten“ Modell beträgt die OR_7 1,96.

Tabelle 3-64: Schienenverkehrslärm und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit – Einbezug der Außenlärmpegel auf der Grundlage der Adressdaten der vertiefenden Befragung

	Fälle		Kontrollen		OR Basismodell 3		OR neues Basismodell 5		OR voll adjustiertes Modell 7	
	n	%	n	%						
24h-Dauerschallpegel										
<40dB	1471	51,3	2217	50,5	1,00	-	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	329	11,5	493	11,2	1,09	[0,92,1,29]	1,06	[0,90,1,26]	1,06	[0,90,1,26]
≥45-<50dB	397	13,9	630	14,3	1,01	[0,86,1,18]	0,98	[0,84,1,15]	0,99	[0,85,1,16]
≥50-<55dB	250	8,7	377	8,6	1,07	[0,88,1,29]	1,06	[0,88,1,28]	1,06	[0,87,1,28]
≥55-<60dB	107	3,7	168	3,8	1,00	[0,76,1,32]	1,00	[0,76,1,31]	1,00	[0,76,1,32]
≥60-<65dB	46	1,6	67	1,5	1,14	[0,75,1,72]	1,12	[0,74,1,69]	1,17	[0,77,1,77]
≥65-<70dB	17	0,6	33	0,8	0,85	[0,45,1,60]	0,85	[0,45,1,60]	0,85	[0,45,1,61]
≥70dB	22	0,8	16	0,4	1,88	[0,94,3,74]	1,92	[0,96,3,83]	1,96	[0,97,3,95]
Kontinuierlich					1,032	[0,966,1,102]	1,026	[0,963,1,093]	1,029	[0,964,1,098]
(pro 10 dB)						p=0,351		p=0,432		p=0,385
Gesetzliche Nacht (22-06 h)										
<40dB	1459	50,9	2179	49,6	1,00	-	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	316	11,0	501	11,4	1,00	[0,84,1,19]	0,97	[0,82,1,15]	0,96	[0,81,1,13]
≥45-<50dB	395	13,8	599	13,6	1,05	[0,89,1,23]	1,02	[0,88,1,19]	1,04	[0,89,1,22]
≥50-<55dB	262	9,1	415	9,5	1,05	[0,87,1,26]	1,04	[0,86,1,24]	1,03	[0,85,1,24]
≥55-<60dB	121	4,2	173	3,9	1,05	[0,81,1,37]	1,05	[0,81,1,37]	1,04	[0,80,1,36]
≥60dB	86	3,0	134	3,1	1,03	[0,76,1,39]	1,03	[0,76,1,39]	1,06	[0,79,1,44]
Gesetzlicher Tag (06-22 h)										
<40dB	1443	50,4	2173	49,5	1,00	-	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	383	13,4	588	13,4	1,03	[0,88,1,21]	1,01	[0,87,1,18]	1,02	[0,87,1,20]
≥45-<50dB	393	13,7	594	13,5	1,07	[0,91,1,25]	1,04	[0,89,1,22]	1,04	[0,89,1,22]
≥50-<55dB	250	8,7	383	8,7	1,05	[0,87,1,27]	1,04	[0,86,1,25]	1,03	[0,85,1,25]
≥55-<60dB	93	3,2	153	3,5	0,96	[0,72,1,28]	0,96	[0,72,1,28]	0,96	[0,72,1,29]
≥60dB	77	2,7	110	2,5	1,14	[0,82,1,57]	1,13	[0,81,1,55]	1,16	[0,84,1,61]

OR: Odds Ratio; 95%-Konfidenzintervalle in Klammern.
OR Modell 3, adj. für Alter, Geschlecht, Bildung, Beruf, SGBII Quote
OR Modell 5, adj. für Alter, Geschlecht, Winkler Index
OR Modell 7, adj. für Alter, Geschlecht, Winkler Index, Tabakkonsum, BMI, Alkoholkonsum, Nacht-schicht, körperliche Aktivität

Die Risikoerhöhung pro 10 dB ist allerdings auf der Grundlage der eigenen Adressangaben (Tabelle 3-62) deutlicher ausgeprägt als auf der Grundlage der Krankenkassen-Adressangaben (Tabelle 3-63). Dabei finden sich wiederum keine nennenswerten Unterschiede zwischen dem allein sekundärdatenbasierten Basismodell und den Modellen mit Berücksichtigung der Confounder aus der vertiefenden Befragung. Auch die Auswertung auf der Grundlage der Adressangaben der Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung spricht somit gegen eine bedeutsame Verzerrung der sekundärdatenbasierten Ergebnisse durch unerkanntes oder residuelles Confounding.

3.4.7 Unterscheiden sich die Risikoschätzer für eine Herzinsuffizienz/ hypertensive Herzkrankheit auf der Grundlage der Innenraumpegel von den Risikoschätzern auf der Grundlage der Außenpegel (sekundäres Ziel der vertiefenden Befragung)?

3.4.7.1 Fluglärm und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit: Berücksichtigung der Innenraumpegel in der vertiefenden Befragung

In Tabelle 3-65 sind die Risikoschätzer für eine Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit für die Innenraumpegel angegeben. Dargestellt werden wiederum das Basismodell (OR_3, adjustiert ausschließlich für sekundärdatenbasierte Confounder), das „neue Basismodell“ (OR_5, adjustiert für Alter, Geschlecht und individuellem Winkler-Index aus der vertiefenden Befragung) und das „voll adjustierte“ Modell (OR_7, adjustiert für Alter, Geschlecht, individuellen Winkler-Index, Tabakkonsum, BMI, Alkoholkonsum, Nachtschichtarbeit, Arbeitslärm, körperliche Aktivität).

Im Vergleich mit den in Tabelle 3-60 (rechte Spalte) dargestellten Risikoschätzern einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit für Außenpegel zeigt sich ein stärkerer Zusammenhang zwischen Fluglärm-bezogenen Innenraumpegeln und den Risikoschätzern für eine Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit: Pro 10 dB Innenraum-Dauerschallpegel findet sich im voll adjustierten Modell eine Risikoerhöhung von 1,1%; demgegenüber zeigt sich in der Hauptanalyse der Außenpegel keine positive (sondern eine tendenziell negative) Expositions-Risiko-Beziehung im voll adjustierten Modell. Bei der Interpretation der prozentualen Risikoerhöhung pro 10 dB ist zu berücksichtigen, dass der Abstand zwischen höchster und niedrigster Pegelstufe bei den Innenraumpegeln größer ist als bei den Außenpegeln, so dass ausgehend von einer linearen Expositions-Risiko-Beziehung die gleiche prozentuale Risikoerhöhung pro 10 dB ein größeres Risiko bei höchster Innenraumpegel-Kategorie als bei größter Außenpegel-Kategorie bedeutet.

Tabelle 3-65: Fluglärm-bedingte Innenraumpegel auf der Grundlage der vertiefenden Befragung und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit

	Fälle		Kontrollen		OR Basismodell 3		OR neues Basismodell 5		OR voll adjustiertes Modell 7	
	n	%	n	%						
24h-Dauerschallpegel										
<15dB	1.446	50,5	2.143	48,8	1,00	-	1,00	-	1,00	-
≥15-<20dB	57	2,0	99	2,3	0,89	[0,62,1,28]	0,83	[0,58,1,18]	0,84	[0,58,1,21]
≥20-<25dB	28	1,0	55	1,3	0,77	[0,47,1,27]	0,72	[0,44,1,18]	0,74	[0,45,1,23]
≥25-<30dB	205	7,2	286	6,5	1,10	[0,89,1,36]	1,07	[0,87,1,32]	1,05	[0,85,1,30]
≥30-<35dB	329	11,5	513	11,7	1,02	[0,86,1,21]	0,98	[0,83,1,15]	0,99	[0,84,1,17]
≥35-<40dB	160	5,6	229	5,2	1,18	[0,93,1,50]	1,14	[0,90,1,43]	1,11	[0,88,1,41]
≥40-<45dB	142	5,0	243	5,5	1,00	[0,79,1,27]	0,96	[0,76,1,22]	0,98	[0,77,1,24]
≥45-<50dB	165	5,8	284	6,5	1,00	[0,80,1,25]	0,97	[0,78,1,21]	0,95	[0,76,1,18]
≥50-<55dB	69	2,4	96	2,2	1,31	[0,92,1,84]	1,25	[0,89,1,76]	1,19	[0,84,1,68]
≥55-<60dB	34	1,2	44	1,0	1,40	[0,85,2,29]	1,31	[0,81,2,14]	1,31	[0,80,2,15]
≥60dB	4	0,1	9	0,2	0,78	[0,22,2,74]	0,77	[0,22,2,68]	0,86	[0,24,3,13]
Kontinuierlich					1,031	[0,992,1,072]	1,015	[0,979,1,052]	1,011	[0,974,1,049]
(pro 10 dB)						p=0,122		p=0,417		p=0,562
Gesetzliche Nacht (22-06 h)										
<15dB	2.013	70,2	3.040	69,22	1,00	-	1,00	-	1,00	-
≥15-<20dB	32	1,1	60	1,37	0,82	[0,51,1,30]	0,75	[0,47,1,19]	0,74	[0,46,1,18]
≥20-<25dB	8	0,3	14	0,32	0,98	[0,38,2,51]	0,91	[0,36,2,33]	1,09	[0,42,2,85]
≥25-<30dB	127	4,4	163	3,71	1,24	[0,96,1,61]	1,21	[0,94,1,57]	1,21	[0,93,1,57]
≥30-<35dB	167	5,8	283	6,44	0,96	[0,77,1,19]	0,95	[0,76,1,17]	0,91	[0,73,1,14]
≥35-<40dB	85	3,0	126	2,87	1,09	[0,80,1,48]	1,02	[0,75,1,38]	1,04	[0,76,1,41]
≥40-<45dB	74	2,6	113	2,57	1,12	[0,81,1,55]	1,11	[0,80,1,53]	1,09	[0,79,1,51]
≥45-<50dB	82	2,9	127	2,89	1,20	[0,88,1,63]	1,19	[0,88,1,61]	1,13	[0,83,1,54]
≥50-<55dB	36	1,3	58	1,32	1,14	[0,73,1,80]	1,09	[0,70,1,71]	1,09	[0,69,1,72]
≥55-<60dB	15	0,5	17	0,39	1,49	[0,70,3,17]	1,48	[0,69,3,14]	1,67	[0,77,3,62]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
Zeitraum von 23-05 h										
<15dB	2.122	74,0	3.190	72,6	1,00	-	1,00	-	1,00	-
≥15-<20dB	28	1,0	46	1,1	0,96	[0,57,1,60]	0,88	[0,53,1,47]	0,86	[0,51,1,45]
≥20-<25dB	7	0,2	9	0,2	1,08	[0,37,3,14]	1,00	[0,35,2,90]	1,28	[0,42,3,86]
≥25-<30dB	105	3,7	149	3,4	1,19	[0,90,1,58]	1,18	[0,90,1,56]	1,19	[0,89,1,57]
≥30-<35dB	136	4,8	259	5,9	0,79	[0,62,0,99]	0,77	[0,61,0,97]	0,74	[0,58,0,93]
≥35-<40dB	78	2,7	96	2,2	1,41	[1,01,1,97]	1,31	[0,95,1,82]	1,34	[0,96,1,88]
≥40-<45dB	55	1,9	85	1,9	1,30	[0,90,1,88]	1,28	[0,88,1,85]	1,20	[0,82,1,75]
≥45-<50dB	72	2,5	107	2,4	1,16	[0,84,1,62]	1,15	[0,83,1,60]	1,12	[0,81,1,57]

≥50-<55dB	33	1,2	50	1,1	1,10	[0,68,1,77]	1,05	[0,66,1,68]	1,05	[0,65,1,70]
≥55-<60dB	3	0,1	10	0,2	-	-	-	-	-	-
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-	-	-
EU Nacht (23-07 h)										
<15dB	2.108	73,6	3.167	72,1	1,00	-	1,00	-	1,00	-
≥15-<20dB	30	1,1	55	1,3	0,82	[0,51,1,34]	0,77	[0,48,1,24]	0,80	[0,49,1,31]
≥20-<25dB	3	0,1	11	0,3	0,45	[0,12,1,76]	0,36	[0,09,1,40]	0,39	[0,10,1,53]
≥25-<30dB	96	3,4	142	3,2	1,11	[0,83,1,47]	1,10	[0,82,1,46]	1,12	[0,84,1,50]
≥30-<35dB	152	5,3	242	5,5	1,01	[0,80,1,26]	1,00	[0,79,1,25]	0,95	[0,76,1,20]
≥35-<40dB	70	2,4	112	2,6	0,99	[0,71,1,38]	0,93	[0,68,1,29]	0,93	[0,67,1,30]
≥40-<45dB	63	2,2	98	2,2	1,22	[0,86,1,73]	1,20	[0,85,1,70]	1,16	[0,81,1,65]
≥45-<50dB	68	2,4	106	2,4	1,11	[0,80,1,55]	1,10	[0,79,1,53]	1,05	[0,75,1,46]
≥50-<55dB	37	1,3	54	1,2	1,18	[0,75,1,86]	1,13	[0,72,1,76]	1,15	[0,73,1,81]
≥55-<60dB	12	0,4	14	0,3	1,51	[0,65,3,51]	1,48	[0,63,3,47]	1,53	[0,64,3,67]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-	-	-

OR: Odds Ratio; 95%-Konfidenzintervalle in Klammern.
OR Modell 3, adj. für Alter, Geschlecht, Bildung, Beruf, SGBII Quote
OR Modell 5, adj. für Alter, Geschlecht, Winkler Index
OR Modell 7, adj. für Alter, Geschlecht, Winkler Index, Tabakkonsum, BMI, Alkoholkonsum, Nacht-schicht, körperliche Aktivität

Erhöhte Risikoschätzer finden sich weiterhin in allen Risikokategorien ab einem nächtlichen (22 bis 6 Uhr) Innenraumpegel von 35 dB; die höchste Odds Ratio findet sich für die „gesetzliche Nacht“ mit 1,67 (voll adjustiertes Modell) bzw. 1,49 (Basismodell mit sekundärdatenbasierten Confoundern) bei einem nächtlichen Innenpegel ≥55 dB. Auf der Grundlage der „EU-Nacht“ zeigen sich in allen Risikokategorien ab einem nächtlichen Innenraumpegel von 40 dB erhöhte Risikoschätzer; die höchste Odds Ratio findet sich auch hier mit 1,53 (voll adjustiertes Modell) bzw. 1,51 (Basismodell mit sekundärdatenbasierten Confoundern) bei einem nächtlichen Innenpegel ≥55 dB. Demgegenüber sind bei Betrachtung des Zeitraumes von 23-05 Uhr insbesondere die Risikoschätzer in den Innenpegel-Kategorien zwischen 35 und 50 dB erhöht.

Bei den Fluglärm-bedingten Innenraumpegeln zeigt sich bei Adjustierung für den individuellen Winkler-Index insgesamt eine leichte Abschwächung der Risikoschätzer; dies spricht grundsätzlich für ein gewisses residuelles Confounding durch den Sozialstatus im allein sekundärdatenbasierten Basismodell. Werden zusätzlich Lebensstil-Faktoren (Tabakkonsum, Gewicht, Alkoholkonsum, Nachtschichtarbeit, Arbeitslärm, körperliche Tätigkeit) in das Modell aufgenommen („voll adjustiertes“ Modell), so bleiben die Risikoschätzer nahezu unverändert. Demgegenüber zeigen die Ergebnisse für die (auf den selbst angegebenen Wohnadressen beruhenden) Außenpegel keine nennenswerten Unterschiede zwischen sekundärdatenbasiertem Basismodell, „neuem Basismodell“ und voll adjustiertem Modell. Insgesamt ergeben damit auch die Fluglärm-bezogenen Innenraumpegel-Ergebnisse keinen eindeutigen Hinweis auf ein bedeutsames unerkanntes oder residuelles Confounding in der allein sekundärdatenbasierten Auswertung, insbesondere nicht durch Lebensstil-Faktoren.

3.4.7.2 Straßenverkehrslärm und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit: Berücksichtigung der Innenraumpegel in der vertiefenden Befragung

In Tabelle 3-66 sind die Risikoschätzer einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit für die Innenraumpegel angegeben. Dargestellt werden wiederum das Basismodell (OR_3, adjustiert ausschließlich für sekundärdatenbasierte Confounder), das „neue Basismodell“ (OR_5, adjustiert für Alter, Geschlecht und individuellem Winkler-Index aus der vertiefenden Befragung) und das „voll adjustierte“ Modell (OR_7, adjustiert für Alter, Geschlecht, individuellen Winkler-Index, Tabakkonsum, BMI, Alkoholkonsum, Nachtschichtarbeit, Arbeitslärm, körperliche Aktivität).

Tabelle 3-66: Straßenverkehrslärm-bedingte Innenraumpegel auf der Grundlage der vertiefenden Befragung und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit

	Fälle		Kontrollen		OR Basismodell 3		OR neues Basismodell 5		OR voll adjustiertes Modell 7	
	n	%	n	%						
24h-Dauerschallpegel										
<15dB	774	28,7	1171	28,5	1,00	-	1,00	-	1,00	-
≥15-<20dB	158	5,9	241	5,9	0,97	[0,76,1,23]	0,98	[0,78,1,24]	0,98	[0,77,1,25]
≥20-<25dB	146	5,4	247	6,0	0,91	[0,72,1,15]	0,92	[0,72,1,16]	0,90	[0,70,1,14]
≥25-<30dB	282	10,5	422	10,3	1,06	[0,88,1,29]	1,06	[0,88,1,28]	1,06	[0,87,1,28]
≥30-<35dB	365	13,5	508	12,4	1,18	[0,99,1,41]	1,18	[0,99,1,40]	1,15	[0,96,1,37]
≥35-<40dB	246	9,1	416	10,1	0,94	[0,77,1,14]	0,93	[0,76,1,13]	0,92	[0,75,1,12]
≥40-<45dB	184	6,8	288	7,0	1,10	[0,88,1,38]	1,10	[0,88,1,38]	1,10	[0,88,1,38]
≥45-<50dB	191	7,0	280	6,8	1,16	[0,93,1,45]	1,16	[0,93,1,44]	1,12	[0,90,1,40]
≥50-<55dB	134	5,0	215	5,2	1,14	[0,89,1,47]	1,11	[0,86,1,43]	1,07	[0,83,1,39]
≥55-<60dB	86	3,2	129	3,1	1,30	[0,95,1,78]	1,28	[0,94,1,75]	1,26	[0,92,1,74]
≥60-<65dB	38	1,4	50	1,2	1,39	[0,87,2,23]	1,39	[0,87,2,22]	1,30	[0,80,2,09]
≥65-<70dB	19	0,7	21	0,5	1,94	[0,98,3,85]	1,89	[0,95,3,76]	1,90	[0,94,3,86]
≥70dB	16	0,6	13	0,3	3,40	[1,49,7,74]	3,17	[1,40,7,21]	3,16	[1,36,7,36]
Kontinuierlich (pro 10 dB)					1,055	[1,019,1,091] p=0,002	1,050	[1,015,1,086] p=0,005	1,042	[1,006,1,079] p=0,020
Gesetzliche Nacht (22-06 h)										
<15dB	1470	51,3	2223	50,6	1,00	-	1,00	-	1,00	-
≥15-<20dB	98	3,4	154	3,5	0,97	[0,73,1,28]	0,96	[0,72,1,26]	0,96	[0,72,1,27]
≥20-<25dB	148	5,2	218	5,0	1,08	[0,85,1,37]	1,06	[0,84,1,35]	1,07	[0,84,1,36]
≥25-<30dB	204	7,1	332	7,6	1,00	[0,81,1,22]	0,98	[0,80,1,19]	0,96	[0,78,1,17]
≥30-<35dB	199	6,9	319	7,6	1,04	[0,84,1,27]	1,02	[0,83,1,25]	1,03	[0,83,1,27]
≥35-<40dB	151	5,3	211	4,8	1,21	[0,95,1,53]	1,19	[0,94,1,50]	1,16	[0,91,1,48]
≥40-<45dB	135	4,7	198	4,5	1,19	[0,93,1,53]	1,16	[0,91,1,49]	1,12	[0,87,1,44]
≥45-<50dB	108	3,8	176	4,0	1,14	[0,87,1,50]	1,11	[0,85,1,45]	1,10	[0,84,1,45]
≥50-<55dB	65	2,3	99	2,3	1,19	[0,84,1,69]	1,19	[0,84,1,68]	1,17	[0,83,1,66]
≥55-<60dB	35	1,2	47	1,1	1,39	[0,86,2,25]	1,38	[0,85,2,23]	1,33	[0,81,2,20]
≥60dB	26	0,9	24	0,6	2,78	[1,49,5,19]	2,66	[1,43,4,96]	2,59	[1,36,4,93]

OR: Odds Ratio; 95%-Konfidenzintervalle in Klammern.
OR Modell 3, adj. für Alter, Geschlecht, Bildung, Beruf, SGBII Quote
OR Modell 5, adj. für Alter, Geschlecht, Winkler Index
OR Modell 7, adj. für Alter, Geschlecht, Winkler Index, Tabakkonsum, BMI, Alkoholkonsum, Nachtschicht, Arbeitslärm, körperliche Aktivität

Im Vergleich mit den in Tabelle 3-62 dargestellten Risikoschätzern einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit für Außenpegel zeigt sich ein deutlich stärkerer Zusammenhang zwischen Straßenverkehrslärm-bezogenen Innenraumpegeln und den Risikoschätzern für eine Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit: Pro 10 dB Innenraum-Dauerschallpegel findet sich im voll adjustierten Modell eine Risikoerhöhung von 4,2%, im Basismodell von 5,5%. Dabei ist wiederum zu berücksichtigen, dass der Abstand zwischen höchster und niedrigster Pegelstufe bei den Innenraumpegeln größer ist als bei den Außenpegeln, so dass ausgehend von einer linearen Expositions-Risiko-Beziehung die gleiche prozentuale Risikoerhöhung pro 10 dB ein größeres Risiko bei höchster Innenraum-Pegelkategorie als bei größter Außen-Pegelkategorie bedeutet.

Konsistent und deutlich erhöhte Risikoschätzer finden sich weiterhin ab einem nächtlichen (22 bis 6 Uhr) Innenraumpegel von 35 dB; die (jeweils statistisch signifikante) höchste Odds Ratio findet sich mit 2,59 (voll adjustiertes Modell) bzw. 2,78 (Basismodell mit sekundärdatenbasierten Confoundern) bei einem nächtlichen Innenpegel ≥60 dB.

Insgesamt lassen auch die Innenraumpegel-Ergebnisse keinen Hinweis auf ein unerkanntes oder residuelles Confounding in der allein sekundärdatenbasierten Auswertung erkennen, denn es finden sich keine systematischen Unterschiede zwischen den Ergebnissen des voll adjustierten Modells im Vergleich mit dem Basismodell. Es finden sich sehr hohe Risikoschätzer einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit für die Straßenverkehrslärm-bedingten Innenpegel, diese Risikoschätzer sind deutlich höher als die Risikoschätzer bei den Außenpegeln.

3.4.7.3 Schienenverkehrslärm und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit: Berücksichtigung der Innenraumpegel in der vertiefenden Befragung

In Tabelle 3-67 sind die Risikoschätzer einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit für die Schienenverkehrslärm-bedingten Innenraumpegel angegeben. Dargestellt werden wiederum das Basismodell (OR_3, adjustiert ausschließlich für sekundärdatenbasierte Confounder), das „neue Basismodell“ (OR_5, adjustiert für Alter, Geschlecht und individuellem Winkler-Index aus der vertiefenden Befragung) und das „voll adjustierte“ Modell (OR_7, adjustiert für Alter, Geschlecht, individuellen Winkler-Index, Tabakkonsum, BMI, Alkoholkonsum, Nachtschichtarbeit, Arbeitslärm, körperliche Aktivität).

Tabelle 3-67: Schienenverkehrslärm-bedingte Innenraumpegel auf der Grundlage der vertiefenden Befragung und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit

	Fälle		Kontrollen		OR Basismodell 3		OR neues Basismodell 5		OR voll adjustiertes Modell 7	
	n	%	n	%						
24h-Dauerschallpegel										
<15dB	1706	63,3	2566	62,5	1,00	-	1,00	-	1,00	-
≥15-<20dB	58	2,2	111	2,7	0,82	[0,58,1,16]	0,80	[0,56,1,13]	0,76	[0,53,1,08]
≥20-<25dB	44	1,6	69	1,7	0,93	[0,61,1,41]	0,93	[0,62,1,40]	0,89	[0,59,1,35]
≥25-<30dB	115	4,3	154	3,8	1,15	[0,88,1,50]	1,14	[0,87,1,49]	1,09	[0,83,1,43]
≥30-<35dB	233	8,6	340	8,3	1,11	[0,91,1,34]	1,09	[0,90,1,32]	1,09	[0,90,1,33]
≥35-<40dB	148	5,5	252	6,1	0,92	[0,73,1,16]	0,92	[0,73,1,16]	0,92	[0,73,1,17]
≥40-<45dB	78	2,9	149	3,6	0,85	[0,63,1,15]	0,83	[0,62,1,12]	0,82	[0,60,1,11]
≥45-<50dB	124	4,6	177	4,3	1,28	[0,99,1,66]	1,25	[0,97,1,62]	1,26	[0,97,1,63]
≥50-<55dB	74	2,7	103	2,5	1,26	[0,91,1,76]	1,26	[0,90,1,75]	1,22	[0,87,1,71]
≥55-<60dB	42	1,6	62	1,5	1,40	[0,91,2,16]	1,42	[0,92,2,19]	1,36	[0,88,2,11]
≥60-<65dB	10	0,4	9	0,2	1,45	[0,56,3,77]	1,51	[0,58,3,91]	1,87	[0,72,4,87]
≥65-<70dB	3	0,1	5	0,1	1,14	[0,22,5,98]	1,20	[0,23,6,20]	1,61	[0,31,8,34]
≥70dB	4	0,2	4	0,1	1,89	[0,41,8,65]	1,91	[0,42,8,69]	1,71	[0,36,8,11]
Kontinuierlich (pro 10 dB)					1,039	[1,001,1,079] p=0,044	1,035	[0,998,1,074] p=0,063	1,034	[0,996,1,073] p=0,082
Gesetzliche Nacht (22-06 h)										
<15dB	1690	59,0	2526	57,5	1,00	-	1,00	-	1,00	-
≥15-<20dB	59	2,1	107	2,4	0,84	[0,59,1,19]	0,82	[0,58,1,16]	0,76	[0,54,1,09]
≥20-<25dB	48	1,7	82	1,9	0,85	[0,57,1,26]	0,82	[0,56,1,22]	0,83	[0,56,1,24]
≥25-<30dB	109	3,8	169	3,9	0,96	[0,73,1,25]	0,97	[0,75,1,27]	0,91	[0,70,1,20]
≥30-<35dB	223	7,8	318	7,2	1,13	[0,92,1,37]	1,10	[0,90,1,34]	1,10	[0,90,1,34]
≥35-<40dB	165	5,8	253	5,8	1,02	[0,82,1,28]	1,03	[0,82,1,28]	1,04	[0,83,1,30]
≥40-<45dB	96	3,4	160	3,6	0,91	[0,69,1,21]	0,91	[0,69,1,19]	0,87	[0,66,1,16]
≥45-<50dB	107	3,7	179	4,1	1,08	[0,82,1,41]	1,05	[0,80,1,37]	1,06	[0,81,1,40]
≥50-<55dB	79	2,8	123	2,8	1,20	[0,87,1,64]	1,20	[0,88,1,63]	1,16	[0,85,1,60]
≥55-<60dB	40	1,4	60	1,4	1,24	[0,80,1,92]	1,25	[0,80,1,94]	1,26	[0,80,1,98]
≥60dB	23	0,8	24	0,6	1,84	[0,97,3,50]	1,91	[1,01,3,62]	2,06	[1,08,3,94]

OR: Odds Ratio; 95%-Konfidenzintervalle in Klammern.
OR Modell 3, adj. für Alter, Geschlecht, Bildung, Beruf, SGBII Quote
OR Modell 5, adj. für Alter, Geschlecht, Winkler Index
OR Modell 7, adj. für Alter, Geschlecht, Winkler Index, Tabakkonsum, BMI, Alkoholkonsum, Nacht-schicht, körperliche Aktivität

Im Vergleich mit den in Tabelle 3-64 dargestellten Risikoschätzern einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit für Außenpegel zeigt sich ein etwas stärkerer Zusammenhang zwischen Schienenverkehrslärm-bezogenen Innenraumpegeln und den Risikoschätzern für eine Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit: Pro 10 dB Innenraum-Dauerschallpegel findet sich im voll adjustierten Modell eine Risikoerhöhung von 3,4%, im Basismodell von 3,9%. Dabei ist wiederum zu berücksichtigen, dass der Abstand zwischen höchster und niedrigster Pegelstufe bei den Innenraumpegeln größer ist als bei den Außenpegeln, so dass ausgehend von einer linearen Expositions-Risiko-Beziehung die gleiche prozentuale Risikoerhöhung pro 10 dB ein größeres Risiko bei höchster Innenraum-Pegelkategorie als bei größter Außen-Pegelkategorie bedeutet. Konsistent und deutlich erhöhte Risikoschätzer finden sich ab einem Innenraumpegel von 45 dB.

Bei Betrachtung der gesetzlichen Nacht (22 bis 6 Uhr) zeigen sich sehr deutlich erhöhte Risikoschätzer ab einem nächtlichen Innenraumpegel von 50 dB; die (im voll adjustierten Modell statistisch signifikante) höchste Odds Ratio findet sich mit 2,06 (voll adjustiertes Modell) bzw. 1,84 (Basismodell mit sekundärdatenbasierten Confoundern) bei einem nächtlichen Innenpegel ≥60 dB.

Auch die Innenraumpegel-Ergebnisse lassen keinen Hinweis auf ein bedeutsames unerkanntes oder residuelles Confounding in der allein sekundärdatenbasierten Auswertung erkennen, denn es finden sich keine systematischen Unterschiede zwischen den Ergebnissen des voll adjustierten Modells im Vergleich mit dem Basismodell. Zusammengefasst finden sich hohe Risikoschätzer einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit für die Schienenverkehrslärm-bedingten Innenpegel, diese Risikoschätzer sind deutlich höher als die Risikoschätzer bei den Außenpegeln.

3.5 Brustkrebs

Der Fallgruppe Brustkrebs sind 7.267 weibliche Versicherte zugeordnet. Davon konnten 6.643 mit Lärmexpositionen verknüpft werden (91,4 %). Die im Text aufgeführten Risikoschätzer sind auf das für Alter und Sozialstatus (Bildung, Beruf, regionale SGB II-Quote) adjustierte Basismodell (Modell 3) bezogen, da dieses „Confounderset“ die größte Anzahl relevanter Confounder enthält und in der Hauptanalyse eine bessere statistische Anpassung als das „rohe Modell“ erzielte; die Anpassungsgüte des Modells 3 ist mit der Anpassungsgüte des nicht für die regionale SGB II-Quote adjustierten Modells 2 vergleichbar. Das Alter geht in alle nachfolgenden Auswertungen als kontinuierliche Variable mit einem linearen, quadratischen und kubischen Term ein, da dies gegenüber der Adjustierung für das Alter als kategorisierte Variable die Modellanpassung deutlich verbesserte.

3.5.1 Zusammenhang zwischen Fluglärm und Brustkrebs

3.5.1.1 Ergebnisse der Gesamtgruppe (nur Frauen)

Die Hauptanalyse mit 24h-Dauerschallpegeln lässt beim Sozialstatus-adjustierten Modell (sekundärdatenbasiertes Basismodell, OR_3) (Tabelle 3-68, rechte Spalte) für alle Pegelstufen bis einschließlich der Kategorie 55 bis <60 dB Effektschätzer um die 1 erkennen. Bei einem Dauerschallpegel von ≥60 dB findet sich eine nicht signifikant auf 1,45 (95% KI 0,36-5,90) erhöhte Odds Ratio; die Felderbelegung ist mit 2 Fällen und 100 Kontrollpersonen gering.

Wenn die 24h-Dauerschallpegel als kontinuierliche Variable in das logistische Regressionsmodell aufgenommen werden, findet sich keine nennenswerte Risikoerhöhung mit steigender Fluglärmexposition (OR pro 10 dB = 1,003 [95% KI 0,958-1,050]). Die Berücksichtigung der kontinuierlichen Fluglärm-Variable als einfaches Polynom 3. Grades (mit linearem, quadratischem und kubischem Term) führt zu keiner besseren Modellan-passung.

Bei der Prüfung des Zusammenhangs zwischen nächtlichem Fluglärm und dem Auftreten einer Brustkrebs-Erkrankung findet sich in der gesetzlichen Nacht (22-06 Uhr) eine statistisch nicht signifikant auf 1,29 (95% KI 0,71-2,35) erhöhte Odds Ratio bei einem nächtlichen Dauerschallpegel von ≥55 dB; für die übrigen Kategorien liegen die Risikoschätzer um die 1. Für den Zeitraum von 23-05 Uhr zeigt sich in der Kategorie ≥55 dB eine statistisch signifikant auf 2,98 (95% KI 1,31-6,79) erhöhte Odds Ratio; in der angegebenen Kategorie befinden sich 6 Fälle und 139 Kontrollpersonen. Für die EU-Nacht (23-07 Uhr) liegt die Odds Ratio für ≥55 dB bei 1,50 (95% KI 0,88-2,56).

Werden, wie in der Sensitivitätsanalyse B (Kapitel 2.20.4.3) beschrieben, einzelne Stunden zwischen 22 und 8 Uhr analysiert, dann zeigen sich überwiegend Risikoschätzer um die 1. Statistisch nicht signifikant erhöhte Risikoschätzer finden sich in der Pegelstufe ≥60 dB in der Einzelstunde von 23 bis 24 Uhr (OR = 1,47 [95% KI 0,20-10,74]), in der Pegelstufe 55 bis <60 dB in der Einzelstunde von 1 bis 2 Uhr (OR = 1,43 [95% KI 0,53-3,87]), in der Pegelstufe ≥60 dB in der Einzelstunde von 6 bis 7 Uhr (OR = 1,40 [95% KI 0,77-2,55]) und in der Pegelstufe ≥60 dB in der Einzelstunde von 7 bis 8 Uhr (OR = 1,27 [95% KI 0,76-2,13]).

Bei der Emergenz-Analyse, die den $L_{pAeq,24h}$ unter Berücksichtigung der Differenz zum Maximalpegel ($\overline{L_{pAmax,\,24h}}$) betrachtet, finden sich keine einheitlichen Unterschiede in den einzelnen Dauerschallpegel-Kategorien in Abhängigkeit von der Differenz zum Maximalpegel.

Bei der Analyse der gewichteten L_{DN}-Pegel und L_{DEN}-Pegel finden sich durchgängig Risikoschätzer um die 1. Dies gilt auch für die Analyse der maximalen Schalldruckpegel.

Tabelle 3-68: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Brustkrebs bei Frauen

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes“ Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
<40dB, Max. <50dB	2.728	41,1	188.849	40,0	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	409	6,2	30.217	6,4	0,95	[0,85,1,05]	0,94	[0,85,1,05]
≥40-<45dB	1.969	29,6	140.231	29,7	0,98	[0,93,1,04]	0,99	[0,93,1,06]
≥45-<50dB	1.038	15,6	74.346	15,8	0,99	[0,92,1,06]	1,00	[0,93,1,08]
≥50-<55dB	371	5,6	29.067	6,2	0,90	[0,80,1,00]	0,92	[0,82,1,03]
≥55-<60dB	126	1,9	8.786	1,9	1,02	[0,86,1,23]	1,07	[0,89,1,29]
≥60dB	2	<0,05	100	<0,05	1,41	[0,35,5,74]	1,45	[0,36,5,90]
Kontinuierlich					0,986	[0,947, 1,027]	1,003	[0,958, 1,050]
(pro 10 dB)						p = 0,507		p = 0,906
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB, Max. <50dB	3.109	46,8	217.491	46,1	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	1.769	26,6	125.284	26,6	1,00	[0,94,1,06]	1,00	[0,94,1,06]
≥40-<45dB	1.096	16,5	78.509	16,6	0,98	[0,92,1,05]	0,99	[0,92,1,06]
≥45-<50dB	467	7,0	35.955	7,6	0,92	[0,84,1,02]	0,94	[0,85,1,04]
≥50-<55dB	191	2,9	13.743	2,9	1,00	[0,86,1,16]	1,03	[0,89,1,20]
≥55-<60dB	11	0,2	614	0,1	1,27	[0,70,2,31]	1,29	[0,71,2,35]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
Zeitraum von 23-05h								
<40dB, Max. <50dB	3.124	47,0	218.467	46,3	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	2.028	30,5	145.118	30,8	0,98	[0,93,1,04]	0,99	[0,93,1,05]
≥40-<45dB	960	14,5	68.471	14,5	0,99	[0,92,1,07]	1,00	[0,93,1,08]
≥45-<50dB	414	6,2	30.586	6,5	0,96	[0,86,1,06]	0,98	[0,88,1,09]
≥50-<55dB	111	1,7	8.815	1,9	0,91	[0,75,1,10]	0,94	[0,77,1,14]
≥55-<60dB	6	0,1	139	<0,05	2,98	[1,31,6,78]	2,98	[1,31,6,79]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
EU-Nacht (23-07h)								
<40dB, Max. <50dB	3.134	47,2	219.275	46,5	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	1.971	29,7	141.575	30,0	0,98	[0,93,1,04]	0,99	[0,93,1,05]
≥40-<45dB	945	14,2	65.639	13,9	1,02	[0,94,1,09]	1,02	[0,95,1,10]
≥45-<50dB	415	6,2	32.695	6,9	0,90	[0,81,1,00]	0,92	[0,82,1,02]
≥50-<55dB	164	2,5	11.674	2,5	1,00	[0,86,1,17]	1,04	[0,89,1,23]
≥55-<60dB	14	0,2	738	0,2	1,46	[0,86,2,49]	1,50	[0,88,2,56]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Fluglärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Fluglärm}$ und $L_{pAmax,\ 24h\ Fluglärm}$)								
<40dB, Differenz <20dB	1.677	25,2	115.787	24,6	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	1.460	22,0	103.279	21,9	0,98	[0,92,1,06]	1,00	[0,93,1,07]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	861	13,0	62.184	13,2	0,98	[0,90,1,06]	0,99	[0,91,1,08]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	1.108	16,7	78.047	16,5	0,99	[0,91,1,07]	1,00	[0,93,1,09]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	389	5,9	26.141	5,5	1,05	[0,94,1,17]	1,06	[0,94,1,19]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	649	9,8	48.205	10,2	0,95	[0,87,1,04]	0,98	[0,89,1,08]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	190	2,9	14.219	3,0	0,94	[0,81,1,10]	0,98	[0,84,1,15]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	181	2,7	14.848	3,1	0,85	[0,73,0,99]	0,87	[0,74,1,02]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	49	0,7	3.560	0,8	0,97	[0,73,1,29]	1,04	[0,77,1,41]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	77	1,2	5.226	1,1	1,06	[0,84,1,34]	1,10	[0,87,1,39]
≥60dB, Differenz<20dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
≥60dB, Differenz≥20dB	2	<0,05	100	<0,05	1,41	[0,35,5,74]	1,45	[0,36,5,92]
Beobachtungen						478.239		478.239

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter und Geschlecht; Modell 3: adjustiert für Alter, Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

3.5.1.2 Einfluss des Alters auf die Risikoschätzer für Brustkrebs

Die altersstratifizierten Ergebnisse finden (bei geringen Felderbelegungen) bei den älteren wie bei den jüngeren Frauen die jeweils höchsten (statistisch nicht signifikanten) Effektschätzer in den höchsten Pegelstufen (Tabelle 3-69).

Tabelle 3-69: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$) und Brustkrebs bei Frauen, stratifiziert nach Alter

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes" Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
Versicherte unter 60 Jahre								
L_{pAeq} < 40 dB und $\overline{L_{pAmax}}$ <50 dB	805	40,3	82.252	38,5	1,00	-	1,00	-
L_{pAeq} < 40 dB und $\overline{L_{pAmax}}$ ≥50 dB	124	6,2	13.675	6,4	0,93	[0,77,1,12]	0,91	[0,75,1,10]
≥40-<45dB	599	30,0	64.490	30,2	0,95	[0,85,1,06]	0,96	[0,85,1,07]
≥45-<50dB	323	16,2	34.963	16,4	0,94	[0,83,1,07]	0,96	[0,84,1,11]
≥50-<55dB	113	5,7	13.929	6,5	0,83	[0,68,1,01]	0,86	[0,70,1,06]
≥55-<60dB	33	1,7	4.250	2,0	0,79	[0,56,1,13]	0,87	[0,61,1,24]
≥60dB	1	0,1	54	<0,05	1,89	[0,26,13,69]	1,90	[0,26,13,78]
Versicherte ≥ 60 Jahre								
L_{pAeq} < 40 dB und $\overline{L_{pAmax}}$ <50 dB	1.923	41,4	106.597	41,3	1,00	-	1,00	-
L_{pAeq} < 40 dB und $\overline{L_{pAmax}}$ ≥50 dB	285	6,1	16.542	6,4	0,96	[0,84,1,08]	0,96	[0,84,1,09]
≥40-<45dB	1.370	29,5	75.741	29,4	1,00	[0,93,1,08]	1,02	[0,94,1,10]
≥45-<50dB	715	15,4	39.383	15,3	1,01	[0,92,1,10]	1,03	[0,93,1,13]
≥50-<55dB	258	5,6	15.138	5,9	0,94	[0,83,1,08]	0,97	[0,84,1,11]
≥55-<60dB	93	2,0	4.536	1,8	1,14	[0,92,1,40]	1,18	[0,95,1,47]
≥60dB	1	<0,05	46	<0,05	1,21	[0,17,8,74]	1,29	[0,18,9,36]

OR: Odds Ratio; Modell 1: keine Adjustierung; Modell 3: adjustiert für Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

3.5.1.3 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen

Werden lediglich Frauen aus der Versichertenpopulation A einbezogen, so finden sich Risikoschätzer um die 1. Bei Beschränkung der Auswertung auf Frauen aus der Versichertenpopulation B (Krankenkasse 3) zeigt sich eine statistisch nicht signifikant erhöhte Odds Ratio von 3,46 (95% KI 0,82-14,59) bei einer 24h-Dauerschallpegelexposition ≥60 dB. Die Ergebnisse der Analysen werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nur berichtet, jedoch nicht in Tabellenform dargestellt.

3.5.1.4 Berücksichtigung der Wohndauer bei Versicherten der Krankenkasse 3

Eine Beschränkung der Auswertung auf Frauen, die bei der Krankenkasse 3 versichert sindund die mindestens 5 Jahre an der Wohnadresse des Diagnosejahres bzw. des Jahres 2008 (bei Kontrollpersonen) gewohnt haben, führt in der Dauerschallpegel-Kategorie ≥60 dB zu einer Erhöhung der Odds Ratio auf 3,96 (95% KI 0,93-16,87). Eine weitere Einschränkung der Auswertung auf die Frauen, die mindestens 10 Jahre an der Wohnadresse des Diagnosejahres bzw. des Jahres 2008 (bei Kontrollpersonen) gewohnt haben, ergibt in der Dauerschallpegel-Kategorie ≥60 dB eine Odds Ratio von 2,10 (95% KI 0,28-15,65). Für einen L_{DN}-Pegel von ≥60 dB führt die Beschränkung auf eine Wohndauer von mindestens 10 Jahren zu einer leichten Erhöhung der Odds Ratio.

Die Analyse der kumulativen Lärmjahre in den letzten 5 Jahren vor dem Diagnosejahr bzw. (bei Kontrollpersonen) vor dem Jahr 2008 ergibt Risikoschätzer um die 1.

Bei einer zusätzlichen Adjustierung für das Einkommen (Modell 4) ändern sich die vorgenannten, auf die Versicherten der Krankenkasse 3 bezogenen Ergebnisse (gegenüber Modell 3) nicht substanziell. Die Ergebnisse der Analysen werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nur berichtet, jedoch nicht in Tabellenform dargestellt.

3.5.2 Zusammenhang zwischen Straßenverkehrslärm und Brustkrebs

3.5.2.1 Ergebnisse der Gesamtgruppe (nur Frauen)

Die Hauptanalyse mit 24h-Dauerschallpegeln lässt durchgängig Risikoschätzer um die 1 erkennen. Die höchste, statistisch nicht signifikante Odds Ratio von 1,07 (95% KI 0,87-1,32) zeigt sich bei einem Dauerschallpegel von ≥70 dB. Wenn die 24h-Dauerschallpegel als kontinuierliche Variable in das logistische Regressionsmodell aufgenommen werden, findet sich keine nennenswert veränderte Odds Ratio in Abhängigkeit vom Straßenverkehrslärm (OR pro 10 dB = 0,991 [95% KI 0,964-1,020], Tabelle 3-70). Die Berücksichtigung der kontinuierlichen Straßenverkehrslärm-Variable als einfaches Polynom 3. Grades (mit linearem, quadratischem und kubischem Term) führt zu keiner verbesserten Modellanpassung.

Bei der Betrachtung der gesetzlichen Nacht (22-06 h) finden sich keine erhöhten Risikoschätzer für eine Brustkrebs-Erkrankung. Auch die Emergenz-Analyse zeigt keine höheren Risikoschätzer bei einer Differenz des Maximalpegels $\overline{L_{pAmax,\ 24h}}$ zum 24h-Dauerschallpegel von ≥20 dB. Für den gewichteten L_{DN}-Pegel liegen die Risikoschätzer ebenfalls um die 1.

Tabelle 3-70: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Brustkrebs bei Frauen

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes" Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
<40 dB	755	11,4	51.011	10,8	1,00	-	1,00	-
≥40 – <45 dB	1.472	22,2	101.593	21,5	0,99	[0,90,1,08]	0,99	[0,90,1,08]
≥45 – <50 dB	1.595	24,0	114.427	24,3	0,96	[0,88,1,04]	0,96	[0,88,1,05]
≥50 – <55 dB	1.159	17,5	82.929	17,6	0,97	[0,88,1,06]	0,97	[0,89,1,07]
≥55 – <60 dB	720	10,8	51.346	10,9	0,98	[0,88,1,08]	0,98	[0,89,1,09]
≥60 – <65 dB	511	7,7	37.865	8,0	0,95	[0,85,1,06]	0,96	[0,86,1,07]
≥65 – <70 dB	327	4,9	25.313	5,4	0,91	[0,80,1,04]	0,92	[0,81,1,05]
≥70 dB	104	1,6	7.112	1,5	1,05	[0,85,1,29]	1,07	[0,87,1,32]
Kontinuierlich (pro 10 dB)					0,987	[0,960, 1,014] p= 0,338	0,991	[0,964, 1,020] p=0,542
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB	2.778	41,8	193.572	41,0	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	1.355	20,4	96.067	20,4	0,99	[0,93,1,06]	1,00	[0,93,1,06]
≥45-<50dB	1.057	15,9	73.898	15,7	1,02	[0,95,1,09]	1,02	[0,95,1,10]
≥50-<55dB	704	10,6	53.324	11,3	0,94	[0,87,1,02]	0,95	[0,87,1,03]
≥55-<60dB	506	7,6	36.810	7,8	0,99	[0,90,1,09]	1,00	[0,91,1,10]
≥60dB	243	3,7	17.925	3,8	0,99	[0,86,1,12]	1,00	[0,87,1,14]
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Straßenlärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Straßenlärm}$ und $\overline{L_{pAmax,\ 24h\ Straßenlärm}}$)								
<40dB, Differenz <20dB	611	9,2	42.285	9,0	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	144	2,2	8.726	1,9	1,15	[0,96,1,38]	1,16	[0,97,1,39]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	1.282	19,3	89.999	19,1	1,00	[0,90,1,10]	1,00	[0,91,1,10]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	190	2,9	11.594	2,5	1,14	[0,97,1,34]	1,15	[0,97,1,35]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	1.419	21,4	101.188	21,5	0,98	[0,89,1,08]	0,99	[0,90,1,09]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	176	2,6	13.239	2,8	0,94	[0,80,1,12]	0,95	[0,80,1,12]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	986	14,8	70.745	15,0	0,99	[0,89,1,09]	1,00	[0,90,1,11]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	173	2,6	12.184	2,6	1,01	[0,85,1,19]	1,02	[0,86,1,21]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	507	7,6	35.958	7,6	1,01	[0,89,1,13]	1,02	[0,90,1,15]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	213	3,2	15.388	3,3	0,99	[0,84,1,15]	0,99	[0,85,1,16]
≥60dB, Differenz<20dB	608	9,2	45.617	9,7	0,97	[0,86,1,08]	0,98	[0,88,1,10]
≥60dB, Differenz≥20dB	334	5,0	24.673	5,2	0,97	[0,85,1,11]	0,98	[0,86,1,12]
Beobachtungen						478.239		478.239

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter; Modell 3: adjustiert für Alter, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

3.5.2.2 Einfluss des Alters auf die Risikoschätzer bei Brustkrebs

Weder bei den älteren noch bei den jüngeren Frauen finden sich signifikant von 1 verschiedene Risikoschätzer (Tabelle 3-71).

Tabelle 3-71: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Brustkrebs bei Frauen, stratifiziert nach Alter

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes" Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
Versicherte über 60 Jahre								
<40dB	198	9,9	21.625	10,1	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	429	21,5	44.145	20,7	1,06	[0,90,1,26]	1,07	[0,90,1,27]
≥45-<50dB	480	24,0	51.096	23,9	1,03	[0,87,1,21]	1,04	[0,88,1,24]
≥50-<55dB	374	18,7	38.893	18,2	1,05	[0,88,1,25]	1,07	[0,90,1,28]
≥55-<60dB	209	10,5	23.777	11,1	0,96	[0,79,1,17]	0,98	[0,81,1,20]
≥60dB	308	15,4	34.077	16,0	0,99	[0,83,1,18]	1,02	[0,85,1,23]
Versicherte unter 60 Jahre								
<40dB	557	12,0	29.386	11,4	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	1.043	22,5	57.448	22,3	0,96	[0,86,1,06]	0,96	[0,86,1,06]
≥45-<50dB	1.115	24,0	63.331	24,6	0,93	[0,84,1,03]	0,93	[0,84,1,03]
≥50-<55dB	785	16,9	44.036	17,1	0,94	[0,84,1,05]	0,94	[0,84,1,05]
≥55-<60dB	511	11,0	27.569	10,7	0,98	[0,87,1,10]	0,98	[0,87,1,11]
≥60dB	634	13,7	36.213	14,0	0,92	[0,82,1,04]	0,93	[0,83,1,04]

OR: Odds Ratio; Modell 1: keine Adjustierung; Modell 3: adjustiert für Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

3.5.2.3 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen

Weder bei der gesonderten Analyse der Frauen aus der Versichertenpopulation A (Krankenkasse 1 und 2) noch bei der gesonderten Analyse der Frauen aus der Versichertenpopulation B (Krankenkasse 3) finden sich nennenswerte Risikoerhöhungen für die Exposition gegenüber Straßenverkehrslärm. Die Ergebnisse der Analysen werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nur berichtet, jedoch nicht in Tabellenform dargestellt.

3.5.2.4 Berücksichtigung der Wohndauer bei Versicherten der Krankenkasse 3

Eine Beschränkung der Auswertung auf Versicherte der Krankenkasse 3, die mindestens 5 bzw. 10 Jahre an der Wohnadresse des Diagnosejahres bzw. des Jahres 2008 (bei Kontrollpersonen) gewohnt haben (siehe Kapitel 2.20.4.4), führt zu einer tendenziellen Erniedrigung der Risikoschätzer für die Straßenverkehrsexposition, die in der Lärmpegel-Kategorie von 45 bis <50 dB statistische Signifikanz erreicht.

Die Analyse der kumulativen Lärmjahre in den letzten 5 Jahren vor dem Diagnosejahr bzw. (bei Kontrollpersonen) vor dem Jahr 2008 ergibt keine erhöhten Risikoschätzer.

Bei der zusätzlichen Adjustierung der Modelle für das Einkommen (Modell 4) ändern sich die vorgenannten, auf die Versicherten der Krankenkasse 3 bezogenen Ergebnisse (gegenüber Modell 3) nicht substanziell. Die Ergebnisse der Analysen werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nur berichtet, jedoch nicht in Tabellenform dargestellt.

3.5.3 Zusammenhang zwischen Schienenverkehrslärm und Brustkrebs

3.5.3.1 Ergebnisse der Gesamtgruppe (nur Frauen)

Die Hauptanalyse mit 24h-Dauerschallpegeln lässt durchgängig Risikoschätzer um die 1 erkennen. Eine statistisch nicht signifikant erhöhte Odds Ratio von 1,13 (95% KI 0,85-1,51) zeigt sich bei einem Dauerschallpegel von 65 bis <70 dB; eine statistisch nicht signifikant erhöhte Odds Ratio von 1,15 (95% KI 0,80-1,65) ergibt sich bei ≥70 dB. Wenn die 24h-Dauerschallpegel als kontinuierliche Variable in das logistische Regressionsmodell aufgenommen werden, findet sich keine nennenswert veränderte Odds Ratio in Abhängigkeit vom Schienenverkehrslärm (OR pro 10 dB = 0,991 [95% KI 0,961-1,022]). Die Berücksichtigung der kontinuierlichen Schienenverkehrslärm-Variable als einfaches Polynom 3. Grades (mit linearem, quadratischem und kubischem Term) führt zu keiner verbesserten Modellanpassung.

Bei der Betrachtung der gesetzlichen Nacht (22-06 h) finden sich keine erhöhten Risikoschätzer für einen Brustkrebs durch Exposition gegenüber Schienenverkehrslärm. Auch die Emergenz-Analyse zeigt keine einheitlich höheren Risikoschätzer bei einer Differenz des Maximalpegels $\overline{L_{pAmax,\ 24h}}$ zum 24h-Dauerschallpegel von 20 dB oder mehr. Für den gewichteten L_{DN}-Pegel liegen die Risikoschätzer ebenfalls um die 1.

Tabelle 3-72: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Brustkrebs

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes“ Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
<40 dB	3.650	55,0	255.215	54,1	1,00	-	1,00	-
≥40 – <45 dB	806	12,1	58.096	12,3	0,98	[0,91,1,06]	0,99	[0,91,1,07]
≥45 – <50 dB	1.047	15,8	73.994	15,7	1,01	[0,94,1,08]	1,02	[0,95,1,09]
≥50 – <55 dB	697	10,5	51.325	10,9	0,97	[0,89,1,05]	0,96	[0,89,1,05]
≥55 – <60 dB	264	4,0	20.184	4,3	0,94	[0,83,1,06]	0,93	[0,82,1,06]
≥60 – <65 dB	100	1,5	7.697	1,6	0,95	[0,77,1,15]	0,94	[0,77,1,15]
≥65 – <70 dB	49	0,7	3.214	0,7	1,12	[0,85,1,50]	1,13	[0,85,1,51]
≥70 dB	30	0,5	1.871	0,4	1,15	[0,80,1,66]	1,15	[0,80,1,65]
Kontinuierlich					0,992	[0,962, 1,022]	0,991	[0,961, 1,022]
(pro 10 dB)						p = 0,580		p = 0,562
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB	3.613	54,4	253.348	53,7	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	797	12,0	57.463	12,2	0,98	[0,91,1,06]	0,99	[0,91,1,07]
≥45-<50dB	1.005	15,1	70.863	15,0	1,02	[0,95,1,09]	1,02	[0,95,1,10]
≥50-<55dB	730	11,0	52.952	11,2	0,99	[0,91,1,07]	0,98	[0,91,1,07]
≥55-<60dB	308	4,6	23.051	4,9	0,95	[0,85,1,07]	0,94	[0,84,1,06]
≥60dB	190	2,9	13919	3,0	0,99	[0,86,1,15]	0,99	[0,85,1,15]
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Schienenverkehrslärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Schienenverkehrslärm}$ und $L_{pAmax,\ 24h\ Schienenverkehrslärm}$)								
<40dB, Differenz <20dB	3.245	48,8	227.684	48,3	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	405	6,1	27.531	5,8	1,03	[0,93,1,14]	1,03	[0,93,1,15]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	642	9,7	47.107	10,0	0,97	[0,89,1,05]	0,97	[0,89,1,06]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	164	2,5	10.989	2,3	1,05	[0,90,1,23]	1,05	[0,89,1,23]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	840	12,6	60.405	12,8	1,00	[0,93,1,08]	1,00	[0,93,1,09]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	207	3,1	13.589	2,9	1,09	[0,94,1,25]	1,08	[0,94,1,25]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	543	8,2	40.704	8,6	0,95	[0,87,1,05]	0,95	[0,87,1,04]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	154	2,3	10.621	2,3	1,03	[0,87,1,21]	1,02	[0,87,1,20]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	203	3,1	14.840	3,1	0,98	[0,85,1,13]	0,97	[0,84,1,12]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	61	0,9	5.344	1,1	0,83	[0,64,1,07]	0,83	[0,64,1,07]
≥60dB, Differenz<20dB	110	1,7	7.500	1,6	1,07	[0,88,1,30]	1,07	[0,89,1,30]
≥60dB, Differenz≥20dB	69	1,0	5.282	1,1	0,96	[0,75,1,22]	0,95	[0,75,1,21]
Beobachtungen						478.239		478.239

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter; Modell 3: adjustiert für Alter, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

3.5.3.2 Einfluss des Alters auf die Risikoschätzer bei Brustkrebs

Weder bei den älteren noch bei den jüngeren Versicherten finden sich signifikant von 1 verschiedene Risikoschätzer (Tabelle 3-73).

Tabelle 3-73: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Brustkrebs bei Frauen, stratifiziert nach Alter

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes“ Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
Versicherte unter 60 Jahre								
<40dB	1.061	53,1	113.129	53,0	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	242	12,1	26.928	12,6	0,96	[0,83,1,10]	0,97	[0,84,1,12]
≥45-<50dB	332	16,6	34.239	16,0	1,03	[0,91,1,17]	1,05	[0,93,1,20]
≥50-<55dB	222	11,1	23.931	11,2	0,99	[0,86,1,14]	1,00	[0,86,1,16]
≥55-<60dB	85	4,3	9.336	4,4	0,97	[0,78,1,21]	0,97	[0,77,1,21]
≥60dB	56	2,8	6.050	2,8	0,99	[0,75,1,29]	1,00	[0,76,1,31]
Versicherte ≥ 60 Jahre								
<40dB	2.589	55,7	142.086	55,1	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	564	12,1	31.168	12,1	0,99	[0,91,1,09]	1,00	[0,91,1,09]
≥45-<50dB	715	15,4	39.755	15,4	0,99	[0,91,1,07]	0,99	[0,91,1,07]
≥50-<55dB	475	10,2	27.394	10,6	0,95	[0,86,1,05]	0,94	[0,85,1,04]
≥55-<60dB	179	3,9	10.848	4,2	0,91	[0,78,1,06]	0,90	[0,77,1,04]
≥60dB	123	2,7	6.732	2,6	1,00	[0,84,1,20]	1,00	[0,83,1,20]

OR: Odds Ratio; Modell 1: keine Adjustierung; Modell 3: adjustiert für Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

3.5.3.3 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen

Weder bei der gesonderten Analyse der Frauen aus der Versichertenpopulation A (Krankenkasse 1 und 2) noch bei der gesonderten Analyse der Frauen aus der Versichertenpopulation B (Krankenkasse 3) finden sich nennenswerte Risikoerhöhungen. Die Ergebnisse der Analysen werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nur berichtet, jedoch nicht in Tabellenform dargestellt.

3.5.3.4 Berücksichtigung der Wohndauer bei Versicherten der Krankenkasse 3

Eine Beschränkung der Auswertung auf Frauen der Krankenkasse 3, die mindestens 5 bzw. 10 Jahre an der Wohnadresse des Diagnosejahres bzw. des Jahres 2008 (bei Kontrollpersonen) gewohnt haben (siehe Kapitel 2.20.4.4), führt zu einer tendenziellen Erniedrigung der Risikoschätzer, die in der Lärmpegel-Kategorie von 55 bis <60 dB statistische Signifikanz erreicht.

Die Analyse der kumulativen Lärmjahre in den letzten 5 Jahren vor dem Diagnosejahr bzw. (bei Kontrollpersonen) vor dem Jahr 2008 ergibt keine signifikant von 1 verschiedenen Risikoschätzer.

Bei der zusätzlichen Adjustierung für das Einkommen (Modell 4) ändern sich die vorgenannten, auf die Versicherten der Krankenkasse 3 bezogenen Ergebnisse (gegenüber Modell 3) nicht substanziell. Die Ergebnisse der Analysen werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nur berichtet, jedoch nicht in Tabellenform dargestellt.

3.5.4 Gleichzeitige Aufnahme der einzelnen Verkehrslärm-Arten (Fluglärm, Straßenverkehrslärm, Schienenverkehrslärm) in das logistische Regressionsmodell zum Brustkrebs-Risiko bei Frauen

Um die Vergleichbarkeit zwischen den einzelnen Verkehrslärm-Arten zu gewährleisten, wurde bei der gleichzeitigen Aufnahme der einzelnen Verkehrslärm-Arten in das logistische Regressionsmodell die Kategorie ≥60 dB einheitlich als höchste Kategorie gewählt. Die Risikoschätzer für die einzelnen Verkehrslärm-Arten ändern sich auch für eine Brustkrebs-Erkrankung bei Adjustierung für die jeweils beiden anderen Verkehrslärm-Arten nur wenig: **Fluglärm** weist bei zusätzlicher Adjustierung für Straßenverkehrslärm und Schienenverkehrslärm weiterhin keine Erhöhung des Brustkrebs-Risikos mit steigenden Fluglärm-Dauerschallpegeln auf. Für einen 24h-Dauerschallpegel von ≥60 dB ist die Odds Ratio – vergleichbar mit dem Modell für Fluglärm ohne Adjustierung für andere Verkehrslärm-Arten - statistisch nicht signifikant auf 1,49 erhöht. Für die gesetzliche Nacht (22 bis 6 Uhr) finden sich vergleichbare Ergebnisse; hier sind die Odds Ratio nicht signifikant auf 1,29 erhöht. Für den **Straßenverkehrslärm** und für den **Schienenverkehrslärm** finden sich auch bei Adjustierung für die jeweils anderen Verkehrslärm-Arten ebenfalls keine nennenswerten Veränderungen des Brustkrebs-Risikos.

Die Ergebnisse finden sich in Anhang 05: Gleichzeitige Aufnahme der einzelnen Verkehrslärm-Arten zum Brustkrebs-Risiko.

3.6 Depressive Störungen

In der Gesamtgruppe der Versicherten weisen 85.180 Personen (davon 77.295 mit Lärmexpositionen) eine depressive Störung auf (im Folgenden wird verkürzt auch von „Depressionen“ gesprochen). Die im Text aufgeführten Risikoschätzer sind auf das für Alter, Geschlecht und Sozialstatus (Bildung, Beruf, regionale SGB II-Quote) adjustierte Basismodell (Modell 3) bezogen, da dieses „Confounderset“ die größte Anzahl potentiell relevanter Confounder enthält und in der Hauptanalyse die mit Abstand beste statistische Anpassung erzielte. Es ist darauf hinzuweisen, dass – im Unterschied zu den vorherigen Fallgruppen – die Erkrankungsrisiken für depressive Störungen deutlich sinken, wenn der Sozialstatus als Confounder in das logistische Regressionsmodell aufgenommen wird. Das Alter geht in alle nachfolgenden Auswertungen als kontinuierliche Variable mit einem linearen, quadratischen und kubischen Term ein, da dies gegenüber der Adjustierung für das Alter als kategorisierte Variable die Modellanpassung deutlich verbessert.

3.6.1 Zusammenhang zwischen Fluglärm und Depressionen

3.6.1.1 Ergebnisse der Gesamtgruppe (Männer und Frauen gemeinsam)

Die Hauptanalyse mit 24h-Dauerschallpegeln lässt beim Sozialstatus-adjustierten Modell (sekundärdatenbasiertes Basismodell, OR_3) ein deutlich erhöhtes, statistisch signifikantes Depressions-Risiko bereits in der Pegelkategorie 40 bis <45 dB erkennen (Tabelle 3-74, OR = 1,13 [95% KI 1,11-1,15]), welches für Lärmpegel zwischen 45 und 55 dB auf jeweils 1,17 steigt (OR für 45 bis <50 dB = 1,17 [95% KI 1,14-1,19]; OR für 50 bis <55 dB = 1,17 [95% KI 1,13-1,21]). In der Dauerschallpegel-Kategorie von 55 bis <60 dB beträgt die Odds Ratio 1,01 (95% KI 0,95-1,07), um bei Lärmpegeln ≥60 dB bei geringen Felderbelegungen auf 0,56 (95% KI 0,30-1,03) zu sinken.

Wenn die 24h-Dauerschallpegel als kontinuierliche Variable in das logistische Regressionsmodell aufgenommen werden, findet sich eine deutliche statistisch signifikante Risikoerhöhung um 8,9% pro 10 dB Dauerschallpegel (OR pro 10 dB = 1,089 [95% KI 1,074-1,104]). Die Berücksichtigung der kontinuierlichen Fluglärm-Variable als einfaches Polynom 3. Grades (mit linearem, quadratischem und kubischem Term) führt zu einer wesentlich besseren Modellanpassung. Dies weist darauf hin, dass das Depressions-Risiko aufgrund der abfallenden Risikoschätzer bei höheren Fluglärmpegeln nicht adäquat durch einen linearen Zusammenhang abgebildet wird.

Bei der Prüfung eines Zusammenhangs zwischen nächtlichem Fluglärm und dem Auftreten einer Depression finden sich in der gesetzlichen Nacht (22-06 Uhr) statistisch signifikante Risikoerhöhungen bei einem Schallpegel von 40 bis <45 dB (Tabelle 3-74, OR=1,14 [95% KI

1,11-1,16]) und von 50 bis <55 dB (1,09 [95% KI 1,06-1,12]); für Dauerschallpegel von 55 bis <60 dB ergibt sich eine erniedrigte Odds Ratio von 0,98 (95% KI 0,94-1,03), die bei einem Dauerschallpegel von ≥60 dB weiter sinkt und statistische Signifikanz erreicht (OR = 0,57 [95% KI 0,45-0,74]). Im Zeitraum von 23-05 Uhr und in der EU-Nacht (23-07 Uhr) finden sich ebenfalls statistisch signifikante Risikoerhöhungen in der Pegelstufe von 40 bis <45 dB und statistisch signifikante Risikoerniedrigungen in der Pegelstufe ≥60 dB.

Werden einzelne Stunden zwischen 22 und 7 Uhr analysiert, dann finden sich lediglich für die Einzelstunden von 23 bis 24 Uhr und von 5 bis 6 Uhr Abweichungen von dem oben beschriebenen Verlauf der Expositions-Wirkungs-Kurve in Form eines umgekehrten „U“: In der Zeit von 23 bis 24 Uhr zeigt sich in der Pegelstufe ≥60 dB eine statistisch nicht signifikant erhöhte Odds Ratio von 1,12 (95% KI 0,50-2,51); in der Zeit von 5 bis 6 Uhr zeigen sich in den Pegelstufen ab 55 dB Risikoschätzer um die 1.

Bei der Emergenz-Analyse, die den $L_{pAeq,24h}$ unter Berücksichtigung der Differenz zum höchsten mittleren maximalen Schalldruckpegel ($\overline{L_{pAmax,\ 24h}}$) betrachtet, finden sich keine höheren Risikoschätzer bei einer Differenz des Maximalpegels zum Dauerschallpegel von 20 dB oder mehr (Tabelle 3-74). Bei der Analyse der gewichteten L_{DN}-Pegel und L_{DEN}-Pegel finden sich statistisch signifikant erhöhte Risikoschätzer in allen Lärmpegelklassen zwischen 40 und 60 dB sowie Risikoschätzer um die 1 in der Pegelklasse ≥60 dB.

Tabelle 3-74: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Depression

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes“ Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
<40dB, Max. <50dB	28.687	37,1	233.178	40,3	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	4.647	6,0	37.688	6,5	1,01	[0,97,1,04]	1,00	[0,96,1,03]
≥40-<45dB	24.081	31,2	170.171	29,4	1,16	[1,14,1,19]	1,13	[1,11,1,15]
≥45-<50dB	13.231	17,1	90.227	15,6	1,21	[1,19,1,24]	1,16	[1,14,1,19]
≥50-<55dB	5.243	6,8	35.784	6,2	1,22	[1,18,1,26]	1,17	[1,13,1,21]
≥55-<60dB	1.395	1,8	11.043	1,9	1,05	[0,99,1,11]	1,01	[0,95,1,07]
≥60dB	11	<0,05	155	<0,05	0,59	[0,32,1,09]	0,56	[0,30,1,03]
Kontinuierlich					1,123	[1,109, 1,137]	1,089	[1,074, 1,104]
(pro 10 dB)						$p < 0,001$		$p < 0,001$
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB, Max. <50dB	33.828	43,8	268.290	46,4	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	20.990	27,2	152.047	26,3	1,10	[1,08,1,13]	1,07	[1,05,1,09]
≥40-<45dB	13.819	17,9	94.846	16,4	1,17	[1,15,1,20]	1,14	[1,11,1,16]
≥45-<50dB	6.358	8,2	44.856	7,8	1,14	[1,11,1,18]	1,09	[1,06,1,12]
≥50-<55dB	2.234	2,9	17.352	3,0	1,04	[0,99,1,09]	0,98	[0,94,1,03]
≥55-<60dB	66	0,1	855	0,1	0,62	[0,48,0,80]	0,57	[0,45,0,74]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
Zeitraum von 23-05h								
<40dB, Max. <50dB	34.005	44,0	269.478	46,6	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	24.579	31,8	175.297	30,3	1,12	[1,10,1,14]	1,08	[1,06,1,10]
≥40-<45dB	12.117	15,7	83.259	14,4	1,17	[1,14,1,20]	1,14	[1,11,1,16]
≥45-<50dB	5.172	6,7	38.807	6,7	1,07	[1,04,1,11]	1,02	[0,99,1,05]
≥50-<55dB	1.409	1,8	11.221	1,9	1,01	[0,96,1,07]	0,95	[0,90,1,01]
≥55-<60dB	13	<0,05	184	<0,05	0,58	[0,33,1,01]	0,54	[0,31,0,95]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
EU-Nacht (23-07h)								
<40dB, Max. <50dB	34.127	44,2	270.633	46,8	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	23.826	30,8	171.646	29,7	1,11	[1,09,1,13]	1,08	[1,06,1,10]
≥40-<45dB	11.473	14,8	79.623	13,8	1,16	[1,13,1,18]	1,12	[1,10,1,15]
≥45-<50dB	5.893	7,6	40.542	7,0	1,17	[1,14,1,21]	1,12	[1,08,1,15]
≥50-<55dB	1.891	2,4	14.826	2,6	1,03	[0,98,1,08]	0,97	[0,92,1,02]
≥55-<60dB	85	0,1	976	0,2	0,71	[0,56,0,88]	0,65	[0,52,0,81]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Fluglärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Fluglärm}$ und $\overline{L_{pAmax,\ 24h\ Fluglärm}}$)								
<40dB, Differenz <20dB	17.437	22,6	142.619	24,7	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	15.897	20,6	128.247	22,2	1,02	[1,00,1,04]	1,04	[1,01,1,06]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	10.951	14,2	75.908	13,1	1,20	[1,17,1,24]	1,17	[1,14,1,20]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	13.130	17,0	94.263	16,3	1,15	[1,12,1,18]	1,14	[1,11,1,17]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	4.736	6,1	31.432	5,4	1,26	[1,22,1,31]	1,21	[1,17,1,26]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	8.495	11,0	58.795	10,2	1,20	[1,17,1,24]	1,17	[1,13,1,21]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	2.706	3,5	17.680	3,1	1,29	[1,24,1,35]	1,25	[1,20,1,31]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	2.537	3,3	18.104	3,1	1,16	[1,11,1,22]	1,14	[1,09,1,19]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	575	0,7	4.320	0,7	1,12	[1,02,1,22]	1,09	[0,99,1,20]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	820	1,1	6.723	1,2	1,02	[0,94,1,09]	1,00	[0,93,1,08]
≥60dB, Differenz<20dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
≥60dB, Differenz≥20dB	11	<0,05	155	<0,05	0,59	[0,32,1,10]	0,57	[0,31,1,05]
Beobachtungen						655.541		655.541

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter und Geschlecht; Modell 3: adjustiert für Alter, Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

3.6.1.2 Ergebnisse für Männer und Frauen getrennt

Der beschriebene umgekehrt „U“-förmige Verlauf der Expositions-Risiko-Beziehung zwischen Fluglärmpegel und Depressionsrisiko findet sich gleichermaßen für Männer wie für Frauen. Dies gilt insbesondere auch für die Analysen der unterschiedlichen „Nacht-Zeitbereiche“ (gesetzliche Nacht, Zeitraum von 23-05 Uhr, EU-Nacht).

Wenn die 24h-Dauerschallpegel als kontinuierliche Variable in das logistische Regressionsmodell aufgenommen werden, findet sich für Männer eine statistisch signifikante Risikoerhöhung von 8,6% pro 10 dB Fluglärm-Dauerschallpegel (OR pro 10 dB = 1,086 [95% KI 1,060-1,112], Tabelle 3-75), für Frauen eine statistisch signifikante Risikoerhöhung von 9,2% pro 10 dB Fluglärm-Dauerschallpegel (OR pro 10 dB = 1,092 [95% KI 1,073-1,111], Tabelle 3-76). Für Männer wie für Frauen wird die Expositions-Risiko-Beziehung nicht optimal durch eine lineare Verlaufskurve abgebildet, da die Berücksichtigung der kontinuierlichen Fluglärm-Variable als einfaches Polynom 3. Grades (mit linearem, quadratischem und kubischem Term) zu einer wesentlich besseren Modellanpassung führt.

Tabelle 3-75: Flugverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Depression, nur Männer

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes" Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
<40dB, Max. <50dB	8.891	35,69	115.208	39,42	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	1.439	5,78	18.888	6,46	0,99	[0,93,1,05]	0,98	[0,92,1,03]
≥40-<45dB	7.891	31,7	86.636	29,6	1,18	[1,15,1,22]	1,13	[1,09,1,17]
≥45-<50dB	4.440	17,8	47.040	16,1	1,22	[1,18,1,27]	1,15	[1,10,1,20]
≥50-<55dB	1.783	7,2	18.699	6,4	1,25	[1,18,1,31]	1,18	[1,11,1,25]
≥55-<60dB	467	1,9	5.685	1,9	1,08	[0,98,1,19]	1,03	[0,93,1,14]
≥60dB	3	<0,05	83	<0,05	0,47	[0,15,1,48]	0,43	[0,14,1,38]
Kontinuierlich (pro 10 dB)					1,134	[1,110, 1,158] $p < 0,001$	1,086	[1,060, 1.112] $p < 0,001$
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB, Max. <50dB	10.608	42,58	133.230	45,59	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	6.837	27,44	77.161	26,40	1,11	[1,08,1,15]	1,06	[1,03,1,10]
≥40-<45dB	4.632	18,6	48.844	16,7	1,19	[1,15,1,24]	1,14	[1,10,1,19]
≥45-<50dB	2.082	8,4	23.647	8,1	1,11	[1,06,1,17]	1,04	[0,99,1,10]
≥50-<55dB	737	3,0	8.919	3,1	1,05	[0,97,1,13]	0,98	[0,90,1,06]
≥55-<60dB	18	0,1	438	0,1	0,53	[0,33,0,85]	0,48	[0,30,0,77]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
Zeitraum von 23-05h								
<40dB, Max. <50dB	10.678	42,86	133.857	45,80	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	8.055	32,33	89.001	30,45	1,14	[1,10,1,17]	1,08	[1,05,1,11]
≥40-<45dB	4.026	16,2	43.306	14,8	1,17	[1,12,1,21]	1,12	[1,08,1,16]
≥45-<50dB	1.701	6,8	20.162	6,9	1,06	[1,01,1,12]	1,00	[0,94,1,05]
≥50-<55dB	451	1,8	5.815	2,0	0,98	[0,89,1,08]	0,91	[0,82,1,01]
≥55-<60dB	3	<0,05	98	<0,05	0,40	[0,13,1,25]	0,36	[0,11,1,14]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
EU-Nacht (23-07h)								
<40dB, Max. <50dB	10.727	43,06	134.467	46,01	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	7.767	31,18	87.158	29,82	1,12	[1,08,1,15]	1,07	[1,03,1,10]
≥40-<45dB	3.786	15,2	41.061	14,1	1,16	[1,11,1,20]	1,11	[1,06,1,15]
≥45-<50dB	1.995	8,0	21.359	7,3	1,18	[1,12,1,24]	1,10	[1,04,1,16]
≥50-<55dB	618	2,5	7.697	2,6	1,02	[0,94,1,11]	0,95	[0,87,1,04]
≥55-<60dB	21	0,1	497	0,2	0,54	[0,35,0,84]	0,48	[0,31,0,74]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Fluglärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Fluglärm}$ und $L_{pAmax,\ 24h\ Fluglärm}$)								
<40dB, Differenz <20dB	5.422	21,8	70.076	24,0	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	4.908	19,7	64.020	21,9	0,99	[0,95,1,03]	1,01	[0,97,1,05]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	3.613	14,5	39.619	13,6	1,17	[1,12,1,23]	1,12	[1,07,1,17]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	4.278	17,2	47.017	16,1	1,18	[1,13,1,23]	1,15	[1,10,1,20]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	1.568	6,3	16.524	5,7	1,23	[1,16,1,30]	1,16	[1,09,1,23]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	2.872	11,5	30.516	10,4	1,21	[1,16,1,27]	1,15	[1,09,1,21]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	902	3,6	9.503	3,3	1,23	[1,15,1,33]	1,17	[1,08,1,26]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	881	3,5	9.196	3,1	1,24	[1,15,1,33]	1,18	[1,10,1,28]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	182	0,7	2.234	0,8	1,06	[0,91,1,24]	1,02	[0,87,1,19]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	285	1,1	3.451	1,2	1,08	[0,95,1,22]	1,04	[0,92,1,18]
≥60dB, Differenz<20dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
≥60dB, Differenz≥20dB	3	<0,05	83	<0,05	0,45	[0,14,1,44]	0,42	[0,13,1,34]
Beobachtungen						317.153		317.153

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter; Modell 3: adjustiert für Alter, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

Tabelle 3-76: Flugverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$, $L_{pAeq,\ Nacht1}$, Emergenz) und Depression, nur Frauen

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes“ Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
<40dB, Max. <50dB	19.796	37,79	117.970	41,25	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	3.208	6,12	18.800	6,57	1,01	[0,97,1,06]	1,01	[0,97,1,05]
≥40-<45dB	16.190	30,9	83.535	29,2	1,15	[1,13,1,18]	1,13	[1,11,1,16]
≥45-<50dB	8.791	16,8	43.187	15,1	1,21	[1,18,1,24]	1,17	[1,14,1,21]
≥50-<55dB	3.460	6,6	17.085	6,0	1,20	[1,16,1,25]	1,17	[1,12,1,22]
≥55-<60dB	928	1,8	5.358	1,9	1,03	[0,96,1,11]	1,01	[0,93,1,08]
≥60dB	8	<0,05	72	<0,05	0,65	[0,31,1,35]	0,63	[0,30,1,31]
Kontinuierlich (pro 10 dB)					1,117	[1,100, 1,135] p < 0,001	1,092	[1,073, 1,111] p < 0,001
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB, Max. <50dB	23.220	44,33	135.060	47,22	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	14.153	27,02	74.886	26,18	1,10	[1,08,1,13]	1,07	[1,05,1,10]
≥40-<45dB	9.187	17,5	46.002	16,1	1,16	[1,13,1,19]	1,14	[1,10,1,17]
≥45-<50dB	4.276	8,2	21.209	7,4	1,16	[1,12,1,21]	1,12	[1,08,1,16]
≥50-<55dB	1.497	2,9	8.433	2,9	1,04	[0,98,1,10]	0,99	[0,93,1,05]
≥55-<60dB	48	0,1	417	0,1	0,66	[0,49,0,90]	0,62	[0,46,0,84]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
Zeitraum von 23-05h								
<40dB, Max. <50dB	23.327	44,53	135.621	47,42	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	16.524	31,55	86.296	30,17	1,11	[1,09,1,14]	1,08	[1,06,1,11]
≥40-<45dB	8.091	15,4	39.953	14,0	1,17	[1,14,1,21]	1,15	[1,11,1,18]
≥45-<50dB	3.471	6,6	18.645	6,5	1,08	[1,04,1,12]	1,03	[0,99,1,07]
≥50-<55dB	958	1,8	5.406	1,9	1,03	[0,96,1,11]	0,98	[0,91,1,05]
≥55-<60dB	10	<0,05	86	<0,05	0,67	[0,35,1,30]	0,64	[0,33,1,24]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
EU-Nacht (23-07h)								
<40dB, Max. <50dB	23.400	44,67	136.166	47,61	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	16.059	30,66	84.488	29,54	1,11	[1,08,1,13]	1,08	[1,06,1,11]
≥40-<45dB	7.687	14,7	38.562	13,5	1,16	[1,12,1,19]	1,13	[1,10,1,16]
≥45-<50dB	3.898	7,4	19.183	6,7	1,18	[1,13,1,22]	1,13	[1,08,1,17]
≥50-<55dB	1.273	2,4	7.129	2,5	1,04	[0,98,1,11]	0,99	[0,93,1,05]
≥55-<60dB	64	0,1	479	0,2	0,79	[0,61,1,03]	0,74	[0,57,0,96]
≥60dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Fluglärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Fluglärm}$ und $L_{pAmax,\ 24h\ Fluglärm}$)								
<40dB, Differenz <20dB	12.015	22,9	72.543	25,4	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	10.989	21,0	64.227	22,5	1,03	[1,00,1,06]	1,05	[1,02,1,08]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	7.338	14,0	36.289	12,7	1,22	[1,18,1,25]	1,19	[1,15,1,23]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	8.852	16,9	47.246	16,5	1,13	[1,10,1,16]	1,12	[1,09,1,16]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	3.168	6,0	14.908	5,2	1,28	[1,22,1,33]	1,24	[1,19,1,30]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	5.623	10,7	28.279	9,9	1,20	[1,15,1,24]	1,17	[1,13,1,22]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	1.804	3,4	8.177	2,9	1,32	[1,25,1,39]	1,29	[1,22,1,37]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	1.656	3,2	8.908	3,1	1,12	[1,06,1,18]	1,10	[1,04,1,17]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	393	0,8	2.086	0,7	1,15	[1,03,1,28]	1,13	[1,01,1,26]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	535	1,0	3.272	1,1	0,98	[0,89,1,07]	0,97	[0,88,1,07]
≥60dB, Differenz<20dB	0	0,0	0	0,0	-	-	-	-
≥60dB, Differenz≥20dB	8	<0,05	72	<0,05	0,65	[0,31,1,36]	0,63	[0,30,1,31]
Beobachtungen						338.388		338.388

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter; Modell 3: adjustiert für Alter, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

3.6.1.3 Einfluss des Alters auf die Risikoschätzer für Depressionen

Die beschriebenen Risikoerhöhungen bei Dauerschallpegel-Kategorien zwischen 40 und 55 dB sind bei jüngeren Versicherten (Alter unter 60 Jahren) etwas deutlicher ausgeprägt als bei älteren Versicherten (Alter über 60 Jahren); bei jüngeren Versicherten findet sich überdies auch bei einem Dauerschallpegel von 55 bis <60 dB eine statistisch grenzwertig erhöhte Odds Ratio von 1,07 (95% KI 0,99-1,16; Tabelle 3-77).

Tabelle 3-77: Flugverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Depression nach Alter

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes“ Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
Versicherte unter 60 Jahre								
L_{pAeq} < 40 dB und $\overline{L_{pAmax}}$ <50 dB	13.813	34,8	108.781	39,2	1,00	-	1,00	-
L_{pAeq} < 40 dB und $\overline{L_{pAmax}}$ ≥50 dB	2.242	5,7	18.189	6,6	0,97	[0,93,1,02]	0,96	[0,92,1,01]
≥40-<45dB	12.629	31,8	82.336	29,7	1,23	[1,20,1,26]	1,17	[1,14,1,21]
≥45-<50dB	7.247	18,3	44.878	16,2	1,31	[1,27,1,35]	1,22	[1,18,1,27]
≥50-<55dB	2.926	7,4	17.655	6,4	1,34	[1,29,1,40]	1,25	[1,20,1,31]
≥55-<60dB	799	2,0	5.510	2,0	1,17	[1,08,1,26]	1,07	[0,99,1,16]
≥60dB	8	<0,05	77	<0,05	0,79	[0,38,1,65]	0,74	[0,36,1,54]
Versicherte ≥ 60 Jahre								
L_{pAeq} < 40 dB und $\overline{L_{pAmax}}$ <50 dB	14.874	39,53	124.397	41,35	1,00	-	1,00	-
L_{pAeq} < 40 dB und $\overline{L_{pAmax}}$ ≥50 dB	2.405	6,39	19.499	6,48	1,04	[0,99,1,09]	1,03	[0,98,1,08]
≥40-<45dB	11.452	30,4	87.835	29,2	1,10	[1,07,1,13]	1,09	[1,06,1,12]
≥45-<50dB	5.984	15,9	45.349	15,1	1,12	[1,08,1,15]	1,10	[1,07,1,14]
≥50-<55dB	2.317	6,2	18.129	6,0	1,08	[1,03,1,13]	1,08	[1,03,1,13]
≥55-<60dB	596	1,6	5.533	1,8	0,91	[0,83,0,99]	0,93	[0,85,1,02]
≥60dB	3	<0,05	78	<0,05	0,35	[0,11,1,11]	0,34	[0,11,1,09]

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Geschlecht Modell 3: adjustiert für Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

3.6.1.4 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen, Männer und Frauen gemeinsam

Der umgekehrt „U“-förmige Verlauf der Expositions-Wirkungs-Kurve findet sich bei der Versichertenpopulation A ebenso wie bei der Versichertenpopulation B.

3.6.1.5 Berücksichtigung der Wohndauer bei Versicherten der Krankenkasse 3

Eine Beschränkung der Auswertung auf Versicherte der Krankenkasse 3 (Versichertenpopulation B), die mindestens 5 bzw. 10 Jahre an der Wohnadresse des Diagnosejahres bzw. des Jahres 2008 (bei Kontrollpersonen) gewohnt haben (siehe Kapitel 2.20.4.4), hat keinen substanziellen Einfluss auf die Ergebnisse. Lediglich in der höchsten Kategorie des 24h-Dauerschallpegels von ≥60 dB findet sich bei einer konstanten Wohnadresse für mindestens 10 Jahre im Unterschied zu der fehlenden Berücksichtigung der Wohndauer ein (statistisch nicht signifikanter) Risikoschätzer über 1 (OR = 1,11 [95% KI 0,38-3,21]).

Die Analyse der kumulativen Lärmjahre in den letzten 5 Jahren vor dem Diagnosejahr bzw. (bei Kontrollpersonen) vor dem Jahr 2008 ergibt einen Risikoschätzer um die 1 im zweiten Quartil, eine statistisch signifikante Odds Ratio von 1,10 (95% KI 1,05-1,15) im dritten Quartil und eine statistisch signifikante Odds Ratio von 1,06 (95% KI 1,01-1,11) im vierten Quartil der kumulativen Lärmjahre.

Bei der zusätzlichen Adjustierung der Modelle für das Einkommen (Modell 4) ändern sich die vorgenannten, auf die Versicherten der Krankenkasse 3 bezogenen Ergebnisse (gegenüber Modell 3) nicht substanziell.

3.6.2 Zusammenhang zwischen Straßenverkehrslärm und Depressionen

3.6.2.1 Ergebnisse der Gesamtgruppe (Männer und Frauen gemeinsam)

Die Hauptanalyse mit 24h-Dauerschallpegeln lässt einen nahezu monotonen Anstieg der Odds Ratio ab einem Straßenverkehrslärm von 40 bis <45 dB erkennen (Tabelle 3-78). Für einen Lärmpegel von 40 bis <45 dB findet sich eine grenzwertig statistisch signifikante Odds Ratio von 1,03 (95% KI 1,00-1,06); für alle höheren Lärmpegel-Kategorien sind die Ergebnisse statistisch signifikant: Die Odds Ratio liegt bei einem Dauerschallpegel von 45 bis <50 dB bei 1,07 (95% KI 1,04-1,10) und steigt nahezu kontinuierlich an bis zur höchsten, statistisch signifikanten Odds Ratio von 1,19 (95% KI 1,12-1,27) bei einem Dauerschallpegel von ≥70 dB. Wenn die 24h-Dauerschallpegel als kontinuierliche Variable in das logistische Regressionsmodell aufgenommen werden, findet sich eine statistisch signifikante Risikoerhöhung von 4,1% pr)o 10 dB Straßenverkehrslärm (OR pro 10 dB = 1,041 [95% KI 1,032-1,050]). Die Berücksichtigung der kontinuierlichen Straßenverkehrslärm-Variable als einfaches Polynom 3. Grades (mit linearem, quadratischem und kubischem Term) führt nicht zu einer verbesserten Modellanpassung; dies spricht für eine angemessene Abbildung der Expositions-Risiko-Beziehung durch ein einfaches lineares Modell. Im Vergleich der verschiedenen Modelle zeigen sich bei Adjustierung für den individuellen und den regionalen Sozialstatus (Modell 3) vergleichsweise niedrigere Risikoschätzer; auf dieses Modell 3 bezieht sich der vorliegende Text.

Bei der Betrachtung der gesetzlichen Nacht (22-06 h) findet sich ein monotoner Anstieg der (sämtlich statistisch signifikanten) Risikoschätzer für eine Depression bei steigendem Straßenlärmpegel: die Odds Ratio beträgt 1,03 (95% KI 1,01-1,05) bei einem nächtlichen Lärmpegel von 40 bis <45 dB, 1,04 (95% KI 1,02-1,06) bei einem nächtlichen Lärmpegel von 45 bis <50 dB, 1,04 (95% KI 1,01-1,06) bei einem nächtlichen Lärmpegel von 50 bis <55 dB, 1,08 (95% KI 1,04-1,11) bei einem nächtlichen Lärmpegel von 55 bis <60 dB und 1,12 (95% KI 1,07-1,16) bei ≥60 dB.

Bei der Emergenz-Analyse finden sich keine einheitlich höheren Risikoschätzer bei einer Differenz des Maximalpegels $\overline{L_{pAmax,\ 24h}}$ zum 24h-Dauerschallpegel von 20 dB oder mehr.

Für den gewichteten L_{DN}-Pegel zeigt sich eine statistisch signifikant erhöhte Odds Ratio von 1,07 in den L_{DN}-Kategorie zwischen 45 und <60 dB und von 1,11 (95% KI 1,08-1,15) in der höchsten L_{DN}-Kategorie von ≥60 dB.

Tabelle 3-78: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Depression

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes“ Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
< 40 dB	7.728	10,0	62.733	10,9	1,00	-	1,00	-
≥40 – <45 dB	15.885	20,6	124.699	21,6	1,04	[1,01,1,07]	1,03	[1,00,1,06]
≥45 – <50 dB	18.694	24,2	138.625	24,0	1,10	[1,07,1,13]	1,07	[1,04,1,10]
≥50 – <55 dB	14.103	18,3	101.549	17,6	1,14	[1,11,1,18]	1,09	[1,06,1,13]
≥55 – <60 dB	8.359	10,8	62.994	10,9	1,09	[1,06,1,13]	1,05	[1,02,1,09]
≥60 – <65 dB	6.648	8,6	46.826	8,1	1,18	[1,14,1,22]	1,13	[1,09,1,17]
≥65 – <70 dB	4.540	5,9	31.955	5,5	1,18	[1,13,1,23]	1,13	[1,09,1,18]
≥70 dB	1.338	1,7	8.865	1,5	1,27	[1,19,1,35]	1,19	[1,12,1,27]
Kontinuierlich					1,056	[1,047, 1,065]	1,041	[1,032, 1,050]
(Pro 10 dB)						p < 0,001		p < 0,001
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB	30.420	39,4	236.396	40,9	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	15.822	20,5	117.229	20,3	1,05	[1,03,1,08]	1,03	[1,01,1,05]
≥45-<50dB	12.407	16,1	90.574	15,7	1,07	[1,05,1,10]	1,04	[1,02,1,06]
≥50-<55dB	8.912	11,5	65.645	11,4	1,07	[1,04,1,10]	1,04	[1,01,1,06]
≥55-<60dB	6.445	8,3	45.856	7,9	1,11	[1,08,1,14]	1,08	[1,04,1,11]
≥60dB	3.289	4,3	22.546	3,9	1,16	[1,11,1,20]	1,12	[1,07,1,16]
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Straßenlärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Straßenlärm}$ und $\overline{L}_{pAmax,\ 24h\ Straßenlärm}$)								
<40dB, Differenz <20dB	6.384	8,3	51.848	9,0	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	1.344	1,7	10.885	1,9	1,01	[0,95,1,07]	1,02	[0,95,1,08]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	14.041	18,2	110.317	19,1	1,04	[1,01,1,07]	1,03	[1,00,1,06]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	1.844	2,4	14.382	2,5	1,04	[0,99,1,10]	1,04	[0,99,1,10]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	16.466	21,3	122.705	21,2	1,10	[1,06,1,13]	1,06	[1,03,1,10]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	2.228	2,9	15.920	2,8	1,14	[1,09,1,20]	1,14	[1,08,1,20]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	12.095	15,6	86.624	15,0	1,15	[1,11,1,19]	1,10	[1,07,1,14]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	2.008	2,6	14.925	2,6	1,10	[1,04,1,16]	1,08	[1,02,1,14]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	5.889	7,6	44.049	7,6	1,10	[1,06,1,14]	1,05	[1,01,1,09]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	2.470	3,2	18.945	3,3	1,08	[1,03,1,13]	1,06	[1,01,1,11]
≥60dB, Differenz<20dB	8.467	11,0	56.354	9,7	1,25	[1,21,1,30]	1,19	[1,15,1,24]
≥60dB, Differenz≥20dB	4.059	5,3	31.292	5,4	1,07	[1,03,1,12]	1,05	[1,01,1,10]
Beobachtungen						655.541		655.541

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter und Geschlecht; Modell 3: adjustiert für Alter, Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGBII-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

3.6.2.2 Ergebnisse für Männer und Frauen getrennt

Bei der für Männer und Frauen getrennten Analyse (Tabelle 3-79 und Tabelle 3-80) finden sich vergleichbar deutlich ausgeprägte Risikoerhöhungen für Männer und Frauen. Wenn die 24h-Dauerschallpegel als kontinuierliche Variable in das logistische Regressionsmodell aufgenommen werden, findet sich für Männer und für Frauen pro 10 dB Schalldruckpegel eine statistisch signifikante Risikoerhöhung um 4,0% (OR = 1,040 [95% KI 1,025-1,055] bei Männern und OR=1,040 [95% KI 1,029-1,052] bei Frauen).

Tabelle 3-79: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Depression, nur Männer

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes“ Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
< 40 dB	2.400	9,6	30.742	10,5	1,00	-	1,00	-
≥40 – <45 dB	4.904	19,7	61.970	21,2	1,02	[0,97,1,07]	0,99	[0,94,1,05]
≥45 – <50 dB	5.924	23,8	69.235	23,7	1,10	[1,04,1,15]	1,05	[1,00,1,10]
≥50 – <55 dB	4.699	18,9	52.066	17,8	1,15	[1,10,1,22]	1,08	[1,03,1,14]
≥55 – <60 dB	2.705	10,9	32.071	11,0	1,08	[1,02,1,14]	1,02	[0,96,1,08]
≥60 – <65 dB	2.225	8,9	24.501	8,4	1,16	[1,09,1,23]	1,10	[1,03,1,16]
≥65 – <70 dB	1.549	6,2	16.923	5,8	1,17	[1,09,1,25]	1,10	[1,03,1,17]
≥70 dB	508	2,0	4.731	1,6	1,38	[1,25,1,52]	1,26	[1,14,1,39]
Kontinuierlich					1,062	[1,047, 1,077]	1,040	[1,025, 1,055]
(pro 10 dB)						p < 0,001		p < 0,001
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB	9.406	37,8	117.127	40,1	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	5.160	20,7	59.163	20,2	1,09	[1,05,1,12]	1,05	[1,01,1,09]
≥45-<50dB	4.098	16,4	46.152	15,8	1,10	[1,06,1,15]	1,06	[1,02,1,10]
≥50-<55dB	2.928	11,8	33.801	11,6	1,08	[1,03,1,12]	1,03	[0,99,1,08]
≥55-<60dB	2.160	8,7	24.062	8,2	1,11	[1,06,1,17]	1,07	[1,01,1,12]
≥60dB	1.162	4,7	11.934	4,1	1,21	[1,13,1,29]	1,15	[1,08,1,22]
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Straßenlärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Straßenlärm}$ und $\overline{L}_{pAmax,\ 24h\ Straßenlärm}$)								
<40dB, Differenz <20dB	1.987	8,0	25.287	8,7	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	413	1,7	5.455	1,9	0,96	[0,86,1,07]	0,97	[0,87,1,08]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	4.337	17,4	54.776	18,7	1,01	[0,96,1,07]	0,99	[0,93,1,04]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	567	2,3	7.194	2,5	1,00	[0,91,1,10]	1,00	[0,91,1,10]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	5.220	21,0	61.276	21,0	1,08	[1,03,1,14]	1,03	[0,98,1,09]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	704	2,8	7.959	2,7	1,12	[1,02,1,23]	1,10	[1,01,1,20]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	4.040	16,2	44.551	15,2	1,15	[1,09,1,22]	1,08	[1,02,1,14]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	659	2,6	7.515	2,6	1,11	[1,01,1,22]	1,07	[0,98,1,17]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	1.881	7,5	22.425	7,7	1,07	[1,00,1,14]	1,00	[0,93,1,06]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	824	3,3	9.646	3,3	1,08	[0,99,1,18]	1,05	[0,96,1,14]
≥60dB, Differenz<20dB	2.911	11,7	29.940	10,2	1,23	[1,16,1,31]	1,14	[1,08,1,22]
≥60dB, Differenz≥20dB	1.371	5,5	16.215	5,5	1,07	[1,00,1,15]	1,04	[0,96,1,11]
Beobachtungen						317.153		317.153

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter; Modell 3: adjustiert für Alter, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

Tabelle 3-80: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Depression, nur Frauen

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes“ Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
<40 dB	5.328	10,2	31.991	11,2	1,00	-	1,00	-
≥40 – <45 dB	10.981	21,0	62.729	21,9	1,05	[1,01,1,09]	1,04	[1,01,1,08]
≥45 – <50 dB	12.770	24,4	69.390	24,3	1,10	[1,07,1,14]	1,08	[1,04,1,12]
≥50 – <55 dB	9.404	18,0	49.483	17,3	1,13	[1,09,1,18]	1,10	[1,06,1,14]
≥55 – <60 dB	5.654	10,8	30.923	10,8	1,10	[1,05,1,14]	1,07	[1,02,1,11]
≥60 – <65 dB	4.423	8,4	22.325	7,8	1,18	[1,13,1,24]	1,15	[1,10,1,20]
≥65 – <70 dB	2.991	5,7	15.032	5,3	1,19	[1,13,1,25]	1,15	[1,09,1,21]
≥70 dB	830	1,6	4.134	1,5	1,20	[1,11,1,30]	1,14	[1,06,1,24]
Kontinuierlich					1,053	[1,042, 1,062]	1,040	[1,029, 1,052]
(pro 10 dB)						p < 0,001		p < 0,001
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB	21.014	40,1	119.269	41,7	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	10.662	20,4	58.066	20,3	1,04	[1,01,1,07]	1,02	[0,99,1,04]
≥45-<50dB	8.309	15,9	44.422	15,5	1,06	[1,03,1,09]	1,03	[1,00,1,06]
≥50-<55dB	5.984	11,4	31.844	11,1	1,06	[1,03,1,10]	1,04	[1,01,1,07]
≥55-<60dB	4.285	8,2	21.794	7,6	1,11	[1,07,1,15]	1,08	[1,04,1,12]
≥60dB	2.127	4,1	10.612	3,7	1,13	[1,08,1,19]	1,10	[1,04,1,15]
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Straßenlärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Straßenlärm}$ und $L_{pAmax,\ 24h\ Straßenlärm}$)								
<40dB, Differenz <20dB	4.397	8,4	26.561	9,3	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	931	1,8	5.430	1,9	1,03	[0,95,1,11]	1,04	[0,96,1,12]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	9.704	18,5	55.541	19,4	1,06	[1,02,1,10]	1,05	[1,01,1,09]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	1.277	2,4	7.188	2,5	1,06	[0,99,1,14]	1,07	[1,00,1,14]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	11.246	21,5	61.429	21,5	1,10	[1,06,1,15]	1,08	[1,04,1,12]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	1.524	2,9	7.961	2,8	1,16	[1,08,1,23]	1,15	[1,08,1,23]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	8.055	15,4	42.073	14,7	1,15	[1,10,1,20]	1,11	[1,07,1,16]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	1.349	2,6	7.410	2,6	1,10	[1,03,1,17]	1,08	[1,01,1,15]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	4.008	7,7	21.624	7,6	1,12	[1,07,1,17]	1,08	[1,03,1,13]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	1.646	3,1	9.299	3,3	1,08	[1,01,1,14]	1,06	[1,00,1,13]
≥60dB, Differenz<20dB	5.556	10,6	26.414	9,2	1,26	[1,21,1,32]	1,21	[1,16,1,27]
≥60dB, Differenz≥20dB	2.688	5,1	15.077	5,3	1,07	[1,02,1,13]	1,06	[1,00,1,11]
Beobachtungen						338.388		338.388

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter; Modell 3: adjustiert für Alter, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

3.6.2.3 Einfluss des Alters auf die Risikoschätzer bei Depressionen

In der altersstratifizierten Analyse finden sich bei den älteren Versicherten (Alter über 60 Jahre) geringere Risikoerhöhungen als bei den jüngeren Versicherten (Alter unter 60 Jahren): Bei einem Dauerschallpegel ≥60 dB beträgt die Odds Ratio bei den älteren Versicherten 1,07 (95% KI 1,03-1,12), bei den jüngeren Versicherten 1,20 (95% KI 1,15-1,26).

Tabelle 3-81: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Depression, stratifiziert nach Alter

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes“ Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
Versicherte unter 60 Jahre								
<40dB	3.515	8,9	28.464	10,3	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	7.761	19,6	57.448	20,7	1,10	[1,06,1,15]	1,08	[1,04,1,13]
≥45-<50dB	9.477	23,9	65.287	23,5	1,19	[1,14,1,24]	1,13	[1,09,1,18]
≥50-<55dB	7.626	19,2	50.051	18,0	1,26	[1,21,1,32]	1,19	[1,14,1,24]
≥55-<60dB	4.387	11,1	30.942	11,2	1,18	[1,12,1,23]	1,11	[1,06,1,16]
≥60dB	6.898	17,4	45.234	16,3	1,28	[1,23,1,34]	1,20	[1,15,1,26]
Versicherte ≥ 60 Jahre								
<40dB	4.213	11,2	34.269	11,4	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	8.124	21,6	67.251	22,4	0,98	[0,95,1,02]	0,98	[0,94,1,02]
≥45-<50dB	9.217	24,5	73.338	24,4	1,02	[0,98,1,06]	1,01	[0,97,1,05]
≥50-<55dB	6.477	17,2	51.498	17,1	1,03	[0,99,1,07]	1,01	[0,97,1,05]
≥55-<60dB	3.972	10,6	32.052	10,7	1,01	[0,96,1,06]	0,99	[0,95,1,04]
≥60dB	5.628	15,0	42.412	14,1	1,09	[1,05,1,14]	1,07	[1,03,1,12]

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Geschlecht; Modell 3: adjustiert für Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

3.6.2.4 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen, Männer und Frauen gemeinsam

Bei der Versichertenpopulation A finden sich insgesamt deutlichere Risikoerhöhungen zum Zusammenhang zwischen Straßenverkehrslärm und Depressionen als bei der Versichertenpopulation B. Während sich bei der Versichertenpopulation A in allen Dauerschallpegel-Kategorien ab 40 dB signifikant erhöhte Risikoschätzer zeigen (mit einem Anstieg bis zu einer Odds Ratio von 1,16 [95% KI 1,12-1,21]), findet sich bei der Versichertenpopulation B erst bei einem 24h-Dauerschallpegel ≥60 dB eine statistisch signifikante Risikoerhöhung (OR = 1,09 [95% KI 1,03-1,15]). Für die L_{DN}-Pegel zeigen sich lediglich bei der Versichertenpopulation A, nicht bei der Versichertenpopulation B statistisch signifikante Risikoerhöhungen. Die Ergebnisse der Analysen werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nur berichtet, jedoch nicht in Tabellenform dargestellt.

3.6.2.5 Berücksichtigung der Wohndauer bei Versicherten der Krankenkasse 3

Bei einer Beschränkung der Auswertung auf Versicherte der Krankenkasse 3 (Versichertenpopulation B), die mindestens 5 bzw. 10 Jahre an der Wohnadresse des Diagnosejahres bzw. des Jahres 2008 (bei Kontrollpersonen) gewohnt haben (siehe Kapitel 2.20.4.4), verliert die Risikoerhöhung in der Dauerschallpegel-Kategorie ≥60 dB ihre statistische Signifikanz.

Die Analyse der kumulativen Lärmjahre in den letzten 5 Jahren vor dem Diagnosejahr bzw. (bei Kontrollpersonen) vor dem Jahr 2008 ergibt keinen einheitlichen Risikoverlauf. Für das zweite Quartil der kumulativen Lärmjahre zeigt sich eine statistisch grenzwertig signifikante Odds Ratio von 1,05 (95% KI 1,00-1,10), für das dritte und vierte Quartil finden sich geringere, statistisch nicht signifikante Risikoerhöhungen.

Bei der zusätzlichen Adjustierung der Modelle für das Einkommen (Modell 4) ändern sich die vorgenannten, auf die Versicherten der Krankenkasse 3 bezogenen Ergebnisse (gegen-

über) nicht substanziell. Die Ergebnisse der Analysen werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nur berichtet, jedoch nicht in Tabellenform dargestellt.

3.6.3 Zusammenhang zwischen Schienenverkehrslärm und Depressionen

3.6.3.1 Ergebnisse der Gesamtgruppe (Männer und Frauen gemeinsam)

Generell zeigen sich bei der Auswertung des Zusammenhangs zwischen Depressionen und Schienenverkehrslärm geringere Effektschätzer bei Adjustierung für Bildung, Beruf und regionaler SGB II-Quote (Modell 3) im Vergleich mit dem „rohen“ Modell (Modell 1). Dabei zeigt das Modell 3 eine vergleichsweise deutlich bessere Anpassungsgüte. Daher bezieht sich der folgende Text wiederum auf die Risikoschätzer des Sozialstatus-bezogenen Basismodells 3.

Die Hauptanalyse mit 24h-Dauerschallpegeln weist ab der Kategorie 40 bis <45 dB (OR = 1,03 [95% KI 1,00-1,05]) statistisch signifikante Risikoschätzer auf, die zwischen 45 und 55 dB bei 1,10 liegen (OR für 45 bis <50 dB = 1,10 [95% KI 1,08-1,13], OR für 50 bis <55 dB = 1,10 [95% KI 1,07-1,13]). Mit weiterem Anstieg der Dauerschallpegel verringern sich die Risikoschätzer wieder etwas. Die stärkste Risikoerhöhung findet sich in der Kategorie von 60 bis <65 dB (OR = 1,13 [95% KI 1,06-1,19]), bei höheren Dauerschallpegeln finden sich niedrigere, statistisch nicht signifikante Risikoschätzer.

Wenn die 24h-Dauerschallpegel als kontinuierliche Variable in das logistische Regressionsmodell aufgenommen werden, findet sich eine statistisch signifikante Risikoerhöhung von 3,9% pro 10 dB Schienenverkehrslärm (OR pro 10 dB = 1,039 [95% KI 1,029-1,049]). Die Berücksichtigung der kontinuierlichen Schienenverkehrslärm-Variable als einfaches Polynom 3. Grades (mit linearem, quadratischem und kubischem Term) führt zu einer verbesserten Modellanpassung, damit kann das lineare Modell die Expositions-Risiko-Beziehung zwischen Schienenverkehrslärm und Depressionen nicht optimal abbilden.

Bei der Betrachtung der gesetzlichen Nacht findet sich ein deutlicher Anstieg der Odds Ratio bis zu einem Schallpegel von 45 bis <50 dB (OR = 1,11 [95% KI 1,09-1,14]), gefolgt von einem leichten Rückgang der Odds Ratio auf 1,10 (95% KI 1,07-1,13) bei einem Schallpegel von 50 bis <55 dB und einem weiteren Rückgang der Odds Ratio auf 1,04 (95% KI 1,00-1,07) bei einem Schallpegel von 55 bis <60 dB bzw. von 1,05 (95% KI 1,00-1,09) bei einem Schallpegel ≥60 dB (Tabelle 3-82).

Bei der Emergenz-Analyse (Tabelle 3-82) findet sich keine einheitliche Tendenz zu einer Erhöhung der Risikoschätzer, wenn die Differenz zum Maximalpegel $\overline{L_{pAmax,\ 24h}}$ mehr als 20 dB beträgt.

Die Analyse des gewichteten L_{DN}-Pegels ergibt einen kontinuierlichen Risikoanstieg mit steigendem Schienenverkehrslärm bis zu einer statistisch signifikanten Odds Ratio von 1,13 (95% KI 1,10-1,15) in der L_{DN}-Kategorie von 55 bis <60 dB, in der L_{DN}-Kategorie ≥60 dB ist die Odds Ratio lediglich auf 1,04 (95% KI 1,01-1,07) erhöht.

Tabelle 3-82: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Depression

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes“ Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
L_{pAeq} <40 dB	40.213	52,03	314.545	54,40	1,00	-	1,00	-
≥40 – <45 dB	9.652	12,5	71.811	12,4	1,06	[1,04,1,09]	1,03	[1,00,1,05]
≥45 – <50 dB	12.929	16,7	89.372	15,5	1,15	[1,12,1,17]	1,10	[1,08,1,13]
≥50 – <55 dB	8.925	11,6	61.695	10,7	1,14	[1,12,1,17]	1,10	[1,07,1,13]
≥55 – <60 dB	3.362	4,4	24.862	4,3	1,07	[1,03,1,11]	1,03	[1,00,1,07]
≥60 – <65 dB	1.371	1,8	9.371	1,6	1,16	[1,10,1,23]	1,13	[1,06,1,19]
≥65 – <70 dB	556	0,7	4.129	0,7	1,08	[0,99,1,18]	1,04	[0,95,1,14]
≥70 dB	287	0,4	2.461	0,4	0,92	[0,81,1,04]	0,90	[0,80,1,02]
Kontinuierlich					1,060	[1,050, 1,069]	1,039	[1,029, 1,049]
(pro 10 dB)						$p < 0,001$		$p < 0,001$
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB	39.834	51,5	312.270	54,0	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	9.565	12,4	70.989	12,3	1,07	[1,04,1,09]	1,03	[1,01,1,06]
≥45-<50dB	12.582	16,3	85.965	14,9	1,16	[1,14,1,19]	1,11	[1,09,1,14]
≥50-<55dB	9.101	11,8	63.277	10,9	1,14	[1,11,1,17]	1,10	[1,07,1,13]
≥55-<60dB	3.840	5,0	28.287	4,9	1,07	[1,03,1,11]	1,04	[1,00,1,07]
≥60dB	2.373	3,1	17.458	3,0	1,08	[1,03,1,13]	1,05	[1,00,1,09]
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Schienenverkehrslärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Schienenverkehrslärm}$ und $L_{pAmax,\ 24h\ Schienenverkehrslärm}$)								
<40dB, Differenz <20dB	35.820	46,3	280.564	48,5	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	4.393	5,7	33.981	5,9	1,01	[0,98,1,05]	0,99	[0,96,1,03]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	7.914	10,2	58.115	10,1	1,08	[1,05,1,11]	1,04	[1,01,1,07]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	1.738	2,2	13.696	2,4	0,99	[0,94,1,04]	0,98	[0,93,1,04]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	10.669	13,8	73.064	12,6	1,16	[1,13,1,19]	1,11	[1,08,1,14]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	2.260	2,9	16.308	2,8	1,09	[1,04,1,14]	1,08	[1,03,1,13]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	7.099	9,2	48.809	8,4	1,15	[1,12,1,19]	1,10	[1,07,1,13]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	1.826	2,4	12.886	2,2	1,12	[1,06,1,18]	1,10	[1,05,1,16]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	2.484	3,2	18.161	3,1	1,08	[1,03,1,13]	1,04	[0,99,1,09]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	878	1,1	6.701	1,2	1,04	[0,97,1,12]	1,02	[0,95,1,10]
≥60dB, Differenz<20dB	1.288	1,7	9.394	1,6	1,09	[1,03,1,16]	1,05	[0,99,1,11]
≥60dB, Differenz≥20dB	926	1,2	6.567	1,1	1,13	[1,05,1,21]	1,10	[1,02,1,18]
Beobachtungen						655.541		655.541

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter und Geschlecht; Modell 3: adjustiert für Alter, Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

3.6.3.2 Ergebnisse für Männer und Frauen getrennt

Bei der für Männer und Frauen getrennten Analyse (Tabelle 3-83 und Tabelle 3-84) finden sich vergleichbar deutlich ausgeprägte Risikoerhöhungen für Männer und Frauen. Wenn die 24h-Dauerschallpegel als kontinuierliche Variable in das logistische Regressionsmodell aufgenommen werden, findet sich für Männer eine statistisch signifikante Risikoerhöhung um 4,0% (OR = 1,040 [95% KI 1,023-1,057] und für Frauen eine statistisch signifikante Risikoerhöhung von 3,9% (OR = 1,039 [95% KI 1,027-1,051]).

Tabelle 3-83: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Depression, nur Männer

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes“ Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
24h-Dauerschallpegel								
L_{pAeq} <40 dB	8.355	33,5	103.981	35,6	1,00	-	1,00	-
≥40 – <45 dB	3.138	12,6	36.883	12,6	1,06	[1,01,1,10]	1,00	[0,95,1,04]
≥45 – <50 dB	4.342	17,4	45.929	15,7	1,18	[1,13,1,22]	1,10	[1,05,1,14]
≥50 – <55 dB	2.984	12,0	31.645	10,8	1,18	[1,13,1,23]	1,10	[1,05,1,15]
≥55 – <60 dB	1.101	4,4	12.731	4,4	1,07	[1,01,1,15]	1,01	[0,94,1,08]
≥60 – <65 dB	462	1,9	4.804	1,6	1,20	[1,09,1,32]	1,12	[1,02,1,24]
≥65 – <70 dB	192	0,8	2.193	0,8	1,09	[0,94,1,26]	1,01	[0,87,1,17]
≥70 dB	97	0,4	1.277	0,4	0,94	[0,77,1,16]	0,90	[0,73,1,11]
Kontinuierlich (pro 10 dB)					1,070	[1,054, 1,087] $p < 0,001$	1,040	[1,023, 1,057] $p < 0,001$
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB	12.465	50,0	155.686	53,3	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	3.093	12,4	36.420	12,5	1,06	[1,02,1,10]	1,01	[0,97,1,05]
≥45-<50dB	4.283	17,2	44.475	15,2	1,20	[1,16,1,25]	1,13	[1,08,1,17]
≥50-<55dB	3.044	12,2	32.254	11,0	1,18	[1,13,1,23]	1,12	[1,07,1,16]
≥55-<60dB	1.227	4,9	14.393	4,9	1,06	[1,00,1,13]	1,01	[0,95,1,08]
≥60dB	802	3,2	9.011	3,1	1,11	[1,03,1,20]	1,05	[0,98,1,14]
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Schienenvekehrslärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Schienenvekehrslärm}$ und $L_{pAmax,\ 24h\ Scheinenvekehrslärm}$)								
<40dB, Differenz <20dB	11.257	45,2	139.777	47,8	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	1.341	5,4	17.000	5,8	0,98	[0,92,1,04]	0,96	[0,90,1,01]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	2.594	10,4	30.003	10,3	1,07	[1,03,1,12]	1,02	[0,97,1,06]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	544	2,2	6.880	2,4	0,98	[0,90,1,07]	0,97	[0,88,1,06]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	3.618	14,5	37.744	12,9	1,19	[1,15,1,24]	1,11	[1,07,1,16]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	724	2,9	8.185	2,8	1,10	[1,01,1,19]	1,07	[0,99,1,16]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	2.392	9,6	25.066	8,6	1,19	[1,13,1,24]	1,11	[1,06,1,17]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	592	2,4	6.579	2,3	1,11	[1,02,1,21]	1,09	[1,00,1,18]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	823	3,3	9.233	3,2	1,10	[1,02,1,19]	1,04	[0,97,1,12]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	278	1,1	3.498	1,2	0,99	[0,87,1,12]	0,95	[0,84,1,08]
≥60dB, Differenz<20dB	453	1,8	4.822	1,7	1,17	[1,06,1,29]	1,11	[1,00,1,22]
≥60dB, Differenz≥20dB	298	1,2	3.452	1,2	1,07	[0,95,1,20]	1,02	[0,90,1,15]
Beobachtungen						317.153		317.153

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter; Modell 3: adjustiert für Alter, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

Tabelle 3-84: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Depression, nur Frauen

	Fälle		Kontrollen					
	n	%	n	%	OR, „rohes“ Modell 1		OR, Basismodell 3	
24h-Dauerschallpegel								
L_{pAeq} < 40 dB	27.615	52,7	157.768	55,2	1,00	-	1,00	-
≥40 – <45 dB	6.514	12,4	34.928	12,2	1,06	[1,03,1,10]	1,04	[1,01,1,07]
≥45 – <50 dB	8.587	16,4	43.443	15,2	1,13	[1,10,1,16]	1,10	[1,07,1,13]
≥50 – <55 dB	5.941	11,3	30.050	10,5	1,13	[1,10,1,16]	1,10	[1,06,1,13]
≥55 – <60 dB	2.261	4,3	12.131	4,2	1,07	[1,02,1,12]	1,04	[0,99,1,09]
≥60 – <65 dB	909	1,7	4.567	1,6	1,15	[1,07,1,23]	1,12	[1,04,1,20]
≥65 – <70 dB	364	0,7	1.936	0,7	1,08	[0,96,1,21]	1,05	[0,93,1,17]
≥70 dB	190	0,4	1.184	0,4	0,90	[0,78,1,06]	0,89	[0,76,1,04]
Kontinuierlich					1,055	[1,043, 1,067]	1,039	[1,027, 1,051]
(pro 10 dB)						p < 0,001		p < 0,001
Gesetzliche Nacht (22-06h)								
<40dB	27.369	52,3	156.584	54,8	1,00	-	1,00	-
≥40-<45dB	6.472	12,4	34.569	12,1	1,07	[1,04,1,10]	1,04	[1,01,1,08]
≥45-<50dB	8.299	15,8	41.490	14,5	1,14	[1,11,1,18]	1,10	[1,07,1,13]
≥50-<55dB	6.057	11,6	31.023	10,8	1,12	[1,09,1,16]	1,09	[1,05,1,12]
≥55-<60dB	2.613	5,0	13.894	4,9	1,08	[1,03,1,12]	1,05	[1,00,1,10]
≥60dB	1.571	3,0	8.447	3,0	1,07	[1,01,1,13]	1,04	[0,98,1,10]
Mittelungspegel 24h mit Berück. der Maximalpegel ($L_{pAeq,24h\ Schienenverkehrslärm}$ und Differenz zwischen $L_{pAeq,24h\ Schienenverkehrslärm}$ und $L_{pAmax,\ 24h\ Schienenverkehrslärm}$)								
<40dB, Differenz <20dB	24.563	46,9	140.787	49,2	1,00	-	1,00	-
<40dB, Differenz ≥20dB	3.052	5,8	16.981	5,9	1,03	[0,99,1,08]	1,02	[0,98,1,06]
≥40-<45dB, Differenz <20dB	5.320	10,2	28.112	9,8	1,08	[1,05,1,12]	1,05	[1,02,1,09]
≥40-<45dB, Differenz ≥20dB	1.194	2,3	6.816	2,4	1,00	[0,94,1,06]	1,00	[0,93,1,06]
≥45-<50dB, Differenz <20dB	7.051	13,5	35.320	12,3	1,15	[1,11,1,18]	1,10	[1,07,1,14]
≥45-<50dB, Differenz ≥20dB	1.536	2,9	8.123	2,8	1,09	[1,03,1,15]	1,08	[1,02,1,14]
≥50-<55dB, Differenz <20dB	4.707	9,0	23.743	8,3	1,14	[1,10,1,18]	1,09	[1,06,1,13]
≥50-<55dB, Differenz ≥20dB	1.234	2,4	6.307	2,2	1,12	[1,05,1,19]	1,11	[1,04,1,18]
≥55-<60dB, Differenz <20dB	1.661	3,2	8.928	3,1	1,07	[1,01,1,13]	1,04	[0,98,1,09]
≥55-<60dB, Differenz ≥20dB	600	1,1	3.203	1,1	1,07	[0,98,1,17]	1,06	[0,97,1,16]
≥60dB, Differenz<20dB	835	1,6	4.572	1,6	1,05	[0,97,1,13]	1,02	[0,94,1,10]
≥60dB, Differenz≥20dB	628	1,2	3.115	1,1	1,17	[1,07,1,27]	1,14	[1,05,1,25]
Beobachtungen						338.388		338.388

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter; Modell 3: adjustiert für Alter, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

3.6.3.3 Einfluss des Alters auf die Risikoschätzer bei Depressionen

In der altersstratifizierten Analyse finden sich bei den älteren Versicherten (Alter über 60 Jahren) deutlich geringere Risikoerhöhungen als bei den jüngeren Versicherten (Alter unter 60 Jahren): Bei einem Dauerschallpegel ≥60 dB beträgt die Odds Ratio bei den älteren Versicherten 1,04 (95% KI 0,97-1,11), bei den jüngeren Versicherten 1,08 (95% KI 1,02-1,15).

Tabelle 3-85: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Depression, stratifiziert nach Alter

	Fälle		Kontrollen		OR, „rohes“ Modell 1		OR, Basismodell 3	
	n	%	n	%				
Versicherte unter 60 Jahre								
< 40 dB	19.758	49,8	147.447	53,2	1,00	-	1,00	-
≥40 – <45 dB	5.172	13,0	35.005	12,6	1,12	[1,09,1,16]	1,08	[1,04,1,11]
≥45 – <50 dB	6.917	17,4	43.967	15,9	1,20	[1,17,1,24]	1,14	[1,10,1,17]
≥50 – <55 dB	4.799	12,1	30.372	11,0	1,20	[1,16,1,25]	1,15	[1,11,1,19]
≥55 – <60 dB	1.813	4,6	12.411	4,5	1,11	[1,06,1,17]	1,08	[1,02,1,13]
≥60 dB	1.205	3,0	8.224	3,0	1,13	[1,06,1,20]	1,08	[1,02,1,15]
Versicherte ≥ 60 Jahre								
< 40 dB	20.455	54,4	167.098	55,6	1,00	-	1,00	-
≥40 – <45 dB	4.480	11,9	36.806	12,2	1,00	[0,96,1,03]	0,98	[0,95,1,02]
≥45 – <50 dB	6.012	16,0	45.405	15,1	1,08	[1,05,1,12]	1,06	[1,02,1,09]
≥50 – <55 dB	4.126	11,0	31.323	10,4	1,08	[1,04,1,12]	1,05	[1,01,1,09]
≥55 – <60 dB	1.549	4,1	12.451	4,1	1,02	[0,96,1,07]	0,98	[0,93,1,04]
≥60 dB	1.009	2,7	7.737	2,6	1,06	[0,99,1,14]	1,04	[0,97,1,11]

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Geschlecht; Modell 3: adjustiert für Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintile); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

3.6.3.4 Ergebnisse bei unterschiedlichen Krankenkassen, Männer und Frauen gemeinsam

Bei der Versichertenpopulation A finden sich insgesamt deutlich höhere Risikoschätzer zum Zusammenhang zwischen Schienenverkehrslärm und Depressionen als bei der Versichertenpopulation B. Während sich bei der Versichertenpopulation A in allen Dauerschallpegel-Kategorien ab 40 dB signifikant erhöhte Risikoschätzer zeigen, erreichen die (quantitativ deutlich weniger erhöhten) Risikoschätzer bei der Versichertenpopulation B in keiner Kategorie statistische Signifikanz. Dies gilt ebenso für die L_{DN}-Pegel. Die Ergebnisse der Analysen werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nur berichtet, jedoch nicht in Tabellenform dargestellt.

3.6.3.5 Berücksichtigung der Wohndauer bei Versicherten der Krankenkasse 3

Eine Beschränkung der Auswertung auf Versicherte der Krankenkasse 3 (Versichertenpopulation B), die mindestens 5 bzw. 10 Jahre an der Wohnadresse des Diagnosejahres bzw. des Jahres 2008 (bei Kontrollpersonen) gewohnt haben (siehe Kapitel 2.20.4.4), führt tendenziell zu einer weiteren Erniedrigung der Risikoschätzer, so dass sich durchgängig Risikoschätzer um die 1 finden.

Die Analyse der kumulativen Lärmjahre in den letzten 5 Jahren vor dem Diagnosejahr bzw. (bei Kontrollpersonen) vor dem Jahr 2008 ergibt abgesehen von einer deutlich erhöhten Odds Ratio im 2. Quartil (bei einer geringen Felderbelegung) eine Erniedrigung der Risikoschätzer, die im dritten Quartil grenzwertige statistische Signifikanz erreicht (OR = 0,96 [95% KI 0,92-1,00]).

Bei der zusätzlichen Adjustierung der Modelle für das Einkommen (Modell 4) ändern sich die vorgenannten, auf die Versicherten der Krankenkasse 3 bezogenen Ergebnisse (gegenüber Modell 3) nicht wesentlich; tendenziell führt die zusätzliche Adjustierung für das Einkommen zu einer Verringerung der Risikoschätzer. Die Ergebnisse der Analysen werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nur berichtet, jedoch nicht in Tabellenform dargestellt.

3.6.4 Gleichzeitige Aufnahme der einzelnen Verkehrslärm-Arten (Fluglärm, Straßenverkehrslärm, Schienenverkehrslärm) in das logistische Regressionsmodell zum Depressions-Risiko

Um die Vergleichbarkeit zwischen den einzelnen Verkehrslärm-Arten zu gewährleisten, wurde bei der gleichzeitigen Aufnahme der einzelnen Verkehrslärm-Arten in das logistische Regressionsmodell die Kategorie ≥60 dB einheitlich als höchste Kategorie gewählt. Die Risikoschätzer für die einzelnen Verkehrslärm-Arten ändern sich auch für die depressiven Störungen bei Adjustierung für die jeweils beiden anderen Verkehrslärm-Arten nur wenig: **Fluglärm** weist bei zusätzlicher Adjustierung für Straßenverkehrslärm und Schienenverkehrslärm weiterhin eine Expositions-Wirkungs-Kurve im Sinne einer umgekehrten „U"-Kurve auf; für einen 24h-Dauerschallpegel von ≥60 dB findet sich eine statistisch grenzwertig signifikant erniedrigte Odds Ratio. Für den **Straßenverkehrslärm** zeigt sich unverändert eine positive Expositions-Risiko-Beziehung mit dem Depressions-Risiko mit einer statistisch signifikant um 10% erhöhten Odds Ratio bei einem 24h-Dauerschallpegel von ≥60 dB. Für den **Schienenverkehrslärm** finden sich auch bei Adjustierung für die jeweils beiden anderen Verkehrslärm-Arten die höchsten (statistisch signifikanten) Risikoschätzer bei Dauerschallpegeln zwischen 45 und 55 dB. Insgesamt hat die zusätzliche Adjustierung für die jeweils beiden anderen Verkehrslärm-Arten in keiner Fallgruppe einen substanziellen Einfluss auf die Risikoschätzer. Die Ergebnisse finden sich in Anhang 06: Gleichzeitige Aufnahme der einzelnen Verkehrslärm-Arten zum Depression-Risiko.

4 Diskussion

Die vorliegende sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie mit vertiefender Befragung untersucht den Zusammenhang zwischen Fluglärm, Straßenverkehrslärm sowie Schienenverkehrslärm und dem Auftreten von Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Brustkrebs und depressiven Störungen.

Insgesamt weisen die Ergebnisse unserer sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie mit vertiefender Befragung auf einen Zusammenhang zwischen einer Fluglärm-Exposition und der Entstehung eines Herzinfarktes, eines Schlaganfalls und einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit hin: Insbesondere Fluglärm-bezogene 24h-Dauerschallpegel ab 60 dB sind in dieser Fallkontrollstudie mit einem erhöhten Herzinfarkt-Risiko verbunden; bei Einschränkung der Analyse auf verstorbene Herzinfarkt-Patienten erreicht dieses Ergebnis statistische Signifikanz. Auf der Grundlage der 24h-Dauerschallpegel stellt sich in unserer Studie der Zusammenhang von Herz-Kreislauf-Erkrankungen mit dem Straßenverkehrslärm (gilt insbesondere für Herzinfarkt und die Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit) und dem Schienenverkehrslärm (gilt für den Herzinfarkt und den Schlaganfall ebenso wie für die Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit) deutlicher dar als der Zusammenhang zum Fluglärm. Das Erkrankungsrisiko für die vorgenannten Herz-Kreislauf-Erkrankungen ist überwiegend bei Straßenverkehrslärmpegeln und Schienenverkehrslärmpegeln ab 50 dB, teilweise erst ab 55 dB statistisch signifikant erhöht und steigt bei höheren 24h-Dauerschallpegeln kontinuierlich weiter an. Die Berücksichtigung der Innenraumpegel bei der Ermittlung der Risikoschätzer einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit ergibt für alle drei Verkehrslärm-Arten deutlichere Risikoerhöhungen als die entsprechende Berücksichtigung der Außenpegel. In unserer Fallkontrollstudie findet sich weiterhin ein Zusammenhang zwischen nächtlichem Fluglärm und der Diagnose einer Brustkrebs-Erkrankung; dieser Zusammenhang erreicht für den Zeitraum von 23-05 Uhr statistische Signifikanz. Für Straßenverkehrslärm und Schienenverkehrslärm ist kein Zusammenhang mit dem Brustkrebs-Risiko erkennbar. Schließlich lässt sich in unserer Fallkontrollstudie ein Zusammenhang zwischen allen drei Verkehrslärm-Arten (Fluglärm, Straßenverkehrslärm, Schienenverkehrslärm) und der Diagnose einer Depression feststellen.

Im Folgenden sollen zunächst die methodischen Stärken (Kapitel 4.1) und Schwächen (Kapitel 4.2) der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie mit vertiefender Befragung mit Blick auf die im Kapitel 3 berichteten Ergebnisse diskutiert werden. Anschließend werden die Ergebnisse vor dem Hintergrund des aktuellen Forschungsstandes zusammengefasst und beleuchtet (Kapitel 4.3).

4.1 Methodische Stärken der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie mit vertiefender Befragung

Die vorliegende sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie weist folgende Stärken auf:

1) Das methodische Vorgehen einschließlich der durchgeführten Auswertungen und Sensitivitätsanalysen, der Kategorisierung der Variablen und der zugrunde gelegten Modelle wurde in einem **a priori verfassten Auswertungsplan** festgelegt. So konnte eine „datengetriebene" Analyse vermieden werden. An einigen Stellen wurde im Verlauf der Auswertung eine Konkretisierung bzw. Modifizierung des Auswertungsansatzes erforderlich; diese Konkretisierungen bzw. Modifikationen werden in einem Ergänzungskapitel des Auswertungsplans dokumentiert, erläutert und begründet.

2) **Ambulante sowie stationäre - und nicht nur stationäre Diagnosen** werden in die Falldefinitionen einbezogen. Da mehrere untersuchte Erkrankungen (vor allem depressive Störungen und Herzinsuffizienzen/hypertensive Herzkrankheiten bei leichteren Verläufen) häufig nicht stationär behandelt werden, hätte der alleinige Einbezug stationärer Diagnosen zu einer Selektions-Verzerrung führen können. Die Auswahl und Definition der inzidenten Fälle erfolgt mit Hilfe der Internationalen Klassifikation der Krankheiten (ICD-10). Als Outcomes wurden neu aufgetretene („inzidente") stationäre und ambulante Diagnosen für definierte kardiovaskuläre Erkrankungen (Herzinfarkt, Schlaganfall, Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit), Brustkrebs und Depression definiert.

3) Eingesetzt wird ein verbesserter diagnostischer Algorithmus, der bestmöglich **neu aufgetretene („inzidente") Diagnosen** berücksichtigt: Es werden vor dem Diagnosequartal vier Quartale gefordert, in dem der potenzielle Fall durchgängig versichert war und die entsprechende Zielerkrankung nicht in den Versichertendaten enthalten ist. Damit wird die Gefahr eines „*cause-and-effect-bias*" – die Verwechslung von Ursache und Wirkung – verringert. Einschränkend ist darauf hinzuweisen, dass es bei den einbezogenen Erkrankungen durchaus längere behandlungsfreie Intervalle geben kann. Insbesondere gilt dies für die depressiven Störungen, die häufig rezidivierend verlaufen. Tatsächlich sind die von uns ermittelten Odds Ratios daher nicht als Risikoschätzer für eine erstmals aufgetretene Depression, sondern als Risikoschätzer für eine neu aufgetretene depressive „Episode" zu verstehen. Doch auch bei den übrigen Zielerkrankungen ist von einem gewissen Anteil „prävalenter" Diagnosen auszugehen: In einer längsschnittlichen Analyse von Krankenkassendaten (Abbas et al., 2012) wird für die Herzinsuffizienz die Überschätzung der Inzidenz berechnet, wenn einer inzidenten Diagnose anstelle einer krankheitsfreien Zeit von acht Jahren nur eine krankheitsfreie Zeit von einem Jahr (wie in unserer Studie) zugrunde gelegt wird. Diese Autoren zeigen, dass sich daraus eine Überschätzung der Inzidenz von bis zu 43% ergeben kann. Insofern dürfte bei einem nicht unbeträchtlichen Teil unserer Krankheitsdiagnosen von

tatsächlich prävalenten statt inzidenten Diagnosen auszugehen sein. Um solche „prävalenten“ Diagnosen mit einer höheren Sicherheit auszuschließen, wären noch längere diagnosefreie Intervalle erforderlich als die von uns zugrunde gelegten vier konsekutiven diagnosefreien Quartale. Aufgrund des begrenzten Zeitraums von 2005 bis 2010, für den uns die Krankenkassendaten vorlagen[34], haben wir allerdings von der Forderung längerer diagnosefreier Vorversicherungszeiten abgesehen, um die Zahl der einzubeziehenden Fälle und damit die Studienpower nicht zu stark einzuschränken.

4) Es erfolgt eine verbesserte Abschätzung des Sozialstatus, der nicht nur „ökologische“ Sozialstatus-Variablen wie die SGB II-Quote, sondern darüber hinaus auch **individuelle Sozialstatus-Parameter** wie Bildung, Beruf und (für die Versichertenpopulation B) Einkommen berücksichtigt. Bei den meisten Auswertungen führt die beschriebene Adjustierung für den Sozialstatus nicht zu einer wesentlichen Veränderung der Risikoschätzer. Allerdings führt in der Fallgruppe Herzinfarkt eine Adjustierung für den Sozialstatus allenfalls zu einer leichten Verringerung der Risikoschätzer für den Fluglärm-Dauerschallpegel, nicht hingegen für den Straßenverkehrslärm. Bei der Auswertung des Schienenverkehrslärms zeigen sich sogar tendenziell höhere Risikoschätzer für Herzinfarkt. Die Schlaganfall-Risiken und die Risiken für eine Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit erhöhen sich für alle Verkehrslärm-Arten geringfügig, wenn für den Sozialstatus adjustiert wird; dasselbe gilt für die Brustkrebs-Risiken in Abhängigkeit von der Fluglärm-Exposition. Den stärksten Einfluss hat eine Adjustierung für den Sozialstatus auf die Depressions-Risiken: bei allen drei Verkehrslärm-Arten führt eine Adjustierung für den Sozialstatus zu einer deutlichen Reduzierung der Risikoschätzer.

   Nun ist der individuelle Sozialstatus aufgrund des hohen Anteils von Rentner/innen und mitversicherten Familienangehörigen lediglich für einen relativ geringen Teil der Versicherten bekannt, und die zusätzlich in die logistischen Regressionsmodelle einbezogene regionale, auf Landkreise bezogene SGB II-Quote stellt lediglich einen sehr groben Indikator für den Sozialstatus dar. Es ist somit in den Auswertungen der (allein) sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie zunächst einmal von einem – unter Umständen erheblichen – „residuellen“ Confounding durch den Sozialstatus auszugehen, mit anderen Worten: durch die Adjustierung für den Sozialstatus auf der Basis allein der Krankenkassendaten ist es u. U. nur sehr eingeschränkt möglich, den Einfluss des Sozialstatus auf die Risikoschätzer vollständig „herauszurechnen“.

---

[34] Aus rechtlichen Gründen ist den Krankenkassen eine Speicherung ihrer versichertenbezogenen Daten über mehr als fünf Jahre untersagt.

Daher soll im Folgenden eine zusätzliche Sensitivitätsanalyse vorgestellt werden, die sich ausschließlich auf diejenigen Versicherten bezieht, für die **individuelle Krankenkassen-Angaben zur Bildung und zum Beruf vorliegen**. Für etwa ein Viertel der Versicherten mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen liegen solche individuellen Krankenkassen-Angaben zum Sozialstatus vor. Die oben beschriebenen Verläufe der Expositions-Risiko-Beziehung zwischen Fluglärm-Exposition und den einzelnen Herz-Kreislauf-Erkrankungen (Herzinfarkt, Schlaganfall, Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit) ließ sich auf der Grundlage der Subgruppenanalyse der Versicherten mit vorliegendem individuellem Sozialstatus weitgehend reproduzieren. Eine Adjustierung für den individuellen Sozialstatus (Bildung und Beruf) für alle Probanden dieser Teilgruppe führt überwiegend – wie in der Gesamtgruppe – jeweils zu einer geringen Verringerung der Risikoschätzer. Für die **Herzinfarkt**-Risiken ergibt diese Sensitivitätsanalyse bei allen drei Verkehrslärmarten lediglich eine geringe Absenkung der modellbasierten Risiken bei Adjustierung für den individuellen Sozialstatus. So sinkt beispielsweise die Odds Ratio für einen Straßenverkehrslärm-bezogenen Dauerschallpegel von ≥60 dB in dieser Teilgruppe nach Adjustierung für den individuellen Sozialstatus geringfügig von 1,22 (95% KI 1,02-1,46) auf 1,21 (95% KI 1,00-1,45). Das **Schlaganfall**-Risiko hängt in der entsprechenden Teilgruppe lediglich (statistisch nicht signifikant) mit höheren Schienenverkehrslärm-Pegeln zusammen; diese verringern sich bei Adjustierung für den individuellen Sozialstatus nur unwesentlich. Auch auf die Risiken für eine **Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit** hat in dieser Sensitivitätsanalyse die Adjustierung für den individuellen Sozialstatus nur einen geringen Effekt (im Sinne einer geringen Erniedrigung der Risikoschätzer). Die Fluglärm-bezogenen **Brustkrebs**-Risiken verändern sich in dieser Sensitivitätsanalyse bei Adjustierung für den individuellen Sozialstatus nicht substanziell: für den Zeitraum von 23-05 Uhr ergibt sich bei Adjustierung allein für das Alter in der Kategorie 55 bis <60 dB eine Odds Ratio von 4,48 (95% KI 1,07-18,74), bei zusätzlicher Adjustierung für den individuellen Sozialstatus findet sich eine Odds Ratio von 4,52 (95% KI 1,08-19,00).
Auch die (statistisch signifikant erhöhten) Fluglärm-bezogenen Risikoschätzer für **depressive Störungen** in der Teilgruppe der diesbezüglichen Fälle und Kontrollpersonen (n=174.932) verändern sich bei Adjustierung für den individuellen Sozialstatus nicht wesentlich. Dies gilt auch für den nahezu monotonen Anstieg des Depressions-Risikos mit steigendem Straßenverkehrslärm, der sich auch in der Teilgruppe der Probanden mit vorliegendem individuellem Sozialstatus mit lediglich geringen Risiko-Erniedrigungen „reproduzieren“ lässt: So beträgt beispielsweise die Odds Ratio in der höchsten Dauerschallpegel-Kategorie ≥60 dB ohne Adjustierung für den Sozialstatus 1,31 (95% KI 1,23-1,39), mit Adjustierung für den Sozialstatus 1,27 (95% KI 1,20-1,35).

Insgesamt spricht die beschriebene zusätzliche Sensitivitätsanalyse mit Berücksichtigung ausschließlich derjenigen Probanden, für die der individuelle Sozialstatus bekannt ist, deutlich gegen ein wesentliches residuelles Confounding durch den

Sozialstatus. Es ist darauf hinzuweisen, dass bisherige sekundärdatenbasierte Studien – insbesondere die von Greiser und Greiser (2010a, b) durchgeführte Studie im Umfeld des Flughafens Köln-Bonn – meist keine individuellen Daten zum Sozialstatus berücksichtigen konnten.

5) Die **akustischen Eingangsdaten** zeichnen sich durch eine hohe Qualität und durch die Berücksichtigung verschiedener Mittelungspegel und Maximalpegel aus. Tatsächlich wäre es möglich, dass auch Verkehrslärm-bezogene Dauerschallpegel unterhalb von 40 dB gesundheitliche Wirkungen haben könnten. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass beispielsweise an den Messstationen des Flughafens auch dann, wenn gar keine Fluglärmgeräusche auftreten, immer noch ein Hintergrundgeräuschpegel (L_{95}) von 35 bis 40 dB feststellbar ist. Dieser Pegel kann durch Straßenverkehrsgeräusche, Geräusche aus der Nachbarschaft, von Baustellen, Gewerbebetrieben oder von natürlichen Geräuschen (Wind, Regen) herrühren. Somit können zwar prinzipiell auch Verkehrslärm-Dauerschallpegel unterhalb von 40 dB berechnet werden, aber bei Verkehrslärm-Dauerschallpegeln unterhalb des „niedrigsten Hintergrundgeräuschpegels“ ist eine quellenspezifische Zuordnung der akustischen Belastung zu festgestellten Wirkungen meist nicht mehr möglich. Die faktisch unmögliche Angabe einer quellenspezifischen Verkehrslärm-Exposition im Pegelbereich um 40 dB führt, ebenso wie andere Unsicherheiten der Verkehrslärm-Pegelabschätzung im Bereich unterhalb von 40 dB, in der Tendenz zu einer konservativen Verzerrung der Effektschätzer. Anders ausgedrückt: Der Einbezug konkreter Schallpegel-Werte unterhalb von 40 dB in Regressionsanalysen bzw. die Definition einer Referenzkategorie mit einer oberen Grenze unterhalb von 40 dB kann zu einer systematischen Unterschätzung der Verkehrslärm-bezogenen Risiken führen[35].

Auch bei 24h-Dauerschallpegeln unter 40 dB finden sich viele Menschen, die gegenüber kurzfristigen nächtlichen Fluglärmereignissen in deutlich größerer Höhe exponiert waren. Vermittelt insbesondere über Störungen der Schlafdauer und der „Schlafarchitektur“ können diese nächtlichen Fluglärmereignisse ebenfalls mit gesundheitlichen Wirkungen in Verbindung gebracht werden. Um auch etwaigen relevanten „Lärmereignissen“ im Bereich eines Dauerschallpegels unter 40 dB gerecht zu werden, werden bei allen Fluglärm-bezogenen Auswertungen der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie diejenigen **Probanden in einer**

[35] Rein theoretisch könnte der Einbezug konkreter Schallpegel-Werte unterhalb von 40 dB auch zu einer *Überschätzung* der Verkehrslärm-bezogenen Risiken führen, wenn beispielsweise ausgehend von einem (tatsächlich verzerrungsbedingten) „Plateauverlauf“ der Expositions-Risiko-Beziehung im Bereich unterhalb von 40 dB die „Steilheit“ des Expositions-Wirkungs-Verlaufs durch die Wahl bestimmter (tatsächlich ungeeigneter) – Funktionen (z. B. bestimmter Polynome höheren Grades) überschätzt würde. Allerdings erscheint die Gefahr einer Unterschätzung des Risikos durch den Einbezug konkreter Schallpegel-Werte unterhalb von 40 dB größer.

gesonderten Kategorie analysiert, die bei einem Dauerschallpegel unter 40 dB einem nächtlichen Maximalpegel von 50 dB oder mehr ausgesetzt sind. Während diese Entscheidung auf der Basis der biologischen Schallwirkung auf verschiedene gesundheitliche Endpunkte getroffen wurde, zeigt diese Kategorisierung auch statistisch eine deutliche Verbesserung der Anpassungsgüte fast aller Modelle. Dieser Befund kann als empirischer Beleg für die Sinnhaftigkeit dieses Vorgehens angesehen werden. Gleichzeitig kann dieser Befund zum Anlass genommen werden, die alleinige Verwendung von Mittelungspegel-basierten akustischen Kennwerten zur Vorhersage von Fluglärmwirkungen zu hinterfragen. Im Bereich der Schlaf-Forschung werden schon seit Jahren Maximalpegel gegenüber Dauerschallpegeln als Prädiktor einzelner fluglärmbedingter Schlafstörungen bevorzugt (vgl. Basner & Samel, 2005); im Bereich der Fluglärmbelästigungs-Forschung wurde wiederholt die Vermutung geäußert, dass der seit Jahren beobachtete Anstieg der Belästigung trotz sinkender Dauerschallpegel im Bereich von Flughäfen durch die unzureichende Berücksichtigung von Maximalpegeln und/oder Ereignishäufigkeiten mitverursacht ist (vgl. MVA Consultancy, 2007; Janssen et al., 2008; Guski 2014).

Für den Straßen- und Schienenverkehrslärm lagen keine akustischen Daten zu den nächtlichen Maximalpegeln vor, insofern war eine Definition dieser gesonderten Expositionskategorie hier nicht möglich. Personen mit einem 24h-Dauerschallpegel von <40 dB werden für die letztgenannten Verkehrslärmarten jeweils der Referenzgruppe zugeschlagen.

4.2 Limitationen der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie

Auf folgende Limitationen unserer sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie ist einzugehen:

1) Informationen über wesentliche Risikofaktoren für Herz-Kreislauf-Erkrankungen – insbesondere Rauchverhalten, Körpergewicht und körperliche Aktivität – liegen auf der Grundlage der Krankenkassendaten nicht vor. Falls einer oder mehrere von diesen gleichzeitig mit der Höhe der Lärmpegel aus einer oder mehreren Quellen assoziiert wären, bestünde die Gefahr eines **Confoundings.** Hier sollte mit einer vertiefenden Befragung für die Herz-Kreislauf-Erkrankungen die Frage geklärt werden, ob diese Faktoren die Verkehrslärm-bezogenen Risikoschätzer tatsächlich verzerren und wenn ja, in welche Richtung und wie stark. Für den Herzinfarkt und den Schlaganfall ergab sich dabei bereits durch den unumgänglichen Ausschluss der Verstorbenen aus der Gruppe der anzuschreibenden Versicherten (jeweils etwa 50% beider Erkrankungsgruppen) eine deutliche Selektionsverzerrung: die Ergebnisse in der sekundärdatenbasierten Gesamtgruppe konnten in der Teilgruppe der angeschriebenen Versicherten sowohl für den Herzinfarkt als auch für den Schlaganfall nicht reproduziert werden. Diese Selektionsverzerrung verstärkte sich für die Fallgruppen Herzinfarkt und Schlaganfall teilweise noch durch die sehr geringe Be-

teiligung an der vertiefenden Befragung (Antwortrate von durchschnittlich etwa 6%). Für diese beiden Fallgruppen konnte daher die vertiefende Befragung nicht dazu herangezogen werden, den Einfluss einer verbesserten Berücksichtigung potenzieller Confounder auf die Risikoschätzer zu ermitteln.

2) Für die Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit wurde eine entsprechende Selektionsverzerrung nicht beobachtet, weder durch die Auswahl der überlebenden Fälle noch durch die Auswahl der Teilnehmer/innen an der vertiefenden Befragung. Diesbezüglich ist darauf hinzuweisen, dass die Sterblichkeit bei der Fallgruppe Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit deutlich niedriger lag als bei den Fallgruppen Herzinfarkt und Schlaganfall. Dies wird durch die nachfolgende Kaplan-Meier-Überlebenskurve (Abbildung 4-1) illustriert: Diese Überlebenskurve weist für die Fallgruppe Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit Überlebensraten aus, die etwa in der Mitte zwischen den Überlebensraten der Kontrollgruppe (oberste Kurve) und der Fallgruppen Herzinfarkt und Schlaganfall (unterste beiden Kurven) liegen.

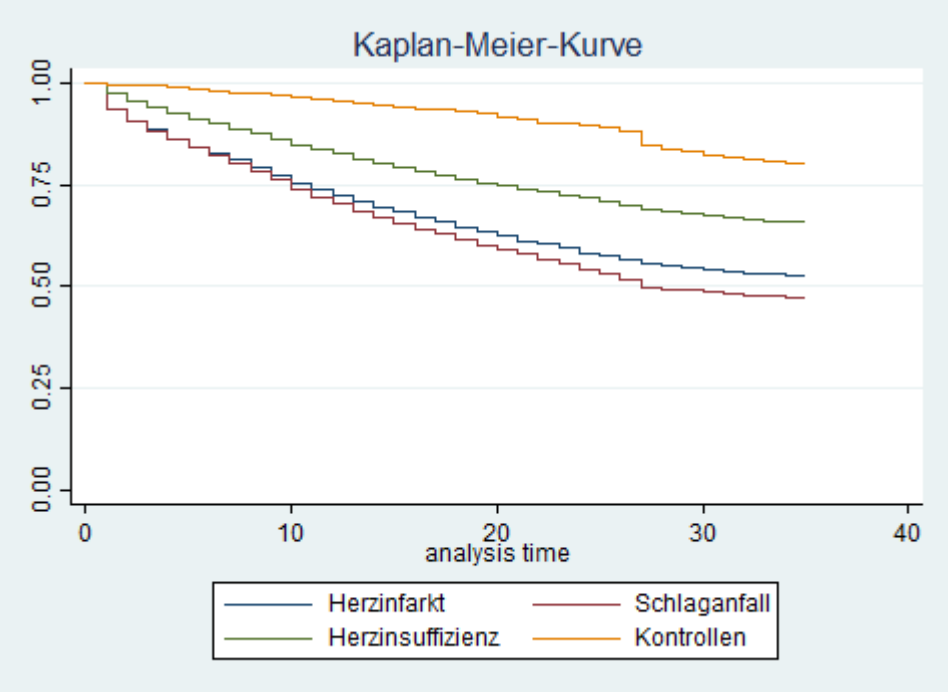


Abbildung 4-1: Anteil der Überlebenden je Fallgruppe im Zeitverlauf (Monate)
Diagnosezeitpunkt entspricht Monat 0

Daher konnte die vertiefende Befragung der Patient/innen mit Herzinsuffizienz/hypertensiver Herzkrankheit und der entsprechenden Kontrollpersonen im Sinne des primären Ziels der vertiefenden Befragung dazu genutzt werden, die Verzerrung der Risikoschätzer durch Faktoren zu beurteilen, die in den Sekundärdaten nicht oder nicht vollständig enthalten waren (z. B. individueller Sozialstatus, Rauchverhalten, Körpergewicht, geringe körperliche Aktivität). Im Ergebnis kann eine wesentliche Verzerrung der Risikoschätzer für eine

Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit durch unerkanntes oder residuelles Confounding ausgeschlossen werden (siehe Kap. 3.4.6). Mit anderen Worten: Auch ohne eine zusätzliche Adjustierung für Sozialstatus, Tabakkonsum[36], Körpergewicht, körperliche Aktivitäten usw. lassen sich in unserer Studie Risikoschätzer für eine Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit gewinnen, die weder wesentlich überschätzt noch wesentlich unterschätzt sind. Dieses Ergebnis lässt sich u. a. damit erklären, dass offenbar kein nennenswerter kausaler Einfluss des Lebensstils (Tabakkonsum, Körpergewicht etc.) auf die Wohnadresse und damit auf die zugrunde liegende Verkehrslärm-Exposition besteht. Dieser Erklärungsansatz kann grundsätzlich auch auf die Risikoschätzer für Herzinfarkt und Schlaganfall bezogen werden, für die sich die Angaben der vertiefenden Befragung aufgrund von Selektionsverzerrungen nicht verwerten ließen.

Entsprechend der ursprünglichen Planung der Lärmwirkungsstudie war für die Untersuchung des Brustkrebses und der depressiven Störungen keine vertiefende Befragung vorgesehen. Für den Brustkrebs stellen Rauchverhalten, Körpergewicht und geringe körperliche Aktivität ebenfalls Risikofaktoren dar (Cairns et al., 2014; de Wit et al., 2010; Gaudet et al., 2013; Hayes et al., 2013; Luppino et al., 2010). Allerdings sind die Zusammenhänge nicht so ausgeprägt wie bei den Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Damit erscheint eine starke Verzerrung der Brustkrebs-bezogenen Risikoschätzer durch Lebensstil-Faktoren unwahrscheinlich. Auch die depressiven Störungen sind nicht so stark von Lebensstil-bezogenen Faktoren abhängig, dass eine erhebliche Ergebnisverzerrung befürchtet werden müsste.

3) Die vorliegende Fallkontrollstudie möchte verallgemeinerbare Aussagen zu den Verkehrslärm-bezogenen Krankheitsrisiken im Rhein-Main-Gebiet treffen. Um diesem Anspruch gerecht werden zu können, sollten möglichst viele gesetzliche Krankenkassen aus der Studienregion einbezogen werden, und es wurde ein hoher Aufwand zur Gewinnung von Krankenkassen unternommen. Letztlich erklärten drei große gesetzliche Krankenkassen ihre Kooperationsbereitschaft. Durch die Teilnahme dieser drei Krankenkassen konnten etwa 23% der im Studiengebiet

[36] Zur Adjustierung für den Tabakkonsum wurden die kategorisierten Packungsjahre und zusätzlich der Rauchstatus (Nieraucher/Exraucher/aktueller Raucher) im Jahre 2005 in die logistischen Regressionsmodelle aufgenommen. Es ist davon auszugehen, dass teilweise auch vor den von uns auf der Grundlage der Krankenkassendaten identifizierten „inzidenten“ Krankheitsereignissen schon frühere Krankheitsereignisse stattgefunden haben. Damit dürfte der Rauchstatus im Jahre 2005 zu einem gewissen Anteil auch die Folge von vor 2005 stattgehabten Krankheitsereignissen widerspiegeln. In einer zusätzlichen Sensitivitätsanalyse wurde daher nur für die kategorisierten Packungsjahre – und nicht für den Rauchstatus im Jahre 2005 – adjustiert. Die Adjustierung für die kategorisierten Packungsjahre – und nicht für den Rauchstatus im Jahre 2005 – hatte keinen substanziellen Einfluss auf die Ergebnisse.

lebenden Bevölkerung im Alter von über 40 Jahren in die sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie einbezogen werden. Es ist nicht davon auszugehen, dass eine spezifische Verkehrslärm-Exposition bei Versicherten der einen Krankenkasse zu manifesten Erkrankungen führt und bei Versicherten einer anderen Krankenkasse nicht. Damit wird die **externe Validität der Ergebnisse** auch bei einem Einbezug von lediglich knapp einem Viertel der „Zielpopulation“ als hoch eingestuft. Diesbezüglich ist jedoch darauf hinzuweisen, dass die Versichertenpopulation B sich deutlich von der Versichertenpopulation A unterscheidet: Ein deutlich höherer Anteil der Versichertenpopulation B als der Versichertenpopulation A ist der oberen Sozialschicht zuzuordnen, dies lässt sich in den Angaben zu Bildung und Beruf der Versicherten erkennen. Um mögliche Unterschiede zu analysieren, wurden für alle Endpunkte und alle einzelnen Lärmarten jeweils Sensitivitätsanalysen zu möglichen Unterschieden zwischen den Versicherten der beiden Versichertenpopulationen durchgeführt. Der Vergleich der Ergebnisse bei getrennter Analyse der beiden Versichertenpopulationen ergibt Folgendes: Für den Herzinfarkt sind die Ergebnisse zwischen den Versichertenpopulationen vergleichbar. Die Schienenverkehrslärm-bezogene Risikoerhöhung für einen Schlaganfall ist bei der Versichertenpopulation A ausgeprägter, demgegenüber sind die auf eine Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit bezogenen Risikoschätzer bei allen Verkehrslärm-Arten bei der Versichertenpopulation B deutlicher ausgeprägt. Erhöhte Brustkrebs-Risiken bei (nächtlicher) Fluglärm-Belastung finden sich bei Frauen der Versichertenpopulation B, nicht bei Frauen der Versichertenpopulation A. Die Risikoschätzer für depressive Störungen sind wiederum zwischen den Versichertenpopulationen vergleichbar mit etwas deutlicherer Ausprägung bei der Versichertenpopulation A. Generell sind beim Vergleich der Ergebnisse zwischen den Versichertenpopulationen die deutlich geringere Zahl von Versicherten der Versichertenpopulation B (Krankenkasse 3) und die damit einhergehenden breiteren Konfidenzintervalle zu berücksichtigen. Insgesamt ergeben sich trotz der erheblichen Unterschiede zwischen den Versichertenklientelen in der getrennten Auswertung der Daten aus der Versichertenpopulation A und der Daten aus der Versichertenpopulation B hinsichtlich der Lärmwirkungen weitgehende Übereinstimmungen. Dies spricht für die externe Validität, also für die Generalisierbarkeit der Ergebnisse für die gesamte Rhein-Main-Region.

In der vorliegenden Studie wurde auf eine Adjustierung der Ergebnisse für die Krankenkassenzugehörigkeit verzichtet. Dieser Verzicht begründet sich damit, dass davon auszugehen ist, dass die Krankenkassenzugehörigkeit keinen kausalen Einfluss auf die Wahl der Wohnadresse und damit auf die Verkehrslärm-Exposition hat; damit erfüllt die Krankenkassenzugehörigkeit nicht die Voraussetzungen der Definition eines echten Confounders. Soweit durchaus ein statistischer Zusammenhang zwischen Krankenkassen-Zugehörigkeit und Verkehrslärm-Exposition besteht, spiegelt dieser Zusammenhang Sozialstatus-Unterschiede in den Klientelen der verschiedenen Krankenkassen wider. Diesen Sozialstatus-Unterschieden wird in allen Analysen durch eine adäquate Berücksichtigung des Sozialstatus als

Confounder Rechnung getragen – eine zusätzliche Adjustierung für den Krankenkassenstatus wäre nicht gerechtfertigt.

Den zweifellos vorhandenen Unterschieden zwischen den Krankenkassen in der Verteilung der Verkehrslärm-Expositionen kommt somit keine Bedeutung für die Verwertbarkeit der Ergebnisse zu. Diese Aussage gilt jedenfalls dann, wenn – wie in unserer Studie - adäquat mit einem möglichen Confounding durch den Sozialstatus umgegangen wird. Um den theoretisch begründeten Verzicht auf die Adjustierung für die Krankenkassenzugehörigkeit auch empirisch zu prüfen, wurde in einer zusätzlichen Sensitivitätsanalyse zusätzlich zum Sozialstatus für die Krankenkassenzugehörigkeit adjustiert (keine tabellarische Darstellung). Diese zusätzliche Adjustierung hatte keinen substanziellen Einfluss auf die Risikoschätzer. Dieses Ergebnis unterstreicht die methodische Angemessenheit des inhaltlich begründeten Verzichts auf eine Adjustierung für die Krankenkassenzugehörigkeit.

4) Der vorliegende Bericht über die sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie mit vertiefender Befragung beschränkt sich bewusst auf die Kernanalysen der einzelnen Verkehrslärmarten und auf die wichtigsten Subanalysen und Sensitivitätsanalysen. Trotz dieser Beschränkung ergibt sich bei fünf separat untersuchten Krankheitsgruppen eine hohe Zahl von Analysen, so dass auf das Problem des **multiplen Testens** hinzuweisen ist. Mit anderen Worten, kann sich bei einer hohen Zahl von durchgeführten Analysen auch eine gewisse Anzahl „zufällig“ statistisch signifikanter Risikoschätzer ergeben. Wir stellen daher in unserer Interpretation der Ergebnisse nicht einzelne statistische Signifikanzen in den Vordergrund; vielmehr beziehen wir uns wesentlich auf übergreifende Muster in den Ergebnissen.

5) Eine Fallkontrollstudie ist im Unterschied zur Querschnittsstudie dadurch gekennzeichnet, dass der **zeitliche Verlauf** mit einbezogen wird. Das bedeutet, dass bestmöglich sichergestellt wird, dass die untersuchte Exposition – hier: die Verkehrslärm-Exposition – zeitlich vor der Krankheitsdiagnose liegt. Damit lässt sich eine „Vertauschung“ von Ursache und Wirkung vermeiden, die auch als „*cause-and-effect-bias*“ bezeichnet wird. In unserer Fallkontrollstudie wurden stets jahresspezifische Berechnungen der Verkehrslärmpegel verwendet, das heißt beispielsweise: wenn die Lärmexposition im Jahr 2005 betrachtet wurde, wurden auch Daten zum Fluglärm, zum Straßenverkehrslärm und zum Schienenverkehrslärm für das Jahr 2005 berechnet. Allerdings lag lediglich für die Versichertenpopulation B (Versicherte der Krankenkasse 3) die Angabe vor, wie lange die aktuelle Wohnadresse bereits gültig war. Daher konnten nur für ca. 75% der Versichertenpopulation B mit bekannter Wohnadresse im Jahre 2005 auch 2005er Schallpegel für diese Wohnadresse zugeordnet werden. Bei der Versichertenpopulation A wurden (mangels Kenntnis der Wohnanamnese) die Schallpegel des Jahres 2005 auf die Wohnadressen im Februar 2013 bezogen. Um die Auswirkungen eines damit möglichen „*cause-and-effect-bias*“ durch Umzüge beurteilen zu können, wurden im Vorfeld Analysen mit der Versichertenpopulation B durchgeführt, bei denen für alle Versicherten die Lärmexpositionen des Jahres

2005 auf die Adressen im Jahre 2010 (und nicht auf die „echten“ Adressen im Jahre 2005) bezogen wurden. Im Ergebnis dieser Analyse ließen sich keine nennenswerten Unterschiede hinsichtlich der Risikoschätzer erkennen. Eine nennenswerte Verzerrung der Ergebnisse durch stattgehabte Umzüge erscheint auf der Grundlage dieser Analyse also unwahrscheinlich.

Ausgehend von den Probanden mit bekannter Wohnvorgeschichte über 5, teilweise auch über 10 oder mehr Jahre sollte in der sekundärdatenbasierten Fallkontroll-studie eine Aussage zur Wirkung einer längerfristigen Verkehrslärm-Exposition möglich werden. Hierzu wurde die Auswertung zum einen auf diejenigen Versicherten der Krankenkasse 3 beschränkt, die für mindestens 5 bzw. 10 Jahre an der Wohnadresse im Jahr der Diagnose bzw. im Jahr 2008 (bei Kontrollpersonen) gelebt hatten; zum anderen wurden sogenannte kumulative „Lärmjahre“ nach Kling et al. (2011) gebildet. Im Ergebnis steigen die Fluglärm-bezogenen Risikoschätzer für einen Schlaganfall in der höchsten Dauerschallpegel-Kategorie ≥60 dB bei Personen mit einer **Wohndauer** von mehr als 5 Jahren, bei Personen mit einer Wohndauer von mehr als 10 Jahren steigen die Risikoschätzer weiter, erreichen aber dann noch keine statistische Signifikanz. Auch beim Brustkrebs findet sich in der höchsten Dauerschallpegel-Kategorie ≥60 dB eine deutliche Risikoerhöhung auf eine (statistisch nicht signifikante) Odds Ratio von 3,96 bei Frauen mit einer Wohndauer von mehr als 5 Jahren. Bei steigenden **kumulativen Lärmjahren** findet sich ein kontinuierlicher Anstieg der Fluglärm-bezogenen Risikoschätzer für eine Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit, die für das höchste Quartil der kumulativen Lärmjahre fast statistische Signifikanz erreichen. Auch für die Depression werden statistisch signifikante Odds Ratios im 3. und 4. Quartil der Fluglärm-bezogenen Lärmjahre beobachtet. Beim Straßenverkehrslärm zeigt sich ein statistisch nicht signifikanter Anstieg des Herzinfarkt-Risikos mit zunehmenden kumulativen Lärmjahren. Für den Schienenverkehrslärm sind demgegenüber die Ergebnisse bei Berücksichtigung der kumulativen Lärmjahre stets unauffällig.

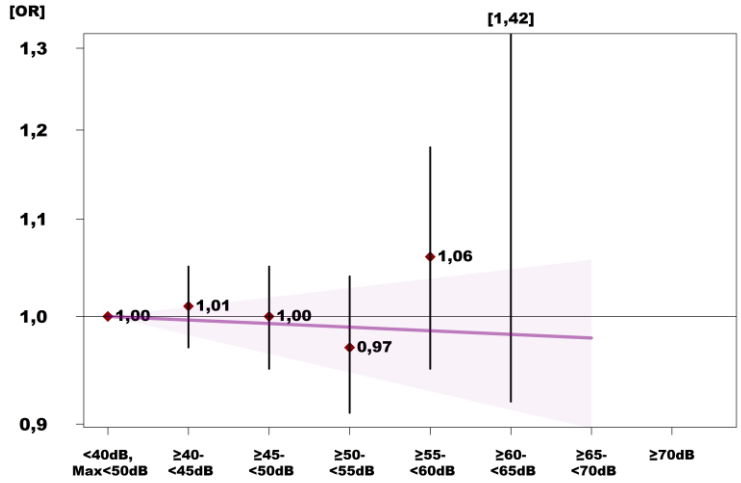
Im Einklang mit früheren Studien (z. B. Huss et al. 2010, Floud et al. 2013) weisen unsere Ergebnisse auf die hohe Bedeutung einer Berücksichtigung der Zeitdauer der Lärmexposition hin. Dabei stellt die Berechnung der „kumulativen Lärmjahre“ einen erfolgversprechenden Ansatz dar, der bisher in der Verkehrslärm-Forschung auf der Basis von Sekundärdaten noch keine Anwendung fand. Auch wenn der Aufwand für die Generierung der historischen Lärmexpositionen in der vorliegenden Fallkontrollstudie außerordentlich hoch war, erscheint dieser Aufwand angesichts der daraus gewonnenen zusätzlichen Erkenntnisse zur Bedeutung der längerfristigen (chronischen) Lärmexposition gerechtfertigt.

4.3 Die Ergebnisse der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie vor dem Hintergrund des aktuellen Forschungsstandes

4.3.1 Herzinfarkt und Verkehrslärm

4.3.1.1 Fluglärm und Herzinfarkt

Unsere sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie findet für den Herzinfarkt eine statistisch nicht signifikante Risikoerhöhung von 1,06 bei einem 24h-Dauerschallpegel zwischen 55 und <60 dB, die in der höchsten Pegelstufe von >60 dB statistisch nicht signifikant auf 1,42 (95% KI 0,62-3,25) ansteigt. Ein derartiger – statistisch nicht signifikanter – Anstieg des Risikos bei höheren Lärmpegeln zeigt sich in mehreren Analysen. Beispielsweise finden sich für nächtliche Maximalpegel zwischen 70 und 80 dB statistisch nicht signifikant erhöhte Risikoschätzer von 1,07. Bei Aufnahme der 24h-Dauerschalldruckpegel als kontinuierliche lineare Variable ins logistische Regressionsmodell findet sich kein statistisch signifikant erhöhtes Risiko für einen Herzinfarkt. Es wird darauf hingewiesen, dass in der Abbildung 4-2 wie auch in den weiteren zusammenfassenden Abbildungen zu den Fluglärm-bezogenen Erkrankungsrisiken die gesonderte Kategorie mit Berücksichtigung des Maximalpegels nicht aufgeführt wird, um die „Lesbarkeit“ der Abbildungen zu erleichtern.



Anmerkungen:

In der links nicht dargestellten Kategorie <40 dB, Maximalpegel ≥50 dB beträgt die OR 1,05 (95% KI 0,98-1,11)

Lineare Risikoveränderung (violette Linie mit schraffiertem 95%-Konfidenzbereich[37]):
Gesamt -0,7% pro 10 dB (95% KI -3,4% - 2,0%; nicht sig.)

Männer -0,7% pro 10 dB (nicht sig.)
Frauen -0,7% pro 10 dB (nicht sig.)

Legende: Angegeben sind die OR-Punktschätzer (rote Rauten) mit 95%-Konfidenzintervallen (senkrechte Striche). Um bei allen Abbildungen die gleiche OR-Skala nutzen zu können, werden ORs>1,3 nicht dargestellt (OR=1,42 für >60 dB). Maximalpegel fanden in der Darstellung der linearen Risikoveränderung keine Berücksichtigung.

Abbildung 4-2: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$) und Herzinfarkt-Risiko

Die bisherigen Studien zu den Wirkungen der Fluglärm-Exposition auf das Herz-Kreislauf-System beschäftigten sich überwiegend mit Hypertonie-Risiken. Demgegenüber untersuchen nur relativ wenige methodisch hochwertige Studien den Zusammenhang einer Fluglärmbelastung mit ischämischen Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Schlaganfall und Herzinsuffizienz/hypertensiver Herzkrankheit. Huss et al. (2010) finden in ihrer registerbasierten Studie einen Zusammenhang zwischen einem gewichteten L_{DN}-Pegel von ≥60 dB und einem erhöhten Risikoschätzer (Hazard Ratio) von 1,30 (95% KI 0,96-1,76) für einen tödlichen Herzinfarkt. Demgegenüber beträgt in unserer Fallkontrollstudie der Herzinfarkt-Risikoschätzer (Odds Ratio) bei einem gewichteten L_{DN}-Pegel von ≥60 dB lediglich 1,11 (95% KI 0,96-1,29), allerdings liegt die vorgenannte Odds Ratio für den 24h-Dauerschallpegel höher. Die Risikoerhöhung zeigt sich bei Huss et al. (2010) in der altersstratifizierten Analyse lediglich bei älteren Menschen (im Alter von ≥82,3 Jahren). Wenn in unserer Fallkontrollstudie lediglich Personen im Alter von ≥60 Jahren betrachtet werden, finden sich auch tendenziell etwas höhere Risikoschätzer, die aber keine statistische Signifikanz erreichen.

Als eine mögliche Erklärung für Unterschiede zwischen unseren Ergebnissen und den Ergebnissen von Huss et al. (2010) ist darauf hinzuweisen, dass die genannten Autoren die

[37] In dieser Illustrierung des 95%-Konfidenzbereichs wird (ebenso wie in den folgenden Abbildungen) vorausgesetzt, dass die Odds Ratio bei Zugehörigkeit zur Referenzkategorie definitionsgemäß bei 1 liegt.

Risikofaktoren für den Tod an einem Herzinfarkt untersuchen. Die Risikoschätzer einer solchen Mortalitätsstudie können nicht ohne weiteres als Risiken für die Entstehung eines Herzinfarktes interpretiert werden; vielmehr könnten die Ergebnisse der Mortalitätsstudie auch lärmbezogene Risiken für einen ungünstigen Krankheitsverlauf widerspiegeln. Grundsätzlich sind die Ergebnisse von Mortalitätsstudien (bei Krankheiten, die häufig nicht tödlich verlaufen) daher zurückhaltend zu bewerten. Es ist darauf hinzuweisen, dass demgegenüber in unserer Studie überwiegend überlebte inzidente Herzinfarkte betrachtet werden. Wenn in unserer Studie eine Beschränkung auf die verstorbenen Herzinfarkt-Patienten vorgenommen wird, so findet sich eine statistisch signifikant erhöhte Odds Ratio von 2,70 (95% KI 1,08 – 6,74) in der höchsten Pegelstufe von >60 dB. Hierbei handelt es sich nicht ausschließlich um Versicherte, die unmittelbar an den akuten Folgen des Herzinfarktes verstorben sind; vielmehr sind in diese Auswertung alle Herzinfarkt-Patienten einbezogen, die innerhalb des Beobachtungszeitraumes von maximal 10 Jahren verstorben sind. Eine mögliche Erklärung für die höheren Fluglärm-bezogenen Risiken für einen tödlich verlaufenden Herzinfarkt liegt darin, dass sich der Fluglärm nicht nur auf die Entstehung, sondern auch auf den Verlauf eines Herzinfarktes auswirken könnte: Personen mit einem – eventuell auch Fluglärm–unabhängig entstandenen – Herzinfarkt könnten besonders empfindlich auf Fluglärm reagieren und bei Einwirkung einer Fluglärm-Exposition von über 60 dB häufiger einen tödlichen Verlauf ihrer Erkrankung erleiden. Grundsätzlich steht dieses Ergebnis im Einklang mit den Ergebnissen der Mortalitätsstudie von Huss et al. (2010). Einschränkend ist darauf hinzuweisen, dass Vienneau et al. (2015) kein höheres Risiko für den Zusammenhang zwischen Fluglärm oder Straßenverkehrslärm und einer tödlich verlaufenden ischämischen Herzerkrankung (5% Risikoerhöhung pro 10 dB) als bei einer nicht tödlich verlaufenden ischämischen Herzerkrankung (7% Risikoerhöhung pro 10 dB) finden. Allerdings sind die diesbezüglichen Ergebnisse des genannten systematischen Reviews nicht ohne weiteres mit unseren Ergebnissen vergleichbar: Vienneau et al. (2015) beziehen die Gesamtgruppe aller ischämischen Herzerkrankungen ein – der von uns untersuchte Herzinfarkt stellt eine Teilgruppe der ischämischen Herzerkrankungen mit einer vergleichsweise besonders hohen Sterblichkeit dar. Außerdem betrachten Vienneau et al. (2015) Fluglärm und Straßenverkehrslärm gemeinsam; hier weist nicht zuletzt unsere NORAH-Fallkontrollstudie auf unter Umständen deutliche Unterschiede in den Wirkungen verschiedener Verkehrslärm-Arten hin. Insgesamt bedarf es noch weiterer Forschungen zu der Frage, ob Fluglärm ein Risiko für die *Verlaufsentwicklung* von Herzinfarkten darstellt.

Als ein weiteres neues Ergebnis unserer Studie, das noch der vertiefenden Berücksichtigung in weiteren Forschungsarbeiten bedarf, finden sich deutliche Risikoerhöhungen in den einzelnen Fluglärm-Kategorien, wenn Personen mit einem Maximalpegel über 50 dB aus der Referenzkategorie des 24h-Dauerschallpegels unter 40 dB „herausgenommen“ und in einer eigenen Kategorie analysiert werden. Außerdem finden sich in vielen Fluglärm-bezogenen Auswertungen erhöhte Risikoschätzer auch für Personen mit einem 24h-Dauerschallpegel von unter 40 dB, wenn die nächtlichen Maximalpegel über 50 dB liegen. Dieser Befund unterstreicht die Bedeutung des bisher kaum untersuchten Maximalpegels für das Verständnis möglicher Fluglärm-Wirkungen. Für Schienenverkehrslärm ist grundsätzlich

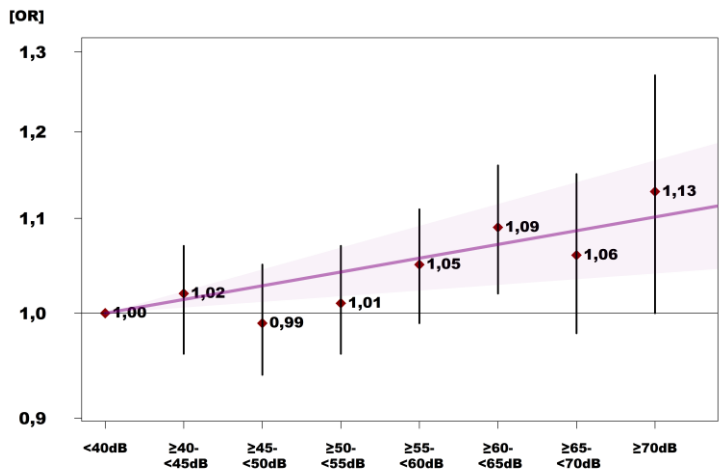
auch von einer eigenständigen Bedeutung der nächtlichen Maximalpegel auszugehen, allerdings lagen uns für die vorliegende Fallkontrollstudie lediglich für den Fluglärm die nächtlichen Maximalpegel vor. Die ebenfalls im Rahmen unserer Fallkontrollstudie durchgeführten „Emergenzanalysen“ weisen jedenfalls auf eine Bedeutung der Maximalpegel für das Verständnis der Fluglärm-Wirkungen ebenso wie der Schienenverkehrslärm-Wirkungen hin. Zukünftige epidemiologische Forschungen zu den Wirkungen von Fluglärm (wie auch von Schienenverkehrslärm) sollten nicht mehr allein auf der Betrachtung von Dauerschallpegeln basieren, sondern immer auch Maximalpegel in die Betrachtung einbeziehen.

Im Rahmen der HYENA-Studie in sechs europäischen Ländern untersuchen Floud et al. (2013) den Zusammenhang zwischen Fluglärm und der selbstberichteten Diagnose einer ischämischen Herzerkrankung (Herzinfarkt oder Angina pectoris), eines Schlaganfalls oder einer Herzerkrankung. Unter adäquater Berücksichtigung möglicher Confounder finden die Autoren statistisch nicht signifikant erhöhte adjustierte Odds Ratios von 1,06 (95% KI 0,91-1,22) für eine ischämische Herzerkrankung, von 1,08 (95% KI 0,82-1,41) für einen Schlaganfall und von 1,05 (95% KI 0,92-1,21) für eine Herzinsuffizienz. Es ist darauf hinzuweisen, dass die von Floud et al. (2013) berichteten Risikoschätzer lediglich dann für den nächtlichen Fluglärm statistische Signifikanz erreichen, wenn ausschließlich Personen mit einer mindestens 20-jährigen Wohndauer an ihrer letzten Adresse einbezogen worden (bei insgesamt nur 154 Fällen in dieser Gruppe). Bei einer solch starken Einschränkung der Untersuchungsgruppe kann ein „*cause-and-effect-bias*“ nicht ausgeschlossen werden, da Personen mit kardiovaskulären Vorerkrankungen möglicherweise seltener umziehen. Allerdings findet sich auch in unserer Studie im Einklang mit Floud et al. (2013) eine Risikoerhöhung (die allerdings keine statistische Signifikanz aufweist) für einen Herzinfarkt, wenn lediglich Personen mit einer mindestens 10-jährigen Wohndauer einbezogen werden. Eine derartige Erhöhung der Risiken bei Einschränkung der Analyse auf Fälle mit einer langjährig „konstanten“ Wohnadresse führt in unserer Fallkontrollstudie bei mehreren Krankheitsbildern zu tendenziell höheren Risikoschätzern. Diese Risikoerhöhungen sind generell zurückhaltend zu interpretieren, da nicht zwischen einem „echten“ Effekt einer mehrjährigen Verkehrslärm-Exposition und einem Selektionseffekt („*cause-and-effect-bias*“) unterschieden werden kann.

Mit den von Greiser und Greiser (2010a, 2010b) auf der Grundlage einer Querschnittsstudie im Umfeld des Köln-Bonner Flughafens berichteten Ergebnissen lassen sich unsere Ergebnisse nicht unmittelbar vergleichen: Die genannten Autoren beziehen in ihre Auswertungsmodelle zwei Interaktionsterme ein, die jeweils den Fluglärm mit enthalten. Insofern erlaubt die Studie von Greiser und Greiser keine unmittelbare Ableitung der „Haupteffekte“ des Fluglärms allein. Interaktionsterme wurden in unseren Modellen nicht gebildet, weil sich in den stratifizierten Auswertungen kein Anhalt für substanzielle Effektmodifikationen durch Alter oder Geschlecht ergab.

4.3.1.2 Straßenverkehrslärm und Herzinfarkt

Für den Herzinfarkt findet sich eine deutliche Risikoerhöhung mit steigenden Straßenverkehrslärm-Dauerschallpegeln: Bei Schallpegeln ab 60 dB zeigt sich eine statistisch signifikant auf 1,08 erhöhte Odds Ratio, bei weiterer Aufteilung der Schallpegel steigt die Odds Ratio bei ≥70 dB auf 1,13. Pro 10 dB Dauerschallpegel zeigt sich eine statistisch signifikante Risikoerhöhung um 2,8%; bei Männern beträgt die entsprechende Risikoerhöhung 3,4%, bei Frauen (statistisch nicht signifikant) lediglich 1,6%. Bei nächtlichen Schallpegeln ab 50 dB findet sich eine statistisch signifikante Risikoerhöhung. Das Herzinfarkt-Risiko steigt monoton mit steigenden kumulativen „Lärmjahren"; im höchsten Quartil findet sich eine statistisch fast signifikant auf 1,08 erhöhte Odds Ratio.



Anmerkungen:

Lineare Risikoerhöhung
(violette Linie mit schraffiertem 95%-Konfidenzbereich):
Gesamt 2,8% pro 10 dB (95% KI 1,2% - 4,5%; stat. sig.)

Männer 3,4% pro 10 dB (stat. sig.)
Frauen 1,6% pro 10 dB (nicht sig.)

Legende: Angegeben sind die OR-Punktschätzer (rote Rauten) mit 95%-Konfidenzintervallen (senkrechte Striche).

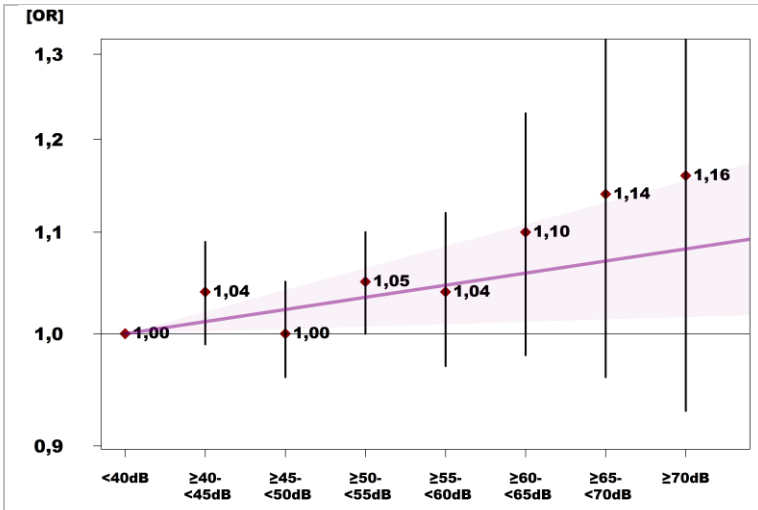
Abbildung 4-3: *Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Herzinfarkt-Risiko*

Unsere Ergebnisse zum Straßenverkehrslärm stehen im Einklang mit bisherigen Forschungsergebnissen. So beschreibt (Babisch, 2014) in einem (selektiven) Review mit Metaanalyse im Pegelbereich zwischen 52 bis 77 dB eine 8%ige Risikoerhöhung für ischämische Herzerkrankungen (darunter auch der akute Herzinfarkt) pro 10 dB Anstieg des Straßenlärmpegels. In unserer Studie liegt die Risikoerhöhung pro 10 dB Anstieg des Straßenverkehrs-Lärmpegels mit 2,8% niedriger, erreicht jedoch statistische Signifikanz.

Eine vergleichende Beurteilung der Herzinfarkt-Risiken von Straßenverkehrslärm und Fluglärm ist auf der Grundlage früherer Studien kaum möglich: Denn die wenigsten Studien erheben wie unsere Fallkontrollstudie gleichzeitig Straßenverkehrslärm und Fluglärm, so dass ein unmittelbarer Vergleich möglich wäre. Vienneau et al. (2015) können in ihrem systematischen Review zur ischämischen Herzerkrankung eine 4%ige Risikoerhöhung pro 10 dB Straßenverkehrslärm und eine 6%ige Risikoerhöhung pro 10 dB Fluglärm finden.

4.3.1.3 Schienenverkehrslärm und Herzinfarkt

Für den Herzinfarkt findet sich in unserer sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie bei einem Dauerschallpegel ≥60 dB Schienenverkehrslärm eine statistisch signifikante Odds Ratio von 1,12; bei weiterer Aufteilung dieser Kategorie steigt die Odds Ratio kontinuierlich bis auf 1,16 bei einem Dauerschallpegel ≥70 dB. Es zeigen sich wiederum deutliche „Emergenzeffekte". Pro 10 dB Dauerschallpegel findet sich eine statistisch signifikante Risikoerhöhung um 2,3%; für Männer beträgt die Risikoerhöhung 1,4% und für Frauen 2,9%.



Anmerkungen:

Lineare Risikoerhöhung
(violette Linie mit schraffiertem 95%-Konfidenzbereich):
Gesamt 2,3% pro 10 dB (95% KI 0,5% - 4,2%; stat. sig.)

Männer 1,4% pro 10 dB (nicht sig.)
Frauen 2,9% pro 10 dB (stat. sig.)

Legende: Angegeben sind die OR-Punktschätzer (rote Rauten) mit 95%-Konfidenzintervallen (senkrechte Striche).

Abbildung 4-4: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Herzinfarkt-Risiko

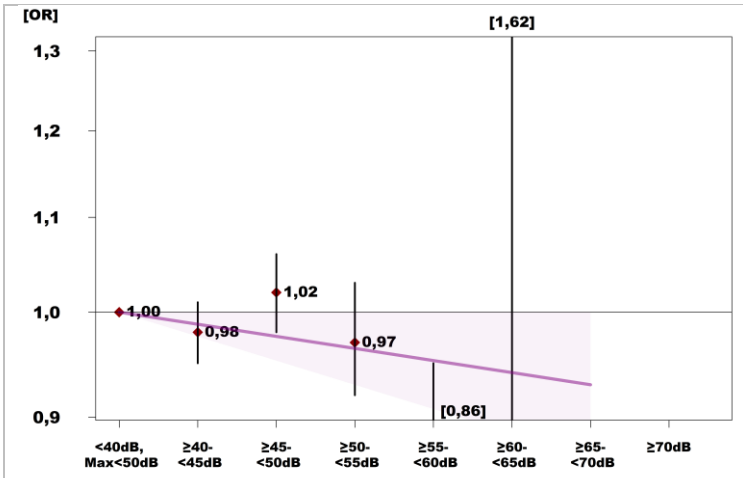
Sehr wenige Forschungsarbeiten beschäftigen sich mit dem Zusammenhang zwischen dem Schienenverkehrslärm und ischämischen Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Eine diesbezügliche Studie von Eriksson et al. (2012) basiert auf der selbst berichteten ärztlichen Diagnose einer koronaren Herzkrankheit; diese Studie findet statistisch nicht signifikant erhöhte Risikoschätzer ab einem L_{DEN}-Pegel von 50 dB Schienenverkehrslärm. Unsere Studie trägt hier wesentlich zu einer besseren wissenschaftlichen Erkenntnislage bei.

4.3.2 **Schlaganfall und Verkehrslärm**

4.3.2.1 Fluglärm und Schlaganfall

Beim Schlaganfall finden sich in unserer Fallkontrollstudie teilweise statistisch signifikant negative Risikoschätzer in mittleren Dauerschallpegel-Kategorien, gefolgt von statistisch nicht signifikanten Risikoerhöhungen in höheren Kategorien. In der höchsten Pegelstufe der Hauptanalyse von >60 dB findet sich – vergleichbar mit dem Herzinfarkt – eine statistisch nicht signifikant auf 1,62 (95% KI 0,79-3,34) erhöhte Odds Ratio. Pro 10 dB Anstieg des 24h-

Dauerschallpegels sinkt die Odds Ratio statistisch grenzwertig signifikant um 2,4%; die entsprechende Risikoerniedrigung beträgt für Männer (statistisch nicht signifikant) −0,3%/10 dB und für Frauen (statistisch signifikant) -4,1%/10 dB.



Anmerkungen:

In der links nicht dargestellten Kategorie <40 dB, Maximalpegel ≥50 dB beträgt die OR 1,07 (95% KI 1,02-1,13)

Lineare Risikoerhöhung (violette Linie mit schraffiertem 95%-Konfidenzbereich):
Gesamt -2,4% pro 10 dB (95% KI -4,7% - 0,0%; nicht sig.)

Männer -0,3% pro 10 dB (nicht sig.)
Frauen -4,1% pro 10 dB (stat. sig.)

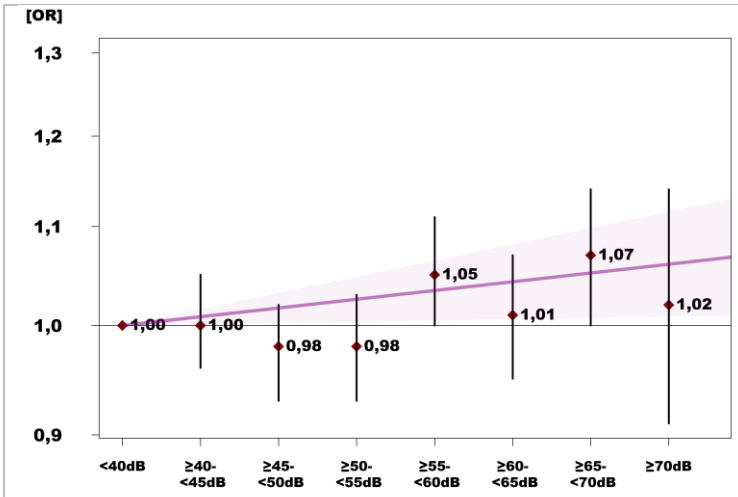
Legende: Angegeben sind die OR-Punktschätzer (rote Rauten) mit 95%-Konfidenzintervallen (senkrechte Striche). Um bei allen Abbildungen die gleiche OR-Skala nutzen zu können, werden ORs<0,9 nicht dargestellt (OR=0,86 für 55 bis <60 dB). Maximalpegel fanden in der Darstellung der linearen Risikoveränderung keine Berücksichtigung.

Abbildung 4-5: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$) und Schlaganfall-Risiko

Für den Schlaganfall finden Huss et al. (2010) in Übereinstimmung mit unserer sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie keine statistisch signifikant erhöhten Risiken, sondern teilweise sogar statistisch nicht signifikant erniedrigte Risiken. So beträgt bei Huss et al. (2010) bei einem gewichteten L_{DN}-Pegel von ≥60 dB der Risikoschätzer 0,83 (95% KI 0,61-1,13) im voll adjustierten Modell; vergleichbar damit beträgt in unserer sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie bei einem gewichteten L_{DN}-Pegel von ≥60 dB der Risikoschätzer für einen Schlaganfall 0,92 (95% KI 0,80-1,06). Bei der Interpretation der Schlaganfall-bezogenen Risikoschätzer ist zu berücksichtigen, dass unter dem Begriff des Schlaganfalls zwei pathophysiologisch zu trennende Krankheitsentitäten zusammengefasst werden: 1. der Hirninfarkt (auch ischämischer Schlaganfall genannt), welcher pathophysiologisch mit dem Herzinfarkt vergleichbar ist, und 2. der wesentlich seltenere auf der Grundlage einer Hirnblutung entstehende „hämorrhagische“ Schlaganfall.

4.3.2.2 Straßenverkehrslärm und Schlaganfall

Für den Straßenverkehrslärm finden sich tendenziell erhöhte Schlaganfall-Risikoschätzer bei steigenden Lärmpegeln, aber die entsprechenden Expositions-Wirkungs-Verläufe sind uneinheitlich. Teilweise - vor allem bei jüngeren Versicherten unter 60 Jahren - finden sich auch statistisch signifikant erniedrigte Risikoschätzer. Insgesamt steigt das Schlaganfall-Risiko pro 10 dB Dauerschallpegel statistisch signifikant um 1,7%; bei Männern beträgt die entsprechende (statistisch nicht signifikante) Risikoerhöhung 1,8%, bei Frauen (ebenfalls statistisch nicht signifikant) 1,5%.



Anmerkungen:

Lineare Risikoerhöhung (violette Linie mit schraffiertem 95%-Konfidenzbereich):
Gesamt 1,7% pro 10 dB (95% KI 0,3% - 3,2%; stat. sig.)

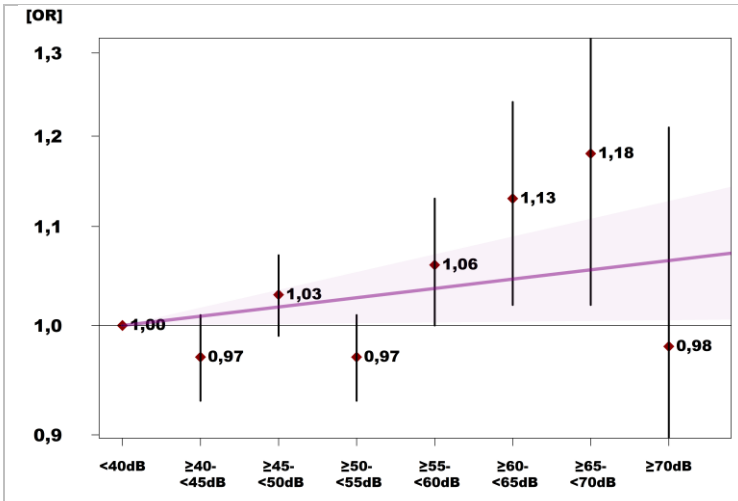
Männer 1,8% pro 10 dB (nicht sig.)
Frauen 1,5% pro 10 dB (nicht sig.)

Legende: Angegeben sind die OR-Punktschätzer (rote Rauten) mit 95%-Konfidenzintervallen (senkrechte Striche).

Abbildung 4-6: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Schlaganfall-Risiko

4.3.2.3 Schienenverkehrslärm und Schlaganfall

Ein Schienenverkehrslärm-Dauerschallpegel von ≥60 dB ist mit einer statistisch signifikant auf 1,12 erhöhten Odds Ratio für einen Schlaganfall verbunden; bei weiterer Aufteilung dieser Kategorie steigt die Odds Ratio bis auf 1,18 bei einem Dauerschallpegel von 65 bis <70 dB. Wenn die 24h-Dauerschalldruckpegel als kontinuierliche Variable in das logistische Regressionsmodell aufgenommen werden, findet sich eine statistisch signifikante Risikoerhöhung von 1,8% pro 10 dB Schienenverkehrslärm. Pro 10 dB Schalldruckpegel beträgt die Risikoerhöhung für Männer 1,5% und für Frauen 1,6%.



Anmerkungen:

Lineare Risikoerhöhung (violette Linie mit schraffiertem 95%-Konfidenzbereich):
Gesamt 1,8% pro 10 dB ([95% KI 0,1%-3,4%; stat. sig.)

Männer 1,5% pro 10 dB (nicht sig.)
Frauen 1,6% pro 10 dB (nicht sig.)

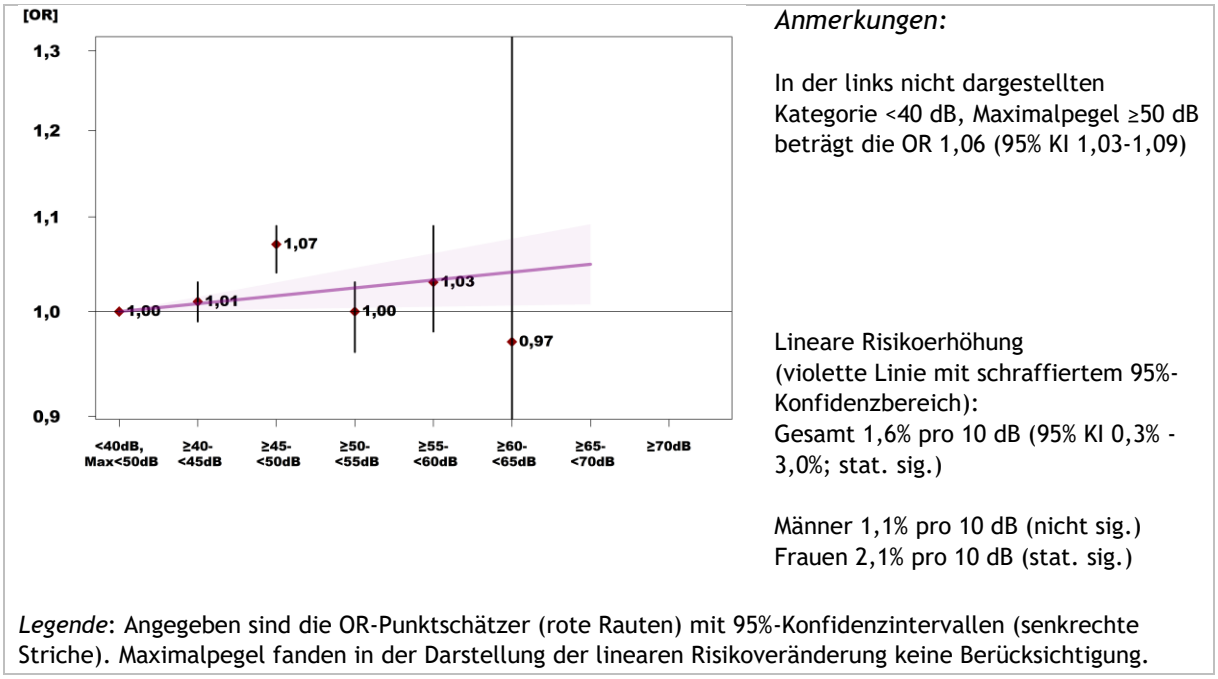
Legende: Angegeben sind die OR-Punktschätzer (rote Rauten) mit 95%-Konfidenzintervallen (senkrechte Striche).

Abbildung 4-7: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Schlaganfall-Risiko

4.3.3 Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit und Verkehrslärm

4.3.3.1 Fluglärm und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit

Für den Zusammenhang zwischen Fluglärm-Exposition und Herzinsuffizienz/hypertensiver Herzkrankheit zeigen sich bei Fluglärm-Dauerschallpegeln zwischen 40 und 50 dB teilweise statistisch signifikante Risikoerhöhungen, die sich in höheren Pegelkategorien wieder verringern. Allerdings führt die Berücksichtigung der kontinuierlichen Fluglärm-Variable als einfaches Polynom 3. Grades (mit linearem, quadratischem und kubischem Term) zu keiner wesentlich besseren Modellanpassung, so dass eine lineare Funktion die Expositions-Wirkungs-Zusammenhang angemessen beschreibt. Ausgehend von einem linearen Expositions-Wirkungs-Zusammenhang beträgt die (statistisch signifikante) Risikoerhöhung 1,6% pro 10 dB Fluglärm-Dauerschallpegel. Die entsprechende Risikoerhöhung in der geschlechtsspezifischen Auswertung beträgt (statistisch nicht signifikant) 1,1% für Männer und (statistisch signifikant) 2,1% für Frauen. Bei der Versichertenpopulation B findet sich eine weitgehend monotone und überwiegend statistisch signifikante Risikoerhöhung mit steigenden Dauerschallpegeln; bei der Versichertenpopulation A fallen die Risikoerhöhungen deutlich schwächer aus.



Legende: Angegeben sind die OR-Punktschätzer (rote Rauten) mit 95%-Konfidenzintervallen (senkrechte Striche). Maximalpegel fanden in der Darstellung der linearen Risikoveränderung keine Berücksichtigung.

Abbildung 4-8: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$) und Risiko einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit

Nur wenige Studien erlauben eine isolierte Aussage zum Zusammenhang zwischen Fluglärm und einer Herzinsuffizienz. Die von Floud et al. (2013) im Rahmen der HYENA-Studie ermittelten Fluglärm-bezogenen Risikoschätzer sind für die selbstberichtete Diagnose einer Herzinsuffizienz, einer ischämischen Herzerkrankung (Herzinfarkt oder Angina pectoris) und eines Schlaganfalls vergleichbar.

Erstmalig ist in unserer Fallkontrollstudie durch die zusätzliche Befragung eine Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Fluglärm-bedingten Innenlärmpegeln und dem Risiko einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit möglich. Insgesamt zeigt sich im Vergleich mit den auf den Adressangaben der befragten Versicherten beruhenden Außenpegeln (*nicht* im Vergleich mit den in Abbildung 4-8 dargestellten, auf den Krankenkassen-Angaben beruhenden Außenpegeln) ein stärkerer Zusammenhang zwischen Fluglärm-bezogenen Innenraumpegeln und den Risikoschätzern für eine Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit: Pro 10 dB Innenraum-Dauerschallpegel findet sich im voll adjustierten Modell eine Risikoerhöhung von 1,1%; demgegenüber lässt sich in der Hauptanalyse der Außenpegel keine positive Expositions-Risiko-Beziehung im voll adjustierten Modell erkennen. Bei der Interpretation der vorgenannten geringen prozentualen Risikoerhöhung pro 10 dB ist zu berücksichtigen, dass der Abstand zwischen höchster und niedrigster Pegelstufe bei den Innenraumpegeln (niedrigste Pegelstufe: <15 dB) größer ist als bei den Außenpegeln (niedrigste Pegelstufe: <40 dB), so dass ausgehend von einer linearen Expositions-Risiko-Beziehung die gleiche prozentuale Risikoerhöhung pro 10 dB ein größeres Risiko bei der höchsten Innenraumpegel-Kategorie als bei größter Außenpegel-Kategorie bedeutet: Wenn sich beispielsweise bei den Außenpegeln ebenso wie bei den Innenraumpegeln eine 0,9%ige Risikoerhöhung pro 10 dB ab der jeweils niedrigsten Pegelstufe finden würde, so würde die Risikoerhöhung bei 60 dB Außenpegel 1,8%, bei 60 dB Innenraumpegel hingegen 4,1% betragen. Ausgeprägte Risikoerhöhungen finden sich insbesondere für Innenraumpegel zwischen 50 und 60 dB; die fehlende Risikoerhöhung bei einem Innenraumpegel ab 60 dB ist aufgrund der geringen Fallzahlen zurückhaltend zu interpretieren.

Ab einem nächtlichen Innenraumpegel von 35 dB finden sich statistisch nicht signifikant erhöhte Risikoschätzer einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit für die gesetzliche Nacht (22 bis 6 Uhr) ebenso wie für die „EU-Nacht“ (23 bis 7 Uhr) in allen Risikokategorien; die höchste Odds Ratio findet sich bei einem nächtlichen Innenpegel ≥55 dB. Demgegenüber zeigen sich für den Zeitraum von 23 bis 5 Uhr insbesondere in den Innenpegel-Kategorien zwischen 35 und 40 dB erhöhte Risikoschätzer.

Ein Vergleich der Ergebnisse für die Innenraumpegel mit den entsprechenden Ergebnissen für die Außenpegel hat zu berücksichtigen, dass die berechneten Innenraumpegel bei allen Verkehrslärmarten wesentlich von der Fensterstellung abhängen: so wurde bei überwiegend geschlossenen Schlafzimmerfenstern von einer Verringerung der berechneten Lärmexposition um 35 dB, bei überwiegend gekippter Fensterstellung um 15 dB und bei überwiegend geöffneter Fensterstellung von 0 dB ausgegangen. Ein Innenpegel von 40 dB würde somit beispielsweise bei einem Außenpegel von 55 dB und überwiegend gekippter Fensterstellung berechnet, ein nächtlicher Innenpegel von 55 dB bei einem Außenpegel von 55 dB und überwiegend geöffneter Fensterstellung.

Generell ist darauf hinzuweisen, dass die abgeschätzten Innenraumpegel hohen Unsicherheiten unterliegen. Insbesondere sind abgeschätzte Innenraumpegel von über 60 oder gar über 70 dB äußerst zurückhaltend zu betrachten. Allerdings werden unsere vergleichenden Aussagen zu den Außenpegel-bezogenen und Innenraumpegel-bezogenen

Risikoerhöhungen durch diese Unsicherheiten nicht grundsätzlich berührt: Die Unsicherheiten der Innenraumpegel-Abschätzung dürften gleichermaßen für „Fälle“ wie für Kontrollpersonen gelten, und in der Regel führen solche Unsicherheiten („nicht-differenzielle Verzerrungen“) der Expositionsbestimmung eher zur Unterschätzung als zur Überschätzung der Risiken.

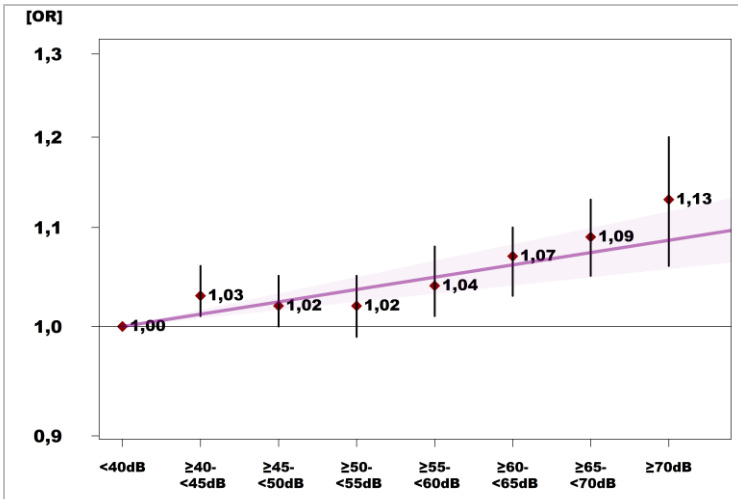
Insgesamt sprechen die hohen bis sehr hohen Risikoschätzer einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit für Verkehrslärm-bedingte Innenraumpegel (höher als bei den ebenfalls auf der Grundlage der angegebenen Adressdaten berechneten entsprechenden Außenpegeln[38]) grundsätzlich für einen ursächlichen Zusammenhang zwischen Verkehrslärm und Herzinsuffizienz/hypertensiver Herzkrankheit. Denn aufgrund individueller Wohngegebenheiten (z. B. Ausrichtung des Schlafzimmers und „Wohngewohnheiten“ (z. B. nächtliche Fensterstellung) stimmen die Außenpegel nicht ohne weiteres mit der tatsächlichen Lärmexposition „am Ohr des Schläfers“ überein. Demgegenüber spiegeln die Innenraumpegel die tatsächliche Exposition naturgemäß wesentlich 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 etwa ein Innenraumpegel von 30 dB bedeuten, dass eine Person gegenüber einem Straßenverkehrslärm-bedingten Außenpegel von beispielsweise 45 dB exponiert ist, sich durch diesen Straßenverkehrslärm nicht wesentlich belästigt fühlt und mit überwiegend gekippten Fenstern schläft. Ein Innenraumpegel von 30 dB kann ebenso bedeuten, dass eine Person gegenüber einem Straßenverkehrslärm-bedingten Außenpegel von beispielsweise 65 dB exponiert ist, sich durch diesen Straßenverkehrslärm belästigt fühlt und mit überwiegend geschlossenen Fenstern schläft – obwohl die Schlafqualität und Schlafdauer für letztere Person durch den „Zwang“ zur geschlossenen Fensterstellung möglicherweise beeinträchtigt wird. Es kann nicht ohne weiteres davon ausgegangen werden, dass das Erkrankungsrisiko bei diesen beiden Personen identisch ist. Ein weiterer Nachteil der Innenpegel-Auswertungen liegt darin, dass sie keine unmittelbare Ableitung der Wirksamkeit präventiver Maßnahmen erlauben: So kann nicht ohne weiteres davon ausgegangen werden, dass ein mittels Schallschutzmaßnahmen (Lärmschutzfenster) erreichter Innenraumpegel die gleichen gesundheitlichen Auswirkungen hat wie derselbe Innenraumpegel, wenn er bereits ohne Schallschutzmaßnahmen erreicht wird.

---

[38] Dies gilt insbesondere für den Straßen- und Schienenverkehrslärm. Auch für den Fluglärm sind die Innenraumpegel-bezogenen Risikoschätzer höher als die ebenfalls auf den Adressangaben der Versicherten beruhenden Außenpegel (nicht allerdings als die auf den Krankenkassen-Adressen beruhenden Außenpegel).

4.3.3.2 Straßenverkehrslärm und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit

Mit steigendem Straßenverkehrslärm-Dauerschallpegel zeigt sich auch für die Fallgruppe der Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit ein nahezu monotoner Risikoanstieg; die Odds Ratio steigt bis auf 1,13 bei ≥70 dB. Die erhöhten Risikoschätzer sind in nahezu allen Kategorien statistisch signifikant. Pro 10 dB Dauerschallpegel findet sich eine statistisch signifikante Risikoerhöhung um 2,4%; für Männer beträgt die Risikoerhöhung 2,4% und für Frauen 2,2%. Einschränkend ist darauf hinzuweisen, dass die altersstratifizierte Analyse eine geringe positive Expositions-Risiko-Beziehung bei älteren Probanden (≥60 Jahre) und deutlich erhöhte Risikoschätzer, allerdings ohne einen einheitlichen Verlauf bei jüngeren Probanden (<60 Jahre) aufweist. Das Risiko für eine Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit steigt monoton mit steigenden kumulativen „Lärmjahren"; im höchsten Quartil findet sich eine statistisch signifikant erhöhte Odds Ratio von 1,06.



Anmerkungen:

Lineare Risikoerhöhung
(violette Linie mit schraffiertem 95%-Konfidenzbereich):
Gesamt 2,4% pro 10 dB (95% KI 1,6% - 3,2%; stat. sig.)

Männer 2,4% pro 10 dB (stat. sig.)
Frauen 2,2% pro 10 dB (stat. sig.)

Legende: Angegeben sind die OR-Punktschätzer (rote Rauten) mit 95%-Konfidenzintervallen (senkrechte Striche).

Abbildung 4-9: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Risiko einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit

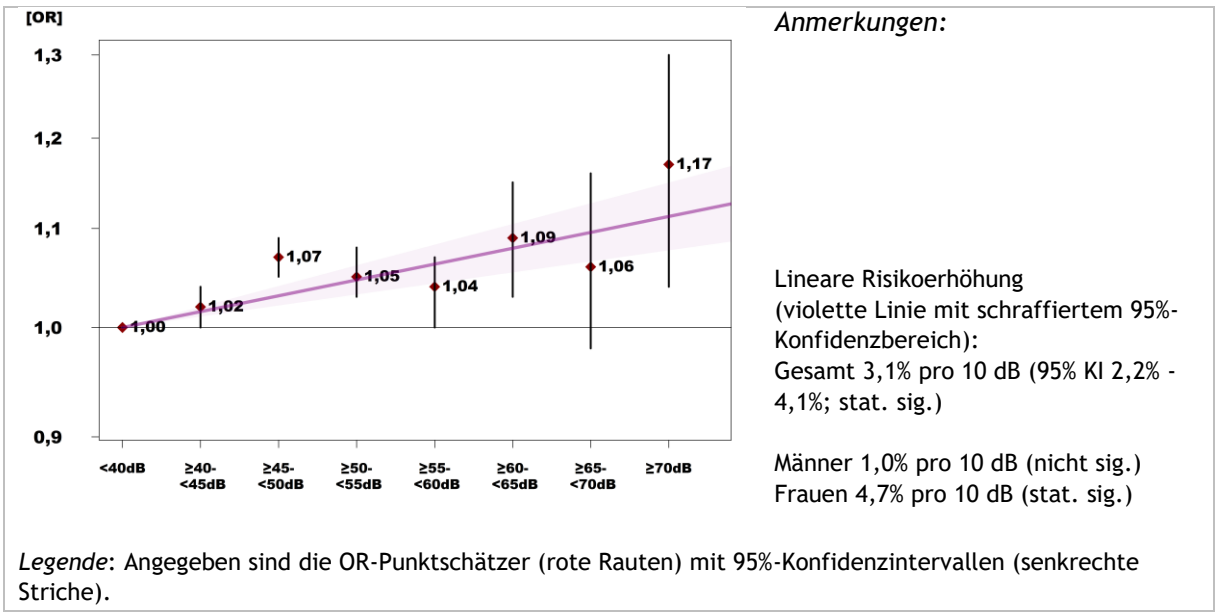
Bisher wurden nur wenige Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen Straßenverkehrslärm und einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit durchgeführt. Die Querschnittsstudie von Van Hee et al. (2009) findet einen Zusammenhang zwischen der Wohnlage an einer Hauptstraße (weniger als 50 Meter Entfernung) mit einer eingeschränkten Funktion des linken Herzventrikels, kann diese aber nicht eindeutig auf den Straßenverkehrslärm zurückführen. Beelen et al. (2009) finden für einen Straßenverkehrslärm über 65 dB L_{DEN} (Abend zwischen 19 und 23 Uhr, Nacht bis 7 Uhr) ein etwa auf das Doppelte erhöhtes Risiko für eine Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit; demgegenüber zeigt sich in der genannten Studie kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen dem Straßenverkehrslärm und ischämischen Erkrankungen (einschließlich dem ischämischen Schlaganfall).

Auch der Zusammenhang der Straßenverkehrslärm-bedingten Innenraumpegel mit der Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit wurde in bisherigen Studien noch nicht untersucht. Ausgehend von den Ergebnissen der vertiefenden Befragung ist der Zusammenhang mit einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit für die Straßenverkehrslärm-bezogenen Innenraumpegel (Risikoerhöhung von 4,2% pro 10 dB) deutlich stärker ausgeprägt als für die Außenpegel (Risikoerhöhung von 2,5% pro 10 dB). Auch hier bedeutet aufgrund der größeren „Spannweite" der Innenraumpegel die gleiche prozentuale Risikoerhöhung pro 10 dB ein größeres Risiko bei höchster Innenraumpegel-Stufe als bei größter Außenpegelstufe. Konsistent erhöhte Risikoschätzer finden sich ab einem Innenraumpegel von 40 dB; in der höchsten Innenraumpegel-Klasse (≥70 dB) erreichen die Ergebnisse statistische Signifikanz.

Bei Betrachtung der gesetzlichen Nacht (22 bis 6 Uhr) finden sich konsistent und deutlich erhöhte Risikoschätzer ab einem Innenraumpegel von 30 dB; die (jeweils statistisch signifikante) höchste Odds Ratio von 2,59 zeigt sich bei einem nächtlichen Innenraumpegel ≥60 dB.

4.3.3.3 Schienenverkehrslärm und Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit

Für den Schienenverkehrslärm zeigt sich eine Zunahme der Risikoschätzer für eine Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit bereits ab einem Dauerschallpegel von 40 bis <45 dB. Die höchste Odds Ratio von 1,17 findet sich in der höchsten Schienenverkehrslärm-Pegelstufe von ≥70 dB. Die Risikoerhöhung ist für Frauen deutlich ausgeprägter als für Männer. Pro 10 dB Dauerschallpegel findet sich eine statistisch signifikante Risikoerhöhung um insgesamt 3,1%; bei Männern beträgt die Risikoerhöhung (statistisch nicht signifikant) 1,0% und bei Frauen (statistisch signifikant) 4,7%. Bei jüngeren Versicherten (Alter unter 60 Jahre) ergeben sich höhere Risikoschätzer.



Legende: Angegeben sind die OR-Punktschätzer (rote Rauten) mit 95%-Konfidenzintervallen (senkrechte Striche).

Abbildung 4-10: *Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Risiko einer Herzinsuffizienz/hypertensiven*

Herzkrankheit

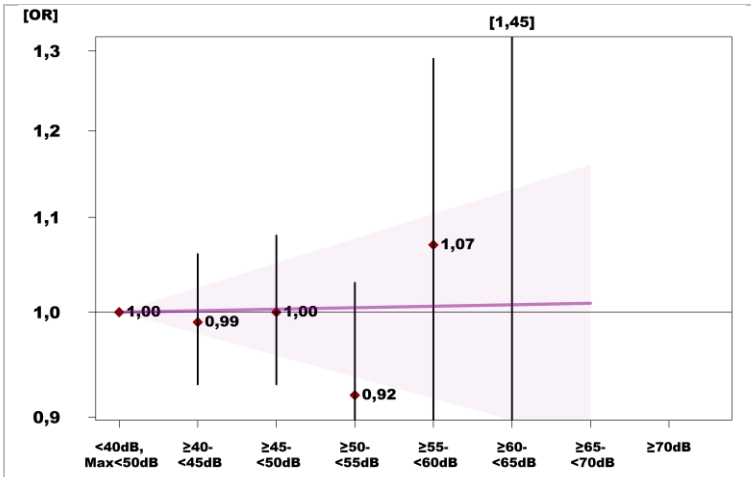
Die Schienenverkehrslärm-bezogenen Innenraumpegel (Risikoerhöhung von 3,4% pro 10 dB) hängen etwas stärker mit der Diagnose einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit zusammen als die Außenpegel (Risikoerhöhung von 2,9% pro 10 dB). Beim Vergleich dieser Prozentangaben ist wiederum zu berücksichtigen, dass ausgehend von einer linearen Expositions-Risiko-Beziehung die gleiche prozentuale Risikoerhöhung pro 10 dB ein größeres Risiko bei höchster Innenraumpegel-Stufe als bei höchster Außenpegelstufe bedeutet. Konsistent und deutlich erhöhte Risikoschätzer finden sich ab einem Innenraumpegel von 45 dB (24h-Dauerschallpegel).

Bei Betrachtung der gesetzlichen Nacht (22 bis 6 Uhr) zeigen sich sehr deutlich erhöhte Risikoschätzer ab einem nächtlichen Innenraumpegel von 45 dB; die höchste Odds Ratio findet sich mit 2,06 bei einem nächtlichen Innenpegel ≥60 dB.

4.3.4 **Brustkrebs und Verkehrslärm**

4.3.4.1 Fluglärm und Brustkrebs

Ausgehend von einer linearen Expositions-Risiko-Beziehung findet sich keine Erhöhung des Brustkrebs-Risikos mit steigenden Fluglärm-Dauerschallpegeln. Teilweise finden sich statistisch nicht signifikante Risikoschätzer in den höchsten Pegelkategorien; so ist die Odds Ratio für einen 24h-Dauerschallpegel ≥60 dB statistisch nicht signifikant auf 1,45 (95% KI 0,36-5,90) erhöht. Im Zeitraum von 23 bis 5 Uhr zeigt sich eine statistisch signifikant erhöhte Odds Ratio von 2,98 für die höchste Fluglärmpegel-Stufe von ≥55 dB. Für die gesetzliche Nacht (22 bis 6 Uhr) und die EU-Nacht (23 bis 7 Uhr) finden sich geringere, statistisch nicht signifikante Risikoerhöhungen. Teilweise lassen sich auch in der Einzelstundenanalyse statistisch nicht signifikante Risikoerhöhungen aufzeigen. Die beschriebenen Risikoerhöhungen beziehen sich auf Frauen der Versichertenpopulation B, bei Frauen der Versichertenpopulation A finden sich keine nennenswerten Risikoveränderungen. Bei Frauen mit einer Wohndauer von mindestens 5 Jahren an der Adresse des Diagnosejahres oder des Jahres 2008 (bei weiblichen Kontrollpersonen) zeigt sich eine statistisch nicht signifikant auf 3,94 erhöhte Odds Ratio bei einem Fluglärm-Dauerschallpegel von ≥60 dB.



Anmerkungen:

In der links nicht dargestellten Kategorie <40 dB, Maximalpegel ≥50 dB beträgt die OR 0,94 (95% KI 0,85-1,05)

Lineare Risikoerhöhung (violette Linie mit schraffiertem 95%-Konfidenzbereich): Frauen 0,3% pro 10 dB (95% KI -4,2% - 5,0%; nicht sig.)

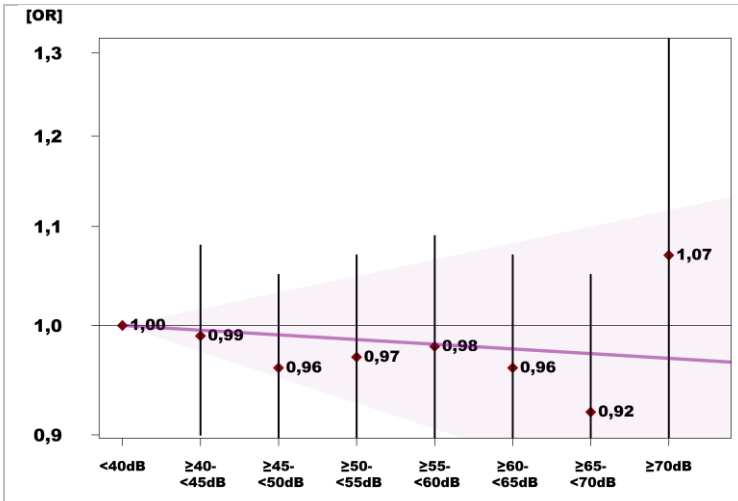
Legende: Angegeben sind die OR-Punktschätzer (rote Rauten) mit 95%-Konfidenzintervallen (senkrechte Striche). Maximalpegel fanden in der Darstellung der linearen Risikoveränderung keine Berücksichtigung.

Abbildung 4-11: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$) und Brustkrebs-Risiko bei Frauen

Die Forschungslage zum möglichen Zusammenhang zwischen Fluglärm und der Entstehung einer Brustkrebs-Erkrankung ist noch gering. Eine pathophysiologisch sinnvolle Hypothese bezieht sich auf die Störung des nächtlichen Schlafs, eine damit verbundene Chronodisruption mit hormonellen Folgen (bezogen insbesondere auf die Melatonin- und Östrogenausschüttung). Dies ist allerdings nur dann eine sinnvolle Hypothese, wenn der Schlaf über längere Zeit unterbrochen ist (was die einschlägige Literatur eher nicht bestätigt) *und* wenn die Betroffenen dann das Licht einschalten. Die internationale Krebsforschungsagentur der WHO (IARC) hat vor dem Hintergrund von Studien an Krankenschwestern, die in Nachtschicht arbeiteten, mit Chronodisruption verbundene Schichtarbeit als wahrscheinlich krebserregend eingestuft (Straif et al., 2007); allerdings haben wir im Ergebnis eines systematischen Reviews mit Metaanalyse darauf hingewiesen (Ijaz et al., 2013), dass dieser Zusammenhang derzeit nicht als gesichert angesehen werden kann. Die von Greiser und Greiser (2010a, 2010b) im Bereich des Flughafens Köln-Bonn beschriebene Risikoerhöhung für Brustkrebs mit einer stärkeren Ausprägung für den Fluglärm am Tage passt nicht ohne weiteres zu der Hypothese einer Chronodisruption durch Fluglärm. Auch die von Greiser und Greiser (2014) in ihrer aktuellen Studie in Bremen gefundenen Ergebnisse zu Verkehrslärm-bezogenen Brustkrebsrisiken sind uneinheitlich. Sørensen, Ketzel et al. (2014) finden ausschließlich bei Frauen mit Östrogenrezeptor-negativem Brustkrebs einen Zusammenhang mit dem Straßenverkehrslärm. Die uns zur Verfügung stehenden Krankenkassen-Daten enthalten keine Informationen zum Rezeptor-Status der Frauen mit Brustkrebs; daher ist die Abhängigkeit vom Hormonrezeptorstatus in unserer Fallkontrollstudie nicht beurteilbar. Insgesamt findet unsere Fallkontrollstudie deutliche Hinweise auf ein erhöhtes Brustkrebsrisiko bei einem nächtlichen Fluglärm ≥60 dB, die allerdings noch der Bestätigung durch weitere Studien bedürfen.

4.3.4.2 Straßenverkehrslärm und Brustkrebs

Es finden sich keine nennenswerten Brustkrebs-Risikoveränderungen in Abhängigkeit vom Straßenverkehrslärm. Grundsätzlich ist zu diskutieren, ob die Beeinflussung des Nachtschlafes durch Straßenverkehrslärm aufgrund der anderen Lärmcharakteristik (insbesondere aufgrund der geringeren Diskrepanzen zwischen Maximalpegeln und Dauerschallpegeln) tendenziell geringer ausfällt als beim Fluglärm.



Anmerkungen:

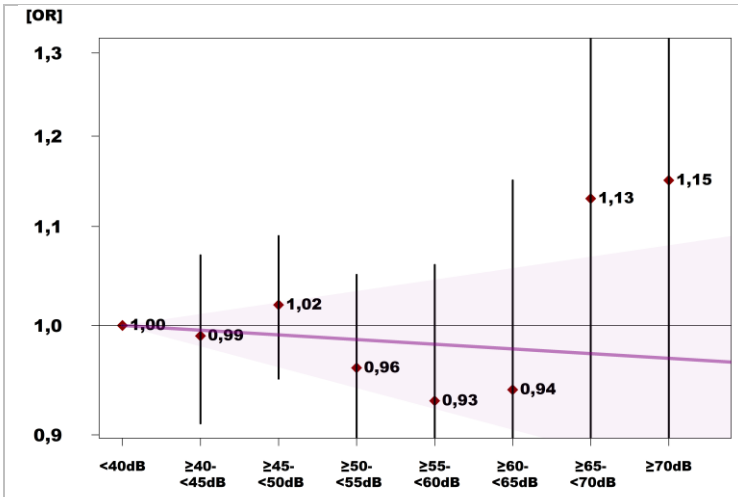
Lineare Risikoveränderung (violette Linie mit schraffiertem 95%-Konfidenzbereich):
Frauen -0,9% pro 10 dB (95% KI -5,9% - 2,0%; nicht sig.)

Legende: Angegeben sind die OR-Punktschätzer (rote Rauten) mit 95%-Konfidenzintervallen (senkrechte Striche).

Abbildung 4-12: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Brustkrebs-Risiko bei Frauen

4.3.4.3 Schienenverkehrslärm und Brustkrebs

Auch für den Schienenverkehrslärm sind die Risikoschätzer weitgehend unauffällig. Lediglich im „Hochdosisbereich“ ab 65 dB finden sich statistisch nicht signifikante Risikoerhöhungen. Auch beim Bahnlärm ist – ähnlich wie beim Fluglärm – von einer teilweise deutlichen Diskrepanz zwischen Maximalpegeln und Dauerschallpegeln („Emergenz“) auszugehen. Eine entsprechende Analyse war in unserer Fallkontrollstudie nicht möglich, da uns die nächtlichen Maximalpegel ausschließlich für den Fluglärm (und nicht für Straßenverkehrslärm und Schienenverkehrslärm) vorliegen. Insgesamt bedürfen die Ergebnisse zum möglichen Zusammenhang zwischen Verkehrslärm und dem Brustkrebs-Risiko noch der Untersuchung in weiteren Studien.



Anmerkungen:

Lineare Risikoveränderung (violette Linie mit schraffiertem 95%-Konfidenzbereich):
Frauen -0,9% pro 10 dB (95% KI 3,9% - 2,2%; nicht sig.)

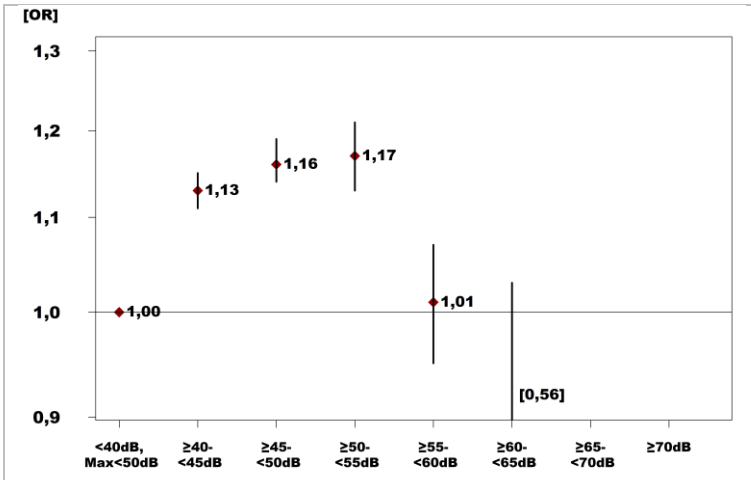
Legende: Angegeben sind die OR-Punktschätzer (rote Rauten) mit 95%-Konfidenzintervallen (senkrechte Striche).

Abbildung 4-13: Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Brustkrebs-Risiko bei Frauen

4.3.5 Depressionen und Verkehrslärm

4.3.5.1 Fluglärm und Depressionen

Mit steigenden Fluglärm-Dauerschallpegeln steigen bis zu einer Pegelklasse von 50 bis <55 dB auch die Risikoschätzer für eine Depression; in höheren Pegelklassen sinken die Risikoschätzer wieder im Sinne einer umgekehrten „U“-Kurve. Für nächtlichen Fluglärm ergibt sich bei einem Fluglärmpegel ≥60 dB sogar eine statistisch signifikante Risikoerniedrigung. Ausgehend von einer linearen Expositions-Risiko-Beziehung (die allerdings den Expositions-Wirkungs-Verlauf nicht optimal beschreibt) findet sich rechnerisch pro 10 dB Dauerschallpegel eine statistisch signifikante Risikoerhöhung um 8,9%; bei Männern beträgt die Risikoerhöhung 8,6% und bei Frauen 9,2%. Die Analyse der kumulativen Lärmjahre in den letzten 5 Jahren vor dem Diagnosejahr bzw. (bei Kontrollpersonen) vor dem Jahr 2008 ergibt statistisch signifikante Risikoerhöhungen für das 3. und 4. Quartil.



Anmerkungen:

In der links nicht dargestellten Kategorie <40 dB, Maximalpegel ≥50 dB beträgt die OR 1,00 (95% KI 0,96-1,03)

Lineare (nicht optimal anpassende) Risikoerhöhung:
Gesamt 8,9% pro 10 dB (95% KI 7,4% - 10,4%; stat. sig.)

Männer 8,6% pro 10 dB (nicht sig.)
Frauen 9,2% pro 10 dB (stat. sig.)

Legende: Angegeben sind die OR-Punktschätzer (rote Rauten) mit 95%-Konfidenzintervallen (senkrechte Striche). Um bei allen Abbildungen die gleiche OR-Skala nutzen zu können, werden ORs<0,9 nicht dargestellt (OR=0,56 für 60 bis <65 dB). Maximalpegel fanden in der Darstellung der linearen Risikoveränderung keine Berücksichtigung.

Abbildung 4-14: Fluglärm ($L_{pAeq,24h}$) und Depressions-Risiko

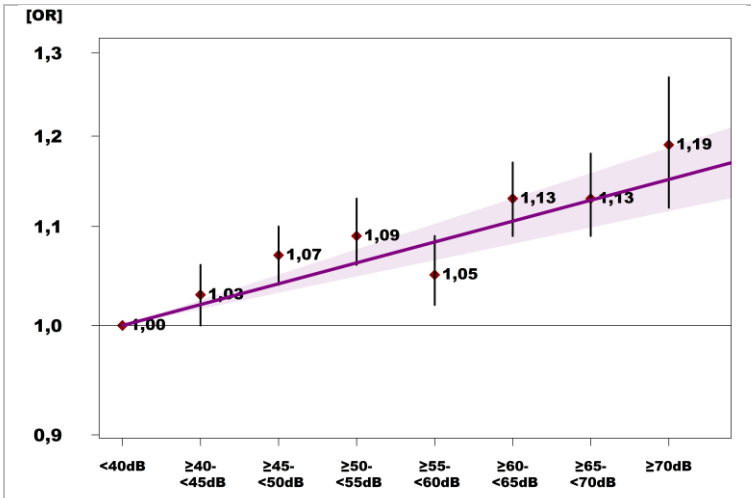
Für den fehlenden positiven Zusammenhang zwischen Fluglärm und Schienenverkehrslärm in höheren Pegelklassen und der Depression dürfte eine eingeschränkte Studienpower eher nicht verantwortlich sein, da die depressiven Störungen die mit Abstand größte Fallgruppe (mit etwa 85.000 Fällen) darstellen. Auch ein Confounding durch den Sozialstatus kann den Verlauf der Expositions-Risiko-Kurve nicht erklären: Zwar sinken die Risikoschätzer für eine Depression teilweise deutlich bei Adjustierung für den Sozialstatus, allerdings findet sich der beschriebene Expositions-Wirkungs-Verlauf auch bei Einschränkung der Auswertung ausschließlich auf Versicherte mit bekanntem individuellen Sozialstatus (Bildung und Beruf). Eine mögliche Erklärung könnte in einem Verkehrslärm-abhängigen „Wohnverhalten“ liegen: Theoretisch könnten unter Verkehrslärm Leidende (im Sinne von depressiven Befindlichkeitsstörungen oder „Frühstadien“ einer depressiven Störung) eher in Gegenden mit geringerem Verkehrslärm ziehen, so dass sich in Gebieten mit hohem Fluglärm oder Schienenverkehrslärm tendenziell eher Personen fänden, die geringere psychische „Reaktionen“ auf den entsprechenden Verkehrslärm zeigen. Allerdings muss dieser Erklärungsansatz spekulativ bleiben, da er sich bisher nicht auf empirische Daten stützen lässt. Außerdem wäre nicht zu erwarten, dass Personen mit einer depressiven Erkrankung speziell aus Fluglärm-exponierten Gegenden wegziehen, aber nicht von lauten Straßen.

Eine Querschnittsstudie von Greiser et al. (2007) findet einen Zusammenhang zwischen der Fluglärm-Exposition und dem Gebrauch von Medikamenten, die (auch) bei Depressionen verordnet werden (z. B. Tranquilizer, Beruhigungs- und Schlafmittel). Allerdings erlaubt eine derartige Medikamentenstudie (E. Greiser et al., 2007) keine Aussage zu spezifischen Krankheitsbildern. Greiser und Greiser (2010a, 2010b) beschreiben darüber hinaus bei Frauen statistisch signifikant erhöhte Erkrankungsrisiken für Depressionen, vor allem im

Zeitfenster für nächtlichen Fluglärm. In unserer deutlich größeren Fallkontrollstudie zeigen sich keine wesentlichen Unterschiede zwischen Männern und Frauen.

4.3.5.2 Straßenverkehrslärm und Depressionen

Unsere Fallkontrollstudie ergibt einen klaren positiven Expositions-Wirkungs-Zusammenhang zwischen Straßenverkehrslärm und dem Auftreten einer depressiven Störung. Es zeigt sich ab einem Lärmpegel von 40 bis <45dB ein nahezu monotoner Anstieg des Depressions-Risikos mit steigendem Straßenverkehrslärm-Dauerschallpegel; die höchste Odds Ratio von 1,19 findet sich bei einem 24h-Dauerschallpegel ≥70 dB. Die erhöhten Risikoschätzer sind in nahezu allen Kategorien statistisch signifikant. Pro 10 dB Dauerschallpegel findet sich eine statistisch signifikante Risikoerhöhung um 4,1%; in der geschlechtsspezifischen Auswertung zeigt sich für Männer wie für Frauen eine statistisch signifikante Risikoerhöhung von jeweils 4,0% pro 10 dB Pegelanstieg. Auch für den nächtlichen Straßenverkehrslärm ergibt sich ein monotoner Anstieg des Depressionsrisikos. Die Risikoerhöhungen sind generell bei jüngeren Probanden (<60 Jahre) deutlicher ausgeprägt als bei älteren Probanden (≥60 Jahre). Weiterhin finden sich bei der Versichertenpopulation A deutlichere Risikoerhöhungen als bei der Versichertenpopulation B.



Anmerkungen:

Lineare Risikoerhöhung
(violette Linie mit schraffiertem 95%-Konfidenzbereich):
Gesamt 4,1% pro 10 dB (95% KI 3,2%-5,0%; stat. sig.)

Männer 4,0% pro 10 dB (stat. sig.)
Frauen 4,0% pro 10 dB (stat. sig.)

Legende: Angegeben sind die OR-Punktschätzer (rote Rauten) mit 95%-Konfidenzintervallen (senkrechte Striche).

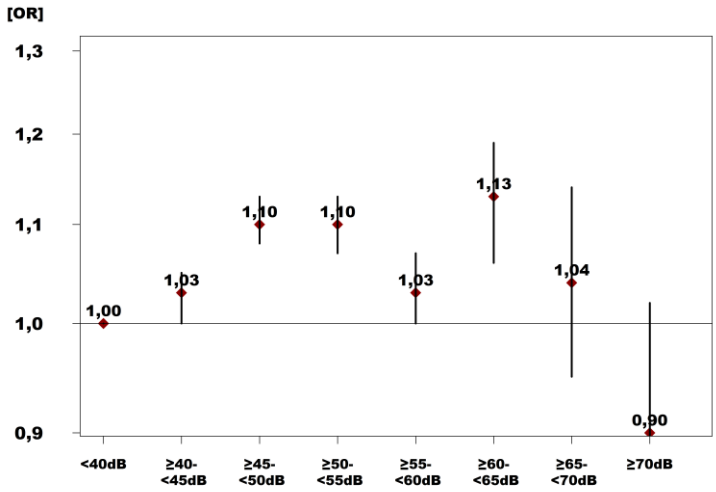
Abbildung 4-15: Straßenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Depressions-Risiko

Auch für den Straßenverkehrslärm wird ein Zusammenhang mit dem Gebrauch von Medikamenten beschrieben, die (auch) bei Depressionen verordnet werden (Bocquier et al., 2014; Floud et al., 2011). Allerdings ist hier wiederum auf die deutlichen methodischen

Einschränkungen hinzuweisen, denen derartige Untersuchungen unterliegen (siehe voriges Kapitel).

4.3.5.3 Schienenverkehrslärm und Depressionen

Der Expositions-Wirkungs-Zusammenhang zwischen Schienenverkehrslärm (24h-Dauerschallpegel wie nächtlicher Fluglärmpegel) und dem Auftreten einer Depression stellt sich umgekehrt „U"-förmig dar: die statistisch signifikanten Risikoschätzer erreichen in der Regel zwischen 45 und 55 dB ihr Maximum. Allerdings zeigt sich bei einer Aufteilung der Dauerschallpegel-Kategorie von ≥60 die höchste Odds Ratio von 1,13 bei einem Schienenverkehrslärm-Pegel von 60 bis <65 dB. Ausgehend von einer linearen Expositions-Risiko-Beziehung (die allerdings den Expositions-Wirkungs-Verlauf nicht optimal beschreibt) findet sich pro 10 dB Dauerschallpegel eine statistisch signifikante Risikoerhöhung um 3,9%; bei Männern beträgt die Risikoerhöhung 4,0% und bei Frauen 3,9%.



Anmerkungen:

Lineare (nicht optimal anpassende) Risikoerhöhung:
Gesamt 3,9% pro 10 dB (95% KI 2,9% - 4,9%; stat. sig.)

Männer 4,0% pro 10 dB (stat. sig.)
Frauen 3,9% pro 10 dB (stat. sig.)

Legende: Angegeben sind die OR-Punktschätzer (rote Rauten) mit 95%-Konfidenzintervallen (senkrechte Striche).

Abbildung 4-16: *Schienenverkehrslärm ($L_{pAeq,24h}$) und Depressions-Risiko*

4.4 Zusammenschau der Ergebnisse der sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie unter besonderer Berücksichtigung der Ergebnisse der vertiefenden Befragung

4.4.1 Verkehrslärm und Herz-Kreislauf-Erkrankungen

Insgesamt weisen die Ergebnisse unserer sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie mit vertiefender Befragung auf einen Zusammenhang zwischen einer Fluglärm-Exposition und der Entstehung eines Herzinfarktes, eines Schlaganfalls und einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit hin: Insbesondere Fluglärmpegel ab 60 dB sind in dieser Fallkontrollstudie (statistisch nicht signifikant) mit einem erhöhten Herzinfarkt-Risiko 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]).

Für die Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit findet sich dagegen 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.

Es ist darauf hinzuweisen, dass die bisherige Erkenntnislage zum Zusammenhang zwischen Fluglärm und Herz-Kreislauf-Erkrankungen nicht eindeutig ist: Während einige Studien einen - meist nicht über alle Herz-Kreislauf-Erkrankungen konsistenten - Zusammenhang zwischen Fluglärmbelastungen und Herz-Kreislauf-Erkrankungen finden (neben Huss et al. (2010), Greiser und Greiser (2010a, 2010b) und Floud et al. (2013) beispielsweise auch Hansell et al. (2013), Correia et al. (2013) und Greiser & Greiser (2014) für Fluglärm am Tage), können andere Studien einen solchen Zusammenhang nicht bestätigen oder finden sogar einen negativen Zusammenhang (beispielsweise Schreckenberg et al., 2009, für nächtlichen Fluglärm Greiser 2014).

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/hypertensive Herzkrankheit) und dem Schienenverkehrslärm (gilt für den Herzinfarkt und den Schlaganfall ebenso wie für die Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit) deutlicher als der Zusammenhang zum Fluglärm dar. Das Risiko für einen Herzinfarkt, einen Schlaganfall oder eine Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit 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“).

Als wichtiges neues Ergebnis weist unsere Fallkontrollstudie auf die Bedeutung hin, die der Berücksichtigung der nächtlichen Maximalpegel bei der Abschätzung der 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 zahlreichen 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/hypertensiven Herzkrankheit statistisch signifikant – erhöhten Risikoschätzer darauf, dass schon 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.

Entscheidend für die Belastbarkeit der vorliegenden Ergebnisse ist die Frage, inwieweit eine Ergebnisverzerrung durch Confounder – beispielsweise durch den Sozialstatus, aber auch durch Lebensstil-Faktoren wie Tabakkonsum, Körpergewicht und körperliche Aktivität – ausgeschlossen werden kann. Eine Beantwortung dieser Frage stellte das primäre Ziel der vertiefenden Befragung dar: 8.540 Versicherte wurden mit einem ausführlichen Fragebogen nach ihrer Bildung, ihrem Beruf, Einkommen, Tabakkonsum, Gewicht etc. 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/hypertensive Herzkrankheit auf (darunter auch Versicherte, die mehreren Fallgruppen zuzuordnen waren). 8.517 Versicherte dienten für mindestens eine Fallgruppe als Kontrollpersonen. 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. Aufgrund der beschriebenen Selektionsverzerrung ist die vertiefende Befragung der Fälle mit Herzinfarkt und Schlaganfall nicht zur Beantwortung der Frage nach einer Verzerrung der sekundärdatenbasierten Ergebnisse durch unerkanntes oder residuelles Confounding zu verwerten.

Bei der Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit führte die Auswahl der nicht verstorbenen Versicherten aus dem Sekundärdatensatz nicht zu einer wesentlichen Veränderung der Risikoschätzer: Die sekundärdatenbasierten Risikoschätzer einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit für die Befragungsteilnehmer unterscheiden sich nicht wesentlich von den entsprechenden Risikoschätzern der Gesamtgruppe. Daher ließ sich die vertiefende Befragung der Fälle mit Herzinsuffizienz/hypertensiver Herzkrankheit 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).

Auf der Grundlage der Angaben aus der vertiefenden Befragung lässt sich eine bedeutsame Verzerrung der sekundärdatenbasierten Risikoschätzer einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit für den Zusammenhang mit Fluglärm, Straßenverkehrslärm und Schienenverkehrslärm ausschließen. Mit anderen Worten: Auch ohne eine zusätzliche Adjustierung für Sozialstatus, Tabakkonsum, Körpergewicht, körperliche Aktivitäten usw. lassen sich in unserer Studie Risikoschätzer für eine Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit gewinnen, die weder wesentlich überschätzt noch wesentlich unterschätzt sind. Dieses Ergebnis lässt sich damit erklären, dass 1. offenbar kein nennenswerter kausaler Einfluss des Lebensstils (Tabakkonsum, Körpergewicht etc.) auf die Wohnadresse und damit auf die zugrunde liegende Verkehrslärm-Exposition besteht. Wenn andererseits 2. durchaus von einem kausalen Einfluss des Sozialstatus auf die Wohnadresse auszugehen ist, so scheint der Sozialstatus als Confounder bereits auf der Grundlage der Krankenkassen-Daten und der „ökologischen" SGB II-Quote hinreichend in den logistischen Regressionsmodellen berücksichtigt zu werden. Der Erklärungsansatz unter 1. kann grundsätzlich auch auf die Risikoschätzer für Herzinfarkt und Schlaganfall bezogen werden, für die sich die Angaben der vertiefenden Befragung aufgrund von Selektionsverzerrungen nicht verwerten ließen. Um (im Sinne des Erklärungsansatzes unter 2.) eine Verzerrung der Ergebnisse für Herzinfarkt und Schlaganfall bestmöglich auszuschließen, 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 ließ sich keine substanzielle Veränderung der Risikoschätzer feststellen, so dass auch für die Krankheitsgruppen Herzinfarkt und Schlaganfall nicht von einer substanziellen Verzerrung durch residuelles Confounding auszugehen ist.

Auch ein Vergleich der Innenraumpegel-bezogenen Ergebnisse mit den Außenpegel-bezogenen Ergebnissen war für die Krankheitsgruppe der Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit möglich; damit ließ sich für die Krankheitsgruppe der Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit auch das sekundäre Ziel der vertiefenden Befragung erreichen. Wenn die Fluglärm-Pegel basierend auf den Adressangaben der Befragten gebildet wurden, zeigte sich insgesamt eine Verringerung der Risikoschätzer für eine Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit. Gleichzeitig findet sich aber auf der Grundlage der Fluglärm-bezogenen Innenraumpegel ein stärkerer Risikoanstieg für eine Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit als auf der Grundlage der Außenpegel (beide Pegel auf den Adressangaben der Befragten basierend). Ausgeprägte Risikoerhöhungen finden sich insbesondere für Fluglärm-bedingte Innenraumpegel zwischen 50 und 60 dB sowie für nächtliche Innenraumpegel ab etwa 35 dB. Für die Straßenverkehrslärm-bezogenen Innenraumpegel findet sich im Vergleich der drei Verkehrslärmarten die stärkste Risikoerhöhung für eine Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit (4,2% pro 10 dB); auch für den Straßenverkehrslärm ist die Risikoerhöhung (auf der Grundlage der auf den Adressangaben der Befragten basierenden) Außenpegel geringer ausgeprägt

(Risikoerhöhung von 2,5% pro 10 dB). Konsistent erhöhte Risikoschätzer finden sich ab einem Straßenverkehrslärm-bedingten Innenraumpegel von 40 dB; in der höchsten Innenraumpegel-Kategorie (≥70 dB) erreichen die Ergebnisse statistische Signifikanz. Bei Betrachtung der gesetzlichen Nacht (22 bis 6 Uhr) finden sich konsistent und deutlich erhöhte Risikoschätzer ab einem Innenraumpegel von 35 dB; die (jeweils statistisch signifikante) höchste Odds Ratio von 2,59 zeigt sich bei einem nächtlichen Innenraumpegel ≥60 dB. Auch die Schienenverkehrslärm-bezogenen Innenraumpegel (Risikoerhöhung von 3,4% pro 10 dB) hängen etwas stärker mit der Diagnose einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit zusammen als die Außenpegel (Risikoerhöhung von 2,9% pro 10 dB). Konsistent und deutlich erhöhte Risikoschätzer finden sich ab einem Schienenlärm-bedingten Innenraumpegel von 45 dB (24h-Dauerschallpegel). Bei Betrachtung der gesetzlichen Nacht (22 bis 6 Uhr) zeigen sich sehr deutlich erhöhte Risikoschätzer ab einem nächtlichen Innenraumpegel von 50 dB; die höchste, statistisch signifikante Odds Ratio findet sich mit 2,06 (95% KI 1,08-3,94) bei einem nächtlichen Schienenverkehrslärm-bedingten Innenraumpegel ≥60 dB.

Beim Vergleich der vorgenannten Prozentangaben für die Risikoerhöhung pro 10 dB ist zu berücksichtigen, dass der Abstand zwischen höchster und niedrigster Pegelstufe bei den Innenraumpegeln größer ist als bei den Außenpegeln, so dass ausgehend von einer linearen Expositions-Risiko-Beziehung die gleiche prozentuale Risikoerhöhung pro 10 dB ein größeres Risiko bei höchster Innenraumpegel-Kategorie als bei größter Außenpegel-Kategorie bedeutet.

Insgesamt sprechen die vergleichsweise hohen Risikoschätzer einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit für Verkehrslärm-bedingte Innenpegel (deutlich höher als bei den entsprechenden Außenpegeln) grundsätzlich für einen ursächlichen Zusammenhang zwischen Verkehrslärm und Herzinsuffizienz oder hypertensive Herzkrankheit. Denn aufgrund individueller Wohngegebenheiten (z. B. Ausrichtung des Schlafzimmers) und „Wohngewohnheiten“ (z. B. nächtliche Fensterstellung) sind die Außenpegel nicht ohne weiteres mit der tatsächlichen Lärmexposition „am Ohr des Schläfers“ 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).

4.4.2 Verkehrslärm und Brustkrebs

In unserer Fallkontrollstudie findet sich ein Zusammenhang zwischen (insbesondere) nächtlichem Fluglärm und der Diagnose einer Brustkrebs-Erkrankung. Dieser Zusammen-

hang basiert zwar auf relativ geringen Fallzahlen, ist aber für den Zeitraum von 23 bis 5 Uhr mit einem Risikoschätzer von 2,94 (95% KI 1,31-6,79) statistisch signifikant. Für Straßenverkehrslärm und Schienenverkehrslärm ist kein Zusammenhang mit dem Brustkrebs-Risiko erkennbar. Lediglich im „Hochdosisbereich“ des Schienenverkehrslärms (ab 65 dB) finden sich statistisch nicht signifikante Risikoerhöhungen.

4.4.3 Verkehrslärm und Depressionen

In unserer Fallkontrollstudie findet sich ein Zusammenhang zwischen allen drei Verkehrslärm-Arten (Fluglärm, Straßenverkehrslärm, Schienenverkehrslärm) und der Diagnose einer depressiven Störung. 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.

Schlussbemerkungen

Insgesamt erlaubt unsere Fallkontrollstudie erstmalig einen unmittelbaren Vergleich der Risikoschätzer für Fluglärm, Straßenverkehrslärm und Schienenverkehrslärm anhand eines sehr großen Versicherten-Datensatzes. Die Sicherung möglichst „inzidenter“ Diagnosen für die Krankheitsgruppen Herzinfarkt, Schlaganfall, Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit, Brustkrebs und depressive Störung wurde mit einem aufwändigen Algorithmus durchgeführt, der stationäre ebenso wie ambulante Diagnosen berücksichtigte.

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 Risikoschätzer für eine Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit 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 Indexadresse von mehr als 5 Jahren. Bei steigenden kumulativen Lärmjahren findet sich ein Anstieg des

Risikos für eine Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit beim Straßenverkehrslärm mit einer statistisch erhöhten Odds Ratio von 1,06 im höchsten Quartil. Für den Fluglärm 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.

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.

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/hypertensiven Herzkrankheit ließen sich unter den Teilnehmer/innen der vertiefenden Befragung die Risikoschätzer der (allein) sekundärdatenbasierten Analyse gut reproduzieren. Eine wesentliche Verzerrung der sekundärdatenbasierten Risikoschätzer für eine Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit durch den Sozialstatus oder durch Lebensstil-bezogene Faktoren konnte auf der Grundlage der vertiefenden Befragung ausgeschlossen werden.

Die Innenraumpegel-bedingten Risikoschätzer für eine Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit 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 oder hypertensiven Herzkrankheit.

Insgesamt leisten die erzielten Erkenntnisse der vertiefenden Befragung einen entscheidenden Beitrag zur Konsolidierung der sekundärdatenbasierten Ergebnisse.

Literatur

Abbas, S., Ihle, P., Köster, I., & Schubert, I. (2012). Estimation of Disease Incidence in Claims Data Dependent on the Length of Follow-Up: A Methodological Approach. *Health services research, 47*(2), 746-755.

Abey-Wickrama, I., a'Brook, M., Gattoni, F., & Herridge, C. (1969). Mental-hospital admissions and aircraft noise. *The Lancet, 294*(7633), 1275-1277.

Akaike, H. (1974). A new look at the statistical model identification. *Automatic Control, IEEE Transactions on, 19*(6), 716-723.

Arbeit, B. f. (1988). *Klassifizierung der Berufe - Systematisches und alphabetisches Verzeichnis der Berufsbenennung*: Bundesagentur für Arbeit.

Aydin, Y., & Kaltenbach, M. (2007). Noise perception, heart rate and blood pressure in relation to aircraft noise in the vicinity of the Frankfurt airport. *Clinical Research in Cardiology, 96*(6), 347-358.

Babisch, W. (2004). Die NaRoMI-Studie. *Auswertung, Bewertung und vertiefende Analysen zum Verkehrslärm. Umweltbundesamt*.

Babisch, W. (2006). Transportation noise and cardiovascular risk: updated review and synthesis of epidemiological studies indicate that the evidence has increased. *Noise Health, 8*(30), 1-29.

Babisch, W. (2008). Road traffic noise and cardiovascular risk. *Noise Health, 10*(38), 27-33.

Babisch, W. (2014). Updated exposure-response relationship between road traffic noise and coronary heart diseases: a meta-analysis. *Noise Health, 16*(68), 1-9. doi: 10.4103/1463-1741.127847

Babisch, W., Beule, B., Schust, M., Kersten, N., & Ising, H. (2005). Traffic noise and risk of myocardial infarction. *Epidemiology, 16*(1), 33-40.

Babisch, W., Ising, H., Elwood, P. C., Sharp, D. S., & Bainton, D. (1993). Traffic noise and cardiovascular risk: the Caerphilly and Speedwell studies, second phase. Risk estimation, prevalence, and incidence of ischemic heart disease. *Arch Environ Health, 48*(6), 406-413.

Babisch, W., Ising, H., & Gallacher, J. E. (2003). Health status as a potential effect modifier of the relation between noise annoyance and incidence of ischaemic heart disease. *Occup Environ Med, 60*(10), 739-745.

Babisch, W., Ising, H., Gallacher, J. E., Sweetnam, P. M., & Elwood, P. C. (1999). Traffic noise and cardiovascular risk: the Caerphilly and Speedwell studies, third phase--10-year follow up. *Arch Environ Health, 54*(3), 210-216. doi: 10.1080/00039899909602261

Babisch, W., Ising, H., Kruppa, B., & Wiens, D. (1994). The incidence of myocardial infarction and its relation to road traffic noise—The Berlin case-control studies. *Environ Int, 20*(4), 469-474.

Babor, T. F., Higgins-Biddle, J. C., Saunders, J. B., & Monteiro, M. G. (2002). *The alcohol use disorders identification test* (2nd ed. ed.). New York: World Health Organization-WHO.

Banerjee, D., Das, P. P., & Foujdar, A. (2014). Association between road traffic noise and prevalence of coronary heart disease. *Environ Monit Assess, 186*(5), 2885-2893.

Beelen, R., Hoek, G., Houthuijs, D., van den Brandt, P. A., Goldbohm, R. A., Fischer, P., et al. (2009). The joint association of air pollution and noise from road traffic with cardiovascular mortality in a cohort study. *Occup Environ Med, 66*(4), 243-250.

Bocquier, A., Cortaredona, S., Boutin, C., David, A., Bigot, A., Sciortino, V., et al. (2014). Is exposure to night-time traffic noise a risk factor for purchase of anxiolytic–hypnotic medication? A cohort study. *The European Journal of Public Health, 24*(2), 298-303.

Cairns, K. E., Yap, M. B. H., Pilkington, P. D., & Jorm, A. F. (2014). Risk and protective factors for depression that adolescents can modify: A systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *Journal of affective disorders, 169*, 61-75.
Correia, A. W., Peters, J. L., Levy, J. I., Melly, S., & Dominici, F. (2013). Residential exposure to aircraft noise and hospital admissions for cardiovascular diseases: multi-airport retrospective study. *BMJ, 347*, f5561. doi: 10.1136/bmj.f5561
Daniel, E. (2007). Noise and hearing loss: a review. *Journal of School Health, 77*(5), 225-231.
Davies, H., & Kamp, I. (2012). Noise and cardiovascular disease: A review of the literature 2008-2011. *Noise and Health, 14*(61), 287.
Davies, H. W., Teschke, K., Kennedy, S. M., Hodgson, M. R., & Demers, P. A. (2009). A retrospective assessment of occupational noise exposures for a longitudinal epidemiological study. *Occup Environ Med, 66*(6), 388-394.
de Kluizenaar, Y., van Lenthe, F. J., Visschedijk, A., Zandveld, P., Miedema, H., & Mackenbach, J. P. (2013). Road traffic noise, air pollution components and cardiovascular events. *Noise and Health, 15*(67), 388.
de Wit, L., Luppino, F., van Straten, A., Penninx, B., Zitman, F., & Cuijpers, P. (2010). Depression and obesity: a meta-analysis of community-based studies. *Psychiatry research, 178*(2), 230-235.
DGPPN, B., KBV, A., & AkdÄ, B. (2012). S3-Leitlinie/Nationale Versorgungs-Leitlinie Unipolare Depression–Langfassung; 2012.
Dragano, N. (2007). *Arbeit, Stress und Krankheitsbedingte Frührenten: Zusammenhänge aus theore-tischer und empirischer Sicht*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
Dratva, J., Phuleria, H. C., Foraster, M., Gaspoz, J.-M., Keidel, D., Künzli, N., et al. (2012). Transportation noise and blood pressure in a population-based sample of adults. *Environ Health Perspect, 120*(1), 50.
Eriksson, C., Nilsson, M. E., Willers, S. M., Gidhagen, L., Bellander, T., & Pershagen, G. (2012). Traffic noise and cardiovascular health in Sweden: the roadside study. *Noise and Health, 14*(59), 140-147.
Floud, S., Blangiardo, M., Clark, C., de Hoogh, K., Babisch, W., Houthuijs, D., et al. (2013). Exposure to aircraft and road traffic noise and associations with heart disease and stroke in six European countries: a cross-sectional study. *Environ Health, 12*, 89. doi: 10.1186/1476-069x-12-89
Floud, S., Vigna-Taglianti, F., Hansell, A., Blangiardo, M., Houthuijs, D., Breugelmans, O., et al. (2011). Medication use in relation to noise from aircraft and road traffic in six European countries: results of the HYENA study. *Occup Environ Med, 68*(7), 518-524. doi: 10.1136/oem.2010.058586
Fries, R., & Böhm, M. (2003). Kardiologie 2001/2002–Teil I Vom Risikofaktor zur symptomatischen koronaren Herzkrankheit. *Medizinische Klinik, 98*(4), 218-225.
Gan, W. Q., Davies, H. W., Koehoorn, M., & Brauer, M. (2012). Association of long-term exposure to community noise and traffic-related air pollution with coronary heart disease mortality. *Am J Epidemiol, 175*(9), 898-906.
Gaudet, M. M., Gapstur, S. M., Sun, J., Diver, W. R., Hannan, L. M., & Thun, M. J. (2013). Active smoking and breast cancer risk: original cohort data and meta-analysis. *Journal of the National Cancer Institute*, djt023.
Geis, A. (2011). *Handbuch für die Berufsvercodung*. Mannheim: GESIS SDM (Survey Design and Methodology).
Girard, S.-A., Leroux, T., Courteau, M., Picard, M., Turcotte, F., & Richer, O. (2014). Occupational noise exposure and noise-induced hearing loss are associated with work-related injuries leading to admission to hospital. *Injury Prevention*, injuryprev-2013-040828.

Gothe, H., & Köster, A.-D. (2014). Daten der Privaten Krankenversicherung. In E. Swart, P. Ihle, H. Gothe & D. Matusiewicz (Eds.), *Routinedaten im Gesundheitswesen*. Bern: Hans Huber Verlag.
Greiser, C., & Greiser, E. (2010a). *Risikofaktor nächtlicher Fluglärm: Abschlussbericht über eine Fall-Kontroll-Studie zu kardiovaskulären und psychischen Erkrankungen im Umfeld des Flughafens Köln-Bonn*. : Umweltbundesamt.
Greiser, C., & Greiser, E. (2010b). *Risikofaktor nächtlicher Fluglärm: Abschlussbericht über eine Fall-Kontroll-Studie zu kardiovaskulären und psychischen Erkrankungen im Umfeld des Flughafens Köln-Bonn. Anlagenband*: Umweltbundesamt.
Greiser, E. (2014). [Health Risk Railroad Noise - Prognosis of Potential Health Risks Subsequent to Night-time Exposure to Railroad Noise in the German Part of the Transversal Rotterdam Genova]. *Gesundheitswesen, 76*(12), 862-864. doi: 10.1055/s-0034-1395639
Greiser, E., & Greiser, C. (2014). Umgebungslärm und Gesundheit am Beispiel Bremen.
Greiser, E., Greiser, C., & Janhsen, K. (2007). Night-time aircraft noise increases prevalence of prescriptions of antihypertensive and cardiovascular drugs irrespective of social class—the Cologne-Bonn Airport study. *Journal of Public Health, 15*(5), 327-337.
Grobe, T. G., & Dräther, H. (2014). Ambulante ärztliche Versorgung. In E. Swart, P. Ihle, H. Gothe & D. Matusiewicz (Eds.), *Routinedaten im Gesundheitswesen: Handbuch Sekundärdatenanalyse: Grundlagen, Methoden und Perspektiven* (2nd ed ed., pp. 43-62). Bern: Hans Huber Verlag.
Grobe, T. G., Nimptsch, U., & Friedrich, J. (2014). *Krankenhausbehandlung* (E. Swart, P. Ihle, H. Gothe & D. Matusiewicz Eds. 2nd ed ed.). Bern: Hans Huber Verlag.
Halpern, D. (2014). *Mental health and the built environment: more than bricks and mortar?* : Routledge.
Hansell, A., & Laszlo, H. E. (2013). Review of evidence of noise related health effects (WP 2). In J. Lekaviciute, S. Kephalopoulos, S. Stansfeld & C. Clark (Eds.), *Final Report of the ENNAH (European Network on Noise and Health) project*. Luxembourg: Institute for Health and Consumer Protection.
Hansell, A. L., Blangiardo, M., Fortunato, L., Floud, S., de Hoogh, K., Fecht, D., et al. (2013). Aircraft noise and cardiovascular disease near Heathrow airport in London: small area study. *BMJ, 347*, f5432. doi: 10.1136/bmj.f5432
Haralabidis, A. S., Dimakopoulou, K., Velonaki, V., Barbaglia, G., Mussin, M., Giampaolo, M., et al. (2011). Can exposure to noise affect the 24 h blood pressure profile? Results from the HYENA study. *J Epidemiol Community Health, 65*(6), 535-541. doi: 10.1136/jech.2009.102954
Hayes, J., Richardson, A., & Frampton, C. (2013). Population attributable risks for modifiable lifestyle factors and breast cancer in New Zealand women. *Internal medicine journal, 43*(11), 1198-1204.
Hiramatsu, K., Yamamoto, T., Taira, K., Ito, A., & Nakasone, T. (1997). A survey on health effects due to aircraft noise on residents living around Kadena air base in the Ryukyus. *Journal of sound and vibration, 205*(4), 451-460.
Hoffmann, B., Robra, B.-P., & Swart, E. (2003). Soziale Ungleichheit und Strassenlärm im Wohnumfeld: eine Auswertung des Bundesgesundheitssurveys. *Das Gesundheitswesen, 65*(6), 393-401.
Huss, A., Spoerri, A., Egger, M., & Röösli, M. (2010). Aircraft noise, air pollution, and mortality from myocardial infarction. *Epidemiology, 21*(6), 829-836. doi: 10.1097/EDE.0b013e3181f4e634
IARC. (2010). *IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Painting, Firefighting, and Shiftwork* (Vol. 98). Lyon, France: World Health Organization, International Agency for Research on Cancer.
Ide, C. (2007). Hearing loss, accidents, near misses and job losses in firefighters. *Occupational medicine, 57*(3), 203-209.

Ijaz, S., Verbeek, J., Seidler, A., Lindbohm, M.-L., Ojajärvi, A., Orsini, N., et al. (2013). Night-shift work and breast cancer—a systematic review and meta-analysis. *Scand J Work Environ Health, 39*(5), 431-447.
Ising, H., Babisch, W., Kruppa, B., Lindthammer, A., & Wiens, D. (1997). Subjective work noise: a major risk factor in myocardial infarction. *Soz Praventivmed, 42*(4), 216-222.
Jarup, L., Babisch, W., Houthuijs, D., Pershagen, G., Katsouyanni, K., Cadum, E., et al. (2008). Hypertension and exposure to noise near airports: the HYENA study. *Environ Health Perspect, 116*(3), 329-333. doi: 10.1289/ehp.10775
Jenkins, L., Tarnopolsky, A., & Hand, D. (1981). Psychiatric admissions and aircraft noise from London Airport: four-year, three-hospitals' study. *Psychol Med, 11*(04), 765-782.
Kling, R. N., Demers, P. A., Alamgir, H., & Davies, H. W. (2012). Noise exposure and serious injury to active sawmill workers in British Columbia. *Occup Environ Med, 69*(3), 211-216.
Kraus, U., Schneider, A., Breitner, S., Hampel, R., Rückerl, R., Pitz, M., et al. (2013). Individual daytime noise exposure during routine activities and heart rate variability in adults: a repeated measures study. *Environ Health Perspect, 121*(5), 607.
Latza, U., Hoffmann, W., Terschüren, C., Chang-Claude, J., Kreuzer, M., Schaffrath Rosario, A., et al. (2004). *Erhebung, Quantifizierung und Analyse der Rauchexposition in epidemiologischen Studien*: Robert-Koch-Inst.
Lee, Y.-H., Shin, M.-H., Kweon, S.-S., Choi, J.-S., Rhee, J.-A., Ahn, H.-R., et al. (2011). Cumulative smoking exposure, duration of smoking cessation, and peripheral arterial disease in middle-aged and older Korean men. *BMC public health, 11*(1), 94.
Löwel, H. (2006). Themenheft 33" Koronare Herzkrankheit und akuter Myokardinfarkt".
Luppino, F. S., de Wit, L. M., Bouvy, P. F., Stijnen, T., Cuijpers, P., Penninx, B. W., & Zitman, F. G. (2010). Overweight, obesity, and depression: a systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *Archives of general psychiatry, 67*(3), 220-229.
Maschke, C. (2011). Cardiovascular effects of environmental noise: research in Germany. *Noise Health, 13*(52), 205-211. doi: 10.4103/1463-1741.80150
McEwen, B. S. (2007). Physiology and neurobiology of stress and adaptation: central role of the brain. *Physiological reviews, 87*(3), 873-904.
Meecham, W., & Smith, H. (1977). Effects of jet aircraft noise on mental hospital admissions. *British Journal of Audiology, 11*(3), 81-85.
Münzel, T., Gori, T., Babisch, W., & Basner, M. (2014). Cardiovascular effects of environmental noise exposure. *Eur Heart J, 35*(13), 829-836. doi: 10.1093/eurheartj/ehu030
Nelson, D. I., Nelson, R. Y., Concha-Barrientos, M., & Fingerhut, M. (2005). The global burden of occupational noise-induced hearing loss. *Am J Ind Med, 48*(6), 446-458.
Niemann, H., Hoebel, J., Hammersen, F., & Laußmann, D. (2014). Noise annoyance–Results of the GEDA study 2012.
Ramroth, H., Dietz, A., & Becher, A. (2006). Rauchen und Alkohol sind Hauptrisikofaktoren für Kehlkopfkrebs. *Ergebnisse einer deutschen Fall-Kontroll-Studie im europäischen Vergleich. Dt. Ärzteblatt, 103*(16), 1078-1083.
Röösli, M. (2013). [Health effects of environmental noise exposure]. *Ther Umsch, 70*(12), 720-724. doi: 10.1024/0040-5930/a000470
Schmitt, J., & Ford, D. (2010). Psoriasis is independently associated with psychiatric morbidity and adverse cardiovascular risk factors, but not with cardiovascular events in a population-based sample. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology, 24*(8), 885-892.

Schreckenberg, D., Eikmann, T., Herr, C., zur Nieden, A., & Heudorf, U. (2009). *Fluglärm und Gesundheit in der Rhein-Main Region 2005: Ergänzende Auswertung der RDF-Belästigungsstudie um die Fragen zur Gesundheit*. Frankfurt am Main: Amt für Gesundheit.

Schubert, I., Ihle, P., & Köster, I. (2010). Interne Validierung von Diagnosen in GKV-Routinedaten: Konzeption mit Beispielen und Falldefinition. *Das Gesundheitswesen, 72*(06), 316-322.

Seidler, A., Weihofen, V. M., Wagner, M., Swart, E., Hegewald, J., Euler, U., et al. (2013). Systematic review: environmental aircraft noise and non-auditory health complaints and diseases *PROSPERO International prospective register of systematic reviews*: University of York, Centre for Reviews and Dissemination.

Seidman, M. D., & Standring, R. T. (2010). Noise and quality of life. *Int J Environ Res Public Health, 7*(10), 3730-3738.

Selander, J., Nilsson, M. E., Bluhm, G., Rosenlund, M., Lindqvist, M., Nise, G., & Pershagen, G. (2009). Long-term exposure to road traffic noise and myocardial infarction. *Epidemiology, 20*(2), 272-279.

Shrier, I., & Platt, R. W. (2008). Reducing bias through directed acyclic graphs. *BMC medical research methodology, 8*(1), 70.

Siegrist, J., Wege, N., Pühlhofer, F., & Wahrendorf, M. (2009). A short generic measure of work stress in the era of globalization: effort–reward imbalance. *Int Arch Occup Environ Health, 82*(8), 1005-1013.

Sørensen, M., Andersen, Z. J., Nordsborg, R. B., Jensen, S. S., Lillelund, K. G., Beelen, R., et al. (2012). Road traffic noise and incident myocardial infarction: a prospective cohort study. *PLoS One, 7*(6), e39283.

Sørensen, M., Hvidberg, M., Andersen, Z. J., Nordsborg, R. B., Lillelund, K. G., Jakobsen, J., et al. (2011). Road traffic noise and stroke: a prospective cohort study. *Eur Heart J, 32*(6), 737-744.

Sørensen, M., Ketzel, M., Overvad, K., Tjønneland, A., & Raaschou-Nielsen, O. (2014). Exposure to road traffic and railway noise and postmenopausal breast cancer: A cohort study. *International Journal of Cancer, 134*(11), 2691-2698.

Stansfeld, S., Gallacher, J., Babisch, W., & Shipley, M. (1996). Road traffic noise and psychiatric disorder: prospective findings from the Caerphilly Study. *BMJ, 313*(7052), 266-267.

Stansfeld, S. A., & Matheson, M. P. (2003). Noise pollution: non-auditory effects on health. *British Medical Bulletin, 68*(1), 243-257.

Stegmann, M. (2005). Vergleichbarkeit der Berufsklassifikationen öffentlicher Datenproduzenten und die Transformation in prominente sozialwissenschaftliche Klassifikationen und Skalen. *Forschungsrelevante Daten der Rentenversicherung. Bericht vom zweiten Workshop des Forschungsdatenzentrums der Rentenversicherung (FDZ-RV) vom 27. bis 29. Juni 2005 in Würzburg* (Vol. DRV-Schriften Band 55/2005, pp. 114-153). Würzburg: Deutsche Rentenversicherung.

Straif, K., Baan, R., Grosse, Y., Secretan, B., El Ghissassi, F., Bouvard, V., et al. (2007). Carcinogenicity of shift-work, painting, and fire-fighting. *The lancet oncology, 8*(12), 1065-1066.

Streppel, M., Walger, M., von Wedel, H., & Gaber, E. (2006). Themenheft 29" Hörstörungen und Tinnitus".

Swart, E., Gothe, H., Geyer, S., Jaunzeme, J., Maier, B., Grobe, T., & Ihle, P. (2015). Gute Praxis Sekundärdatenanalyse (GPS): Leitlinien und Empfehlungen. *Das Gesundheitswesen, 77*(02), 120-126.

Swart, E., Ihle, P., Gothe, H., & Matusiewicz, D. (2014). *Routinedaten im Gesundheitswesen: Handbuch Sekundärdatenanalyse: Grundlagen, Methoden und Perspektiven* (2nd ed ed.). Bern: Hans Huber Verlag.

Tarnopolsky, A., Morton-Williams, J., & Barker, S. M. (1980). *Aircraft noise and prevalence of psychiatric disorders: Research report*. . London: Social & Community Planning Research.

Tobías, A., Recio, A., Diaz, J., & Linares, C. (2015). Noise levels and cardiovascular mortality: a case-crossover analysis. *Eur J Prev Cardiol, 22*(4), 496-502.

Van Hee, V. C., Adar, S. D., Szpiro, A. A., Barr, R. G., Bluemke, D. A., Diez Roux, A. V., et al. (2009). Exposure to traffic and left ventricular mass and function: the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *American journal of respiratory and critical care medicine, 179*(9), 827-834.

van Kempen, E., & Babisch, W. (2012). The quantitative relationship between road traffic noise and hypertension: a meta-analysis. *J Hypertens, 30*(6), 1075-1086. doi: 10.1097/HJH.0b013e328352ac54

Vienneau, D., Schindler, C., Perez, L., Probst-Hensch, N., & Röösli, M. (2015). The relationship between transportation noise exposure and ischemic heart disease: A meta-analysis. *Environ Res, 138*, 372-380.

WHO. (2011). *Burden of disease from environmental noise: quantification of healthy life years lost in Europe*. Bonn: WHO: European Centre for Environment and Health.

WIdO, AOK-Bundesverband, Feisa, & Helios-Kliniken. (2007). *Qualitätssicherung dre stationären Versorgung mit Routinedaten (QSR) - Abschlussbericht*. Berlin: WIdO.

Willich, S. N., Wegscheider, K., Stallmann, M., & Keil, T. (2006). Noise burden and the risk of myocardial infarction. *Eur Heart J, 27*(3), 276-282.

Winkler, J., & Stolzenberg, H. (1999). Weitere Themen-Der Sozialschichtindex im Bundes-Gesundheitssurvey. *Gesundheitswesen, 61*(2), S178.

Winkler, J., & Stolzenberg, H. (2009). *Adjustierung des Sozialen-Schicht-Index für die Anwendung im Kinder- und Jugendgesundheitssurvey (KiGGS) 2003/2006* (Vol. Heft 07/2009). Wismar: Hochschule Wismar.

Yoshida, T., Osada, Y., Kawaguchi, T., Hoshiyama, Y., Yoshida, K., & Yamamoto, K. (1997). Effects of road traffic noise on inhabitants of Tokyo. *Journal of sound and vibration, 205*(4), 517-522.

Danksagung

Wir bedanken uns herzlich bei Frau Dr. Eva Haufe und Herrn Prof. Dr. Jochen Schmitt, MPH für die Mitwirkung bei der Erstellung des Studienkonzepts sowie allen Mitarbeitern aus Gießen, die an der vertiefenden Befragung beteiligt waren.

Unser ganz besonderer Dank gilt Herrn Peter Ihle von der PMV-Forschungsgruppe und Frau Ursel Prote vom BIPS sowie den teilnehmenden Krankenkassen.

Dem wissenschaftlichen Begleitkreis - namentlich für alle Mitglieder sei an dieser Stelle Herr Prof. Dr. Wolfgang Hoffmann, MPH, genannt - möchten wir ganz herzlich für die engagierte und konstruktive Unterstützung danken.

Abkürzungsverzeichnis

Formelzeichen und Abkürzungen	Einheit	Bedeutung
%		Prozent
AIC		Akaike Informationskriterium
ATC-Code		Anatomisch-Therapeutisch-Chemische Klassifikation
AZ		Aktenzeichen
BBSR		Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BIPS		Leibniz-Institut für Präventionsforschung und Epidemiologie
BMI		Body-Mass-Index
BVA		Bundesversicherungsamt
bzw.		beziehungsweise
dB		Dezibel
DB		Datenbank
d.h.		das heißt
EVE		Einverständniserklärung
FB		Fragebogen
g		Gesicherte Diagnose
GEP		Gute Epidemiologische Praxis
GKV		Gesetzliche Krankenversicherung
GPS		Gute Praxis Sekundärdatenanalyse
h		Stunde
IBM		International Business Maschine Cooperation
ICD		International Classification of Diseases
ID-1		nichtsprechende Identifikationsnummer
ID-KK		Krankenkassen-identifizierende Identifikationsnummer
i.d.R.		in der Regel
IGMR		Institut für Informations-, Gesundheits- und Medizinrecht
INKAR		Indikatoren und Karten zur Raum- und Stadtentwicklung in Deutschland und in Europa
inkl.		inklusive
IPAS		Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin
JLU		Justus-Liebig-Universität
KHK		Koronare Herzkrankheit
KldB 1988		Klassifikation der Berufe aus dem Jahr1988
KVNR		Krankenversicherungsnummer
L_0		Berechneter Außenpegel vor dem Fenster des Schlafzimmers
L_m		Berechneter Außenpegel an der „lautesten“ Fassade
ΔL_f	dB	Differenz zwischen Außen- und Innenpegel gebildet aus den Angaben zur Fensterstellung in den 6 verkehrsreichsten Monaten
ΔL_Z	dB	Pegelkorrektur zur Berücksichtigung der Ausrichtung des Schlafzimmers zur Lärmquelle (Straße/Schiene)
L_{DN}	dB	Gewichteter 24h-Pegel: nach gesetzliche Nacht 10dB
L_{DEN}	dB	Gewichteter 24h-Pegel nach EU-Abend 5 dB und EU-Nach 10 dB
$L_{pAeq,\ 24h}$	dB	Ungewichteter 24h-Dauerschallpegel
$L_{pAeq,\ Nacht1}$	dB	Gesetzliche Nacht (22-06 Uhr)
$L_{pAeq,\ Tag1}$	dB	Dauerschallpegel zwischen 06-22 Uhr
$L_{pAeq,\ Nacht2}$	dB	Zeitraum von 23-05 Uhr
$L_{pAeq,\ Tag2}$	dB	Dauerschallpegel zwischen 05-23 Uhr
$L_{pAeq,\ Nacht3}$	dB	EU-Nacht (23-07 Uhr)

$L_{pAeq,\ Tag3}$	dB	Dauerschallpegel zwischen 07-23 Uhr
$\overline{L_{pAmax}}$	dB	Mittlerer Maximalpegel
LfdNr		Laufende Nummer
MOPA		Möhler + Partner Ingenieure AG
NAT	dB	*number above threshold* – Überschreitungshäufigkeit eines Pegels
NAT6	dB	Maximalpegel der während der Nacht (von 22:00 bis 6:00 Uhr) bzw. während 24 Stunden sechsmal ohne obere Begrenzung überschritten wird
NORAH		Noise-Related Annoyance, Cognition, and Health
NORAH-ID		Krankenkassenspezifische, pseudonymisierte Identifikationsnummer der Versicherten
o.g.		oben genannt
OPS		Operationen- und Prozedurenschlüssel
OR		Odds Ratio
PLZ		Postleitzahl
PKV		Private Krankenversicherung
PZN		Pharmazentralnummer
RR		Relatives Risiko
RV		Rentenversicherung
SAP		Statistischer Analyseplan
SGB		Sozialgesetzbuch
SGB II-Quote		Anteil der Empfänger/-innen von Grundsicherung für Arbeitsuchende nach dem Zweiten Buch Sozialgesetzbuch (SGB II) an der jeweiligen Bevölkerungsgruppe
STATA		Statistics and Data
SQL		Structured Query Language
TU Dresden		Technische Universität Dresden
u. ä.		und ähnliche
VDI		Verein Deutscher Ingenieure
vgl.		Vergleich
WBQ		Wissenschaftlicher Begleitkreis für Qualitätssicherung

Anhang

Anhang 01: Fragebogen für die vertiefende Befragung

Lärmwirkungsstudie NORAH - Noise-Related Annoyance, Cognition and Health Study

0 Verwaltungsdaten *(Achtung: die Verwaltungsdaten werden von Ihrem Studienteam ausgefüllt!)*

0.1 **NORAH-ID:** <<NORAH-ID>>

0.2 **Dateneingabe erfolgt?** ☐ ja ☐ nein

0.3 **Anmerkungen:** ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐

Zunächst einige Fragen zu Ihrer Person:

1 **Angaben zum Geschlecht:** ☐ männlich ☐ weiblich

2 **Geburtsjahr:** 1 9 ☐☐

3 **Welchen höchsten allgemeinbildenden Schulabschluss haben Sie?** *(Wenn Sie mehrere Abschlüsse haben, nennen Sie bitte nur den höchsten.)*

- ☐ Hauptschulabschluss/Volksschulabschluss
- ☐ Polytechnische Oberschule DDR mit Abschluss der 8. oder 9. Klasse
- ☐ Polytechnische Oberschule DDR mit Abschluss der 10. Klasse
- ☐ Abitur, allgemeine oder fachgebundene Hochschulreife (Gymnasium bzw. Erweiterte Oberschule (EOS), auch EOS mit Lehre)
- ☐ anderen Schulabschluss (z.B. im Ausland)
- ☐ Realschulabschluss (Mittlere Reife)
- ☐ Fachhochschulreife, Abschluss Fachoberschule
- ☐ Schule beendet ohne Abschluss
- ☐ noch keinen Schulabschluss
- ☐ ich weiß es nicht

Wenn ja, welchen?

☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐

4 **Welche beruflichen Ausbildungsabschlüsse haben Sie? Was alles auf dieser Liste trifft auf Sie zu?** *(Mehrfachnennungen möglich)*

- ☐ Noch in beruflicher Ausbildung (Berufsvorbereitungsjahr, Auszubildende(r), Praktikant/-in, Student/-in)
- ☐ keinen beruflichen Abschluss und bin nicht in beruflicher Ausbildung
- ☐ Beruflich-schulische Ausbildung (Berufsfachschule, Handelsschule, Vorbereitungsdienst für den mittleren Dienst in der öffentlichen Verwaltung) abgeschlossen
- ☐ Ausbildung an einer Fach-, Meister-, Technikerschule, Berufs- oder Fachakademie abgeschlossen
- ☐ Fachhochschulabschluss (z.B. Diplom, Master)
- ☐ einen anderen Abschluss
- ☐ Schüler/-in und besuche eine berufsorientierte Aufbau-, Fachschule o.Ä.
- ☐ Beruflich-betriebliche Berufsausbildung (Lehre) abgeschlossen
- ☐ Ausbildung an einer Fachschule der DDR abgeschlossen
- ☐ Bachelor an (Fach-)Hochschule abgeschlossen
- ☐ Universitätsabschluss (z.B. Diplom, Magister, Staatsexamen, Master)
- ☐ Promotion

Wenn ja, welchen?

☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐

5 **Schwerhörigkeit:**

5.1 **Wurde jemals von einem Arzt/ einer Ärztin bei Ihnen die Diagnose Schwerhörigkeit gestellt?**

☐ nein ☐ ja

5.2 **Wenn ja, in welchem Jahr war das etwa?** ☐☐☐☐ (Jahr)

5.3 **Tragen Sie Hörgeräte?** ☐ nein ☐ ja, auf beiden Ohren ☐ ja, nur auf einem Ohr (☐ rechts ☐ links)

6 Aktivrauchen:

6.1a Haben Sie in Ihrem Leben über einen Zeitraum von mehr als 6 Monaten regelmäßig geraucht?

Unter regelmäßig verstehen wir:
1 Zigarette pro Tag oder mindestens 5 Zigaretten pro Woche oder mindestens 1 Packung Zigaretten pro Monat oder
1 Zigarillo pro Tag oder mindestens 5 pro Woche oder
2 Zigarren pro Woche oder
2 Pfeifen pro Woche
(Wenn zumindest eines zutrifft, dann bitte Ja ankreuzen!)

☐ ja ☐ nein

6.1b Wenn ja, wann haben Sie angefangen zu rauchen?

Im Alter von ☐☐ Jahren bzw. im Jahr ☐☐☐☐

6.2a Rauchen Sie zurzeit - wenn auch nur gelegentlich?

☐ ja ☐ nein

6.2b Wie viel rauchen Sie derzeit gewöhnlich? *(Bitte geben Sie die Anzahl pro Tag oder Gramm pro Woche an! Wenn Sie gelegentlich Zigaretten rauchen, geben Sie bitte die Anzahl pro Woche an!)*

Filterlose Zigaretten (fabrikfertig):
☐☐☐☐ Anzahl pro Tag ☐☐☐☐ Anzahl pro Woche

Filterzigaretten (fabrikfertig):
☐☐☐☐ Anzahl pro Tag ☐☐☐☐ Anzahl pro Woche

Zigaretten, Zigarillos, Stumpen:
☐☐☐☐ Anzahl pro Tag ☐☐☐☐ Anzahl pro Woche

Selbstgedrehte Zigaretten:
☐☐☐☐ Gramm pro Woche ☐☐☐☐ Anzahl pro Tag

Pfeifen:
☐☐☐☐ Gramm pro Woche ☐☐☐☐ Anzahl pro Tag

6.2c Wann haben Sie aufgehört zu rauchen?

Im Alter von ☐☐ Jahren bzw. im Jahr ☐☐☐☐

6.2d Wie viel haben Sie früher geraucht? *(Bitte geben Sie die Anzahl pro Tag oder Gramm pro Woche an! Wenn Sie gelegentlich Zigaretten rauchen, geben Sie bitte die Anzahl pro Woche an!)*

Filterlose Zigaretten (fabrikfertig):
☐☐☐☐ Anzahl pro Tag ☐☐☐☐ Anzahl pro Woche

Filterzigaretten (fabrikfertig):
☐☐☐☐ Anzahl pro Tag ☐☐☐☐ Anzahl pro Woche

Zigaretten, Zigarillos, Stumpen:
☐☐☐☐ Anzahl pro Tag ☐☐☐☐ Anzahl pro Woche

Selbstgedrehte Zigaretten:
☐☐☐☐ Gramm pro Woche ☐☐☐☐ Anzahl pro Tag

Pfeifen:
☐☐☐☐ Gramm pro Woche ☐☐☐☐ Anzahl pro Tag

Lärmwirkungsstudie NORAH - Noise-Related Annoyance, Cognition and Health Study

Die folgenden Fragen beziehen sich auf Ihre Wohnsituation in den zurückliegenden 20 Jahren. Bitte füllen Sie für jede Wohnadresse der vergangenen 20 Jahre einen Block aus. Wenn Sie insgesamt mehr als 5 Wohnadressen in den letzten 20 Jahren hatten (Blöcke 7-11), geben Sie bitte Ihre aktuelle Wohnadresse an (Block 7) und anschließend nur die vorherigen 4 Wohnadressen, an denen Sie mehr als ein Jahr gewohnt haben (Blöcke 8-11).

7 Aktuelle Wohnsituation:

7.1 Seit wann wohnen Sie in der aktuellen Wohnadresse? ☐☐☐☐ (Jahr)

7.1a Straße: ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐

7.1b Hausnummer: ☐☐☐ ☐ (a-z) | 7.1c Stockwerk: ☐☐ | 7.1d Postleitzahl: ☐☐☐☐☐

7.1e Ort: ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐

7.2 **Wie ist die Ausrichtung Ihres Schlafzimmers zur Hauptstraße in Ihrem Wohngebiet?** Ihr Schlafzimmer ist ...

☐ von der Straße abgewandt (z.B. Innenhof) ☐ der Straße zugewandt

☐ seitlich zur Straße (z.B. 90°) ausgerichtet ☐ der Abstand zur Straße beträgt mehr als 100m

7.3 **Befindet sich Ihr(e) Wohnung/Wohnhaus in der Nähe einer Bahnstrecke*?**

☐ nein ☐ ja, und zwar in der Entfernung von ☐☐☐☐ Metern

**nur Eisenbahn-, S-Bahn- und U-Bahnverkehr, keine Straßenbahn*

7.4 **Wenn in Bahnstreckennähe wohnhaft, wie ist Ihr Schlafzimmer zur Bahnstrecke ausgerichtet?**

☐ von der Bahn abgewandt ☐ seitlich zur Bahn (z.B. 90°) ausgerichtet ☐ der Bahn zugewandt

7.5 **Wie ist das bei Ihnen üblicherweise in den warmen Jahreszeiten mit dem Fenster?** *(„warme Jahreszeiten": Frühjahr, Sommer, Herbst)*

	überwiegend geöffnet?	...oder überwiegend gekippt?	...oder überwiegend geschlossen?
Haben Sie die Fenster in Ihren Wohnräumen tagsüber...	☐	☐	☐
Haben Sie die Fenster in Ihren Schlafräumen nachts...	☐	☐	☐

7.6 **Wie ist das bei Ihnen üblicherweise in den kalten Jahreszeiten mit dem Fenster?** *(„kalte Jahreszeit": Winter)*

	überwiegend geöffnet?	...oder überwiegend gekippt?	...oder überwiegend geschlossen?
Haben Sie die Fenster in Ihren Wohnräumen tagsüber...	☐	☐	☐
Haben Sie die Fenster in Ihren Schlafräumen nachts...	☐	☐	☐

7.7 **Wurden an Ihrem Wohngebäude Lärmschutzmaßnahmen durchgeführt, z.B. Schallschutzfenster eingebaut?**

☐ nein ☐ ja, selbst finanziert ☐ ja, fremd finanziert ☐ ich weiß es nicht

☐ ja, durchgeführt, aber unbekannt, von wem finanziert

7.8 Durch welche Lärmquelle sind Sie am meisten belästigt?

☐ fühle mich nicht belästigt ☐ Straßenlärm ☐ Fluglärm ☐ Bahnlärm
☐ Gewerbelärm* ☐ Nachbarschaftslärm ☐ sonstiger Lärm

**als Gewerbelärm bezeichnet man sowohl Lärm von großen Industriebetrieben als auch Lärm von kleineren Betrieben (z.B. Bäckereien, Tischlereien u.a.)*

8 Wohnsituation vor zurzeit aktueller/m Wohnung/Wohnhaus, falls diese nicht mehr als 20 Jahre zurückliegt *(nur ausfüllen, falls Wohnsituation abweichend von 7!)*

8.1 Lag die Wohnung/das Wohnhaus in der Bundesrepublik Deutschland?

☐ nein ☐ ja *(Falls Wohnung/Wohnhaus im Ausland, bitte weiter mit Frage 9)*

8.2 Wohnhaft vom Jahr ☐☐☐☐ bis zum Jahr ☐☐☐☐

8.2a Straße: ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐

8.2b Hausnummer: ☐☐☐ ☐ (a-z) | 8.2c Stockwerk: ☐☐ | 8.2d Postleitzahl: ☐☐☐☐

8.2e Ort: ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐

8.3 Wie war die Ausrichtung Ihres Schlafzimmers zur Hauptstraße in Ihrem Wohngebiet?
Ihr Schlafzimmer war ...

☐ von der Straße abgewandt (z.B. Innenhof) ☐ der Straße zugewandt
☐ seitlich zur Straße (z.B. 90°) ausgerichtet ☐ der Abstand zur Straße betrug mehr als 100m

8.4 Befand sich Ihr(e) Wohnung/Wohnhaus in der Nähe einer Bahnstrecke*?

☐ nein ☐ ja, und zwar in der Entfernung von ☐☐☐☐ Metern

**nur Eisenbahn-, S-Bahn- und U-Bahnverkehr, keine Straßenbahn*

8.5 Wenn in Bahnstreckennähe wohnhaft, wie war Ihr Schlafzimmer zur Bahnstrecke ausgerichtet?

☐ von der Bahn abgewandt ☐ seitlich zur Bahn (z.B. 90°) ausgerichtet ☐ der Bahn zugewandt

8.6 Wie war das bei Ihnen üblicherweise in den warmen Jahreszeiten mit dem Fenster? *(„warme Jahreszeiten": Frühjahr, Sommer, Herbst)*

	überwiegend geöffnet?	...oder überwiegend gekippt?	...oder überwiegend geschlossen?
Hatten Sie die Fenster in Ihren Wohnräumen tagsüber...	☐	☐	☐
Hatten Sie die Fenster in Ihren Schlafräumen nachts...	☐	☐	☐

8.7 Wie war das bei Ihnen üblicherweise in den kalten Jahreszeiten mit dem Fenster? *(„kalte Jahreszeit": Winter)*

	überwiegend geöffnet?	...oder überwiegend gekippt?	...oder überwiegend geschlossen?
Hatten Sie die Fenster in Ihren Wohnräumen tagsüber...	☐	☐	☐
Hatten Sie die Fenster in Ihren Schlafräumen nachts...	☐	☐	☐

8.8 Wurden an Ihrem Wohngebäude Lärmschutzmaßnahmen durchgeführt, z.B. Schallschutzfenster eingebaut?

☐ nein ☐ ja, selbst finanziert ☐ ja, fremd finanziert ☐ ich weiß es nicht
☐ ja, durchgeführt, aber unbekannt, von wem finanziert

8.9 Durch welche Lärmquelle wurden Sie am meisten belästigt?

☐ fühlte mich nicht belästigt ☐ Straßenlärm ☐ Fluglärm ☐ Bahnlärm
☐ Gewerbelärm* ☐ Nachbarschaftslärm ☐ sonstiger Lärm

**als Gewerbelärm bezeichnet man sowohl Lärm von großen Industriebetrieben als auch Lärm von kleineren Betrieben (z.B. Bäckereien, Tischlereien u.a.)*

8.10 Gab es einen besonderen Grund für den Wohnortwechsel?

☐ ja ☐ nein

Wenn ja, was war der Hauptgrund?

☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐

9 Wohnsituation davor, falls diese nicht mehr als 20 Jahre zurückliegt:
(nur ausfüllen, falls Wohnsituation abweichend von 8!)

9.1 Lag die Wohnung/das Wohnhaus in der Bundesrepublik Deutschland?

☐ nein ☐ ja *(Falls Wohnung/Wohnhaus im Ausland, bitte weiter mit Frage 10)*

9.2 Wohnhaft vom Jahr ☐☐☐☐ bis zum Jahr ☐☐☐☐

9.2a Straße: ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐

9.2b Hausnummer: ☐☐☐ ☐ (a-z) | 9.2c Stockwerk: ☐☐ | 9.2d Postleitzahl: ☐☐☐☐☐

9.2e Ort: ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐

9.3 Wie war die Ausrichtung Ihres Schlafzimmers zur Hauptstraße in Ihrem Wohngebiet?
Ihr Schlafzimmer war ...

☐ von der Straße abgewandt (z.B. Innenhof) ☐ der Straße zugewandt
☐ seitlich zur Straße (z.B. 90°) ausgerichtet ☐ der Abstand zur Straße betrug mehr als 100m

9.4 Befand sich Ihr(e) Wohnung/Wohnhaus in der Nähe einer Bahnstrecke*?

☐ nein ☐ ja, und zwar in der Entfernung von ☐☐☐☐ Metern

**nur Eisenbahn-, S-Bahn- und U-Bahnverkehr, keine Straßenbahn.*

9.5 Wenn in Bahnstreckennähe wohnhaft, wie war Ihr Schlafzimmer zur Bahnstrecke ausgerichtet?

☐ von der Bahn abgewandt ☐ seitlich zur Bahn (z.B. 90°) ausgerichtet ☐ der Bahn zugewandt

9.6 Wie war das bei Ihnen üblicherweise in den warmen Jahreszeiten mit dem Fenster? *(„warme Jahreszeiten": Frühjahr, Sommer, Herbst)*

	überwiegend geöffnet?	...oder überwiegend gekippt?	...oder überwiegend geschlossen?
Hatten Sie die Fenster in Ihren Wohnräumen tagsüber...	☐	☐	☐
Hatten Sie die Fenster in Ihren Schlafräumen nachts...	☐	☐	☐

9.7 Wie war das bei Ihnen üblicherweise in den kalten Jahreszeiten mit dem Fenster? *(„kalte Jahreszeit": Winter)*

	überwiegend geöffnet?	...oder überwiegend gekippt?	...oder überwiegend geschlossen?
Hatten Sie die Fenster in Ihren Wohnräumen tagsüber...	☐	☐	☐
Hatten Sie die Fenster in Ihren Schlafräumen nachts...	☐	☐	☐

9.8 Wurden an Ihrem Wohngebäude Lärmschutzmaßnahmen durchgeführt, z.B. Schallschutzfenster eingebaut?

☐ nein ☐ ja, selbst finanziert ☐ ja, fremd finanziert ☐ ich weiß es nicht
☐ ja, durchgeführt, aber unbekannt, von wem finanziert

9.9 Durch welche Lärmquelle wurden Sie am meisten belästigt?

☐ fühlte mich nicht belästigt ☐ Straßenlärm ☐ Fluglärm ☐ Bahnlärm
☐ Gewerbelärm* ☐ Nachbarschaftslärm ☐ sonstiger Lärm

**als Gewerbelärm bezeichnet man sowohl Lärm von großen Industriebetrieben als auch Lärm von kleineren Betrieben (z.B. Bäckereien, Tischlereien u.a.)*

9.10 Gab es einen besonderen Grund für den Wohnortwechsel?

☐ ja ☐ nein

Wenn ja, was war der Hauptgrund?

10 Wohnsituation davor, falls diese nicht mehr als 20 Jahre zurückliegt:
(nur ausfüllen, falls Wohnsituation abweichend von 9!)

10.1 Lag die Wohnung/das Wohnhaus in der Bundesrepublik Deutschland?

☐ nein ☐ ja *(Falls Wohnung/Wohnhaus im Ausland, bitte weiter mit Frage 11)*

10.2 Wohnhaft vom Jahr ____ bis zum Jahr ____

10.2a Straße: ____

10.2b Hausnummer: ____ ☐ (a-z) | 10.2c Stockwerk: ____ | 10.2d Postleitzahl: ____

10.2e Ort: ____

10.3 Wie war die Ausrichtung Ihres Schlafzimmers zur Hauptstraße in Ihrem Wohngebiet?
Ihr Schlafzimmer war...

☐ von der Straße abgewandt (z.B. Innenhof) ☐ der Straße zugewandt
☐ seitlich zur Straße (z.B. 90°) ausgerichtet ☐ der Abstand zur Straße betrug mehr als 100m

10.4 Befand sich Ihr(e) Wohnung/Wohnhaus in der Nähe einer Bahnstrecke*?

☐ nein ☐ ja, und zwar in der Entfernung von ____ Metern

**nur Eisenbahn-, S-Bahn- und U-Bahnverkehr, keine Straßenbahn*

10.5 Wenn in Bahnstreckennähe wohnhaft, wie war Ihr Schlafzimmer zur Bahnstrecke ausgerichtet?

☐ von der Bahn abgewandt ☐ seitlich zur Bahn (z.B. 90°) ausgerichtet ☐ der Bahn zugewandt

10.6 Wie war das bei Ihnen üblicherweise in den warmen Jahreszeiten mit dem Fenster? *(„warme Jahreszeiten": Frühjahr, Sommer, Herbst)*

	überwiegend geöffnet?	...oder überwiegend gekippt?	...oder überwiegend geschlossen?
Hatten Sie die Fenster in Ihren Wohnräumen tagsüber...	☐	☐	☐
Hatten Sie die Fenster in Ihren Schlafräumen nachts...	☐	☐	☐

10.7 Wie war das bei Ihnen üblicherweise in den kalten Jahreszeiten mit dem Fenster? *(„kalte Jahreszeit": Winter)*

	überwiegend geöffnet?	...oder überwiegend gekippt?	...oder überwiegend geschlossen?
Hatten Sie die Fenster in Ihren Wohnräumen tagsüber...	☐	☐	☐
Hatten Sie die Fenster in Ihren Schlafräumen nachts...	☐	☐	☐

10.8 Wurden an Ihrem Wohngebäude Lärmschutzmaßnahmen durchgeführt, z.B. Schallschutzfenster eingebaut?

☐ nein ☐ ja, selbst finanziert ☐ ja, fremd finanziert ☐ ich weiß es nicht
☐ ja, durchgeführt, aber unbekannt, von wem finanziert

10.9 Durch welche Lärmquelle wurden Sie am meisten belästigt?

☐ fühlte mich nicht belästigt ☐ Straßenlärm ☐ Fluglärm ☐ Bahnlärm
☐ Gewerbelärm* ☐ Nachbarschaftslärm ☐ sonstiger Lärm

**als Gewerbelärm bezeichnet man sowohl Lärm von großen Industriebetrieben als auch Lärm von kleineren Betrieben (z.B. Bäckereien, Tischlereien u.a.)*

10.10 Gab es einen besonderen Grund für den Wohnortwechsel?

☐ ja ☐ nein

Wenn ja, was war der Hauptgrund?

11 Wohnsituation davor, falls diese nicht mehr als 20 Jahre zurückliegt:
(nur ausfüllen, falls Wohnsituation abweichend von 10!)

11.1 Lag die Wohnung/das Wohnhaus in der Bundesrepublik Deutschland?

☐ nein ☐ ja *(Falls Wohnung/Wohnhaus im Ausland, bitte weiter mit Frage 12)*

11.2 Wohnhaft vom Jahr ____ bis zum Jahr ____

11.2a Straße: ____

11.2b Hausnummer: ____ ☐ (a-z) | 11.2c Stockwerk: ____ | 11.2d Postleitzahl: ____

11.2e Ort: ____

11.3 Wie war die Ausrichtung Ihres Schlafzimmers zur Hauptstraße in Ihrem Wohngebiet?
Ihr Schlafzimmer war ...

☐ von der Straße abgewandt (z.B. Innenhof) ☐ der Straße zugewandt
☐ seitlich zur Straße (z.B. 90°) ausgerichtet ☐ der Abstand zur Straße betrug mehr als 100m

11.4 Befand sich Ihr(e) Wohnung/Wohnhaus in der Nähe einer Bahnstrecke*?

☐ nein ☐ ja, und zwar in der Entfernung von ☐☐☐☐ Metern

**nur Eisenbahn-, S-Bahn- und U-Bahnverkehr, keine Straßenbahn*

11.5 Wenn in Bahnstreckennähe wohnhaft, wie war Ihr Schlafzimmer zur Bahnstrecke ausgerichtet?

☐ von der Bahn abgewandt ☐ seitlich zur Bahn (z.B. 90°) ausgerichtet ☐ der Bahn zugewandt

11.6 Wie war das bei Ihnen üblicherweise in den warmen Jahreszeiten mit dem Fenster? *(„warme Jahreszeiten": Frühjahr, Sommer, Herbst)*

	überwiegend geöffnet?	...oder überwiegend gekippt?	...oder überwiegend geschlossen?
Hatten Sie die Fenster in Ihren Wohnräumen tagsüber...	☐	☐	☐
Hatten Sie die Fenster in Ihren Schlafräumen nachts...	☐	☐	☐

11.7 Wie war das bei Ihnen üblicherweise in den kalten Jahreszeiten mit dem Fenster? *(„kalte Jahreszeit": Winter)*

	überwiegend geöffnet?	...oder überwiegend gekippt?	...oder überwiegend geschlossen?
Hatten Sie die Fenster in Ihren Wohnräumen tagsüber...	☐	☐	☐
Hatten Sie die Fenster in Ihren Schlafräumen nachts...	☐	☐	☐

11.8 Wurden an Ihrem Wohngebäude Lärmschutzmaßnahmen durchgeführt, z.B. Schallschutzfenster eingebaut?

☐ nein ☐ ja, selbst finanziert ☐ ja, fremd finanziert ☐ ich weiß es nicht

☐ ja, durchgeführt, aber unbekannt, von wem finanziert

11.9 Durch welche Lärmquelle wurden Sie am meisten belästigt?

☐ fühlte mich nicht belästigt ☐ Straßenlärm ☐ Fluglärm ☐ Bahnlärm

☐ Gewerbelärm* ☐ Nachbarschaftslärm ☐ sonstiger Lärm

**als Gewerbelärm bezeichnet man sowohl Lärm von großen Industriebetrieben als auch Lärm von kleineren Betrieben (z.B. Bäckereien, Tischlereien u.a.)*

11.10 Gab es einen besonderen Grund für den Wohnortwechsel?

☐ ja ☐ nein

Wenn ja, was war der Hauptgrund?

☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐

Lärmwirkungsstudie NORAH - Noise-Related Annoyance, Cognition and Health Study

Es folgen nun einige Fragen zu Ihren Lebensumständen und zu Ihrer Gesundheit. Bitte erinnern Sie sich dabei zurück an das Jahr 2005:

12 **Welchen Familienstand hatten Sie im Jahr 2005?** *(Mit „verheiratet" meinen wir auch eingetragene Lebenspartnerschaften.)*

☐ verheiratet, mit Ehepartner/in zusammen lebend ☐ verheiratet, von Ehepartner/in getrennt lebend

☐ geschieden ☐ verwitwet ☐ ledig, allein lebend ☐ ledig, in fester Beziehung lebend

13 **Wie viele Personen lebten im Jahr 2005 ständig in Ihrem Haushalt, Sie selbst mitgerechnet? Zählen Sie dabei bitte Kinder mit!** *(Bitte kreuzen Sie die entsprechende Anzahl je Alterskategorie an.)*

insgesamt ☐☐ Personen, davon ...

unter 14 Jahre (Kinder):	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ mehr als 5
von 14 bis unter 18 Jahre alt (Jugendliche):	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ mehr als 5
über 18 Jahre alt (Erwachsene):	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ mehr als 5

14 **Wir möchten gerne in unserer Studie die Angaben aus verschiedenen Einkommensgruppen vergleichen können. Es würde uns deshalb sehr helfen, wenn Sie uns mitteilen, in welche Gruppe das monatliche Nettoeinkommen* Ihres Haushaltes im Jahr 2005 (d.h. die Summe der Einkünfte aller im Haushalt lebenden Personen) gehörte? War es insgesamt...**

☐ unter 1.250 € ☐ 1.250 bis unter 1.750 € ☐ 1.750 bis unter 2.250 € ☐ 2.250 bis unter 3.000 €

☐ 3.000 bis unter 4.000 € ☐ 4.000 bis unter 5.000 € ☐ 5.000 € und mehr ☐ keine Angabe

**Zum Nettoeinkommen zählt das Einkommen aller Haushaltsmitglieder zusammen, nach Abzug von Steuern und Sozialabgaben (einschließlich Erziehungsgeld, Kindergeld, Beihilfen, sonstiger Einkünfte).*

15 **Wie groß sind Sie?** ☐,☐☐ (Meter, Zentimeter)

16 **Wie viel in etwa haben Sie im Jahr 2005 gewogen?** Etwa ☐☐☐ kg

17 **Denken Sie bitte an das Jahr 2005 zurück. Haben Sie da Alkohol getrunken? (Ein Drink entspricht einer kleinen Flasche Bier (0,33 l), einem kleinen Glas Wein (0,125 l), einem Glas Sekt, einem doppelten Schnaps (4 cl) oder einer Flasche Alcopops.)** *Üblicherweise, im Durchschnitt...*

☐ nein, habe keinen Alkohol getrunken ☐ weniger als 1 Drink pro Tag ☐ 1-2 Drinks pro Tag

☐ 3-5 Drinks pro Tag ☐ 6 oder mehr Drinks pro Tag

18 **Denken Sie bitte an das Jahr 2005 zurück. Wie oft haben Sie da Sport betrieben?**

☐ keine sportliche Betätigung ☐ regelmäßig, mehr als 4 Stunden pro Woche

☐ regelmäßig, 2-4 Stunden pro Woche ☐ regelmäßig, 1-2 Stunden pro Woche

☐ weniger als 1 Stunde pro Woche

19 **Wie würden Sie rückblickend insgesamt die Qualität Ihres Schlafes (im Jahr 2005) beurteilen?**

☐ sehr gut ☐ ziemlich gut ☐ ziemlich schlecht ☐ sehr schlecht

20 **Wie stark haben Sie sich im Jahr 2005 durch Verkehrslärm insgesamt beim Schlafen gestört oder belästigt gefühlt?**

☐ überhaupt nicht ☐ etwas ☐ mittelmäßig ☐ stark ☐ äußerst stark gestört/belästigt

Institut für Medizinische Informatik Gießen NORAH-ID: <<NORAH-ID>> Seite 9 von 13

Lärmwirkungsstudie NORAH - Noise-Related Annoyance, Cognition and Health Study

Im Folgenden geht es zunächst um Ihre berufliche Situation im Jahr 2005. Bei mehreren Berufen/Tätigkeiten bitten wir Sie, die Haupttätigkeit (im Jahr 2005) zu beschreiben:

21 **Berufliche Situation im Jahr 2005: Welche Erwerbssituation passte für Sie? Was auf dieser Liste trifft auf Sie zu?** *Bitte beachten Sie, dass unter Erwerbstätigkeit jede bezahlte bzw. mit einem Einkommen verbundene Tätigkeit im Jahr 2005 verstanden wird (Nur eine Nennung möglich).*

- ☐ im Jahr 2005 vollzeiterwerbstätig
- ☐ im Jahr 2005 teilzeiterwerbstätig (z.B. Elternzeit)
- ☐ im Jahr 2005 Altersteilzeit (unabhängig davon, ob in der Arbeits- oder Freistellungsphase)
- ☐ im Jahr 2005 geringfügig erwerbstätig, 400-Euro-Job, Minijob
- ☐ im Jahr 2005 „Ein-Euro-Job" (bei Bezug von Arbeitslosengeld II)
- ☐ im Jahr 2005 gelegentlich oder unregelmäßig beschäftigt
- ☐ im Jahr 2005 in einer beruflichen Ausbildung/ Lehre
- ☐ im Jahr 2005 in Umschulung
- ☐ im Jahr 2005 Wehrdienst/Zivildienst
- ☐ im Jahr 2005 freiwilliges Soziales Jahr
- ☐ im Jahr 2005 nicht erwerbstätig gewesen (einschließlich: Schüler/-innen oder Studierende, die nicht gegen Geld arbeiteten, Arbeitslose, Vorruheständler/-innen, Rentner/-innen ohne Nebenverdienst)
- ☐ im Jahr 2005 Mutterschafts-, Erziehungsurlaub, Elternzeit oder sonstige Beurlaubung

22 **Welche berufliche Position nahmen Sie in der oben angegebenen Tätigkeit im Jahr 2005 ein?** *(sofern Sie berufstätig waren)*

- ☐ Schüler(in)*, Student(in)* oder Auszubildende(r)* (z.B. in Lehre)
- ☐ Hausfrau oder -mann

*(*Falls Sie im Jahr 2005 Schüler(in), Student(in) oder Auszubildende(r) waren, gehen Sie bitte direkt zu Frage 26.)*

Arbeiter(in)	☐ ungelernte(r) Arbeiter(in) ☐ angelernte(r)/gelernte(r) Arbeiter(in) ☐ Facharbeiter(in) ☐ Vorarbeiter(in) ☐ Meister(in)
Angestellte(r)	☐ mit einfacher Tätigkeit ☐ mit qualifizierter Tätigkeit, angestellte(r) Industrie/Werkmeister(in) ☐ mit hochqualifizierter Tätigkeit oder Leitungsfunktion ☐ mit umfassender Führungstätigkeit u. Entscheidungsbefugnissen
Selbstständige(r)	☐ selbstständige(r) Landwirt(in)/Genossenschaftsbauer/bäuerin ☐ freiberuflich, selbstständige(r) Akademiker(in) ☐ sonstige(r) Selbstständige(r) mit bis zu 9 Mitarbeitern/Partnern ☐ sonstige(r) Selbstständige(r) mit 10 und mehr Mitarbeitern/Partnern ☐ mithelfender Familienangehöriger
Beamter/in	☐ einfacher Dienst ☐ mittlerer Dienst ☐ gehobener Dienst ☐ höherer Dienst

☐ ich weiß es nicht | keine Angabe

23 **Berufliche Situation im Jahr 2005:**

23.1 **Diese berufliche Situation bestand vom Jahr** ☐☐☐☐ **bis zum Jahr** ☐☐☐☐

23.2 *Bitte ordnen Sie sich zu:* **Zu welcher Gruppe gehörten Sie im Jahr 2005?**

☐ Erwerbstätige, Beschäftigte

☐ Personen mit Nebenjob

☐ Nicht-Erwerbstätige *(falls „Nicht Erwerbstätige" beantworten Sie bitte gleich die Frage 26)*

23.3 **Welchen Beruf übten Sie 2005 aus?** *(Bitte machen Sie detaillierte Angaben: z.B. nicht Schlosser sondern Bauschlosser.)*

☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐

☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐

23.4 **Wie viele Stunden haben Sie normalerweise pro Woche, einschließlich regelmäßiger Mehrstunden und Bereitschaftszeiten, gearbeitet?** *(Auf volle Stunden auf- oder abrunden!)*

Anzahl der Stunden ☐☐

23.5 **Arbeiteten Sie bei dieser Tätigkeit in Nachtschichten (zwischen 23:00 und 6:00 Uhr)?**

☐ nein ☐ ja, ich habe in Nachtschichten gearbeitet

23.6 **Falls Sie zwischen 23:00 und 6:00 Uhr gearbeitet haben: Wie viele Stunden haben Sie durchschnittlich pro Woche zwischen 23:00 und 6:00 Uhr gearbeitet?** *(Auf volle Stunden auf- oder abrunden!)*

Anzahl der Stunden ☐☐

23.7 **Mit welcher der folgenden Lärmquellen war die Lautstärke an Ihrem Arbeitsplatz am besten zu vergleichen?** *(Zutreffendes bitte ankreuzen!)*

☐ Kühlschrank ☐ Schreibmaschine ☐ elektrischer Rasenmäher ☐ Bohrmaschine ☐ Presslufthammer

23.8 **Haben Sie an einem Arbeitsplatz gearbeitet, der mit dem Zeichen „Gehörschutz tragen" gekennzeichnet war?**

☐ nein ☐ ja

24 **Wenn Sie auf das Jahr 2005 zurückblicken: Inwieweit stimmen Sie der folgenden Aussage zu?**
„Meine Arbeit erzeugte Stress, der es schwierig machte, privaten oder familiären Verpflichtungen nachzukommen."

☐ stimme nicht zu ☐ stimme eher nicht zu ☐ unentschieden ☐ stimme eher zu ☐ stimme voll zu

25 **Die nachfolgenden Fragen beziehen sich auf Ihren Beruf im Jahr 2005** *(Bitte geben Sie für jede der Fragen eine Antwortmöglichkeit an.) (Zutreffendes bitte ankreuzen!)*

25a Aufgrund des hohen Arbeitsaufkommens bestand häufig großer Zeitdruck.

☐ nein

ja, und das belastete mich ☐ gar nicht ☐ mäßig ☐ stark ☐ sehr stark

25b Bei meiner Arbeit wurde ich häufig unterbrochen und gestört.

☐ nein

ja, und das belastete mich ☐ gar nicht ☐ mäßig ☐ stark ☐ sehr stark

25c Im Laufe der letzten Jahre ist meine Arbeit immer mehr geworden.

☐ nein

ja, und das belastete mich ☐ gar nicht ☐ mäßig ☐ stark ☐ sehr stark

25d Ich erhielt von meinem Vorgesetzten die Anerkennung, die ich verdient habe.

☐ ja

nein, und das belastete mich ☐ gar nicht ☐ mäßig ☐ stark ☐ sehr stark

25e Die Aufstiegschancen in meinem Beruf waren schlecht.

☐ nein

ja, und das belastete mich ☐ gar nicht ☐ mäßig ☐ stark ☐ sehr stark

25f Ich erfuhr - oder erwartete - eine Verschlechterung meiner Arbeitssituation.

☐ nein

ja, und das belastete mich ☐ gar nicht ☐ mäßig ☐ stark ☐ sehr stark

25g Mein eigener Arbeitsplatz war gefährdet.

☐ nein

ja, und das belastete mich ☐ gar nicht ☐ mäßig ☐ stark ☐ sehr stark

25h Wenn ich an all die erbrachten Leistungen und Anstrengungen zurückdenke, halte ich die erfahrene Anerkennung für angemessen.

☐ ja

nein, und das belastete mich ☐ gar nicht ☐ mäßig ☐ stark ☐ sehr stark

25i Wenn ich an all die erbrachten Leistungen und Anstrengungen zurückdenke, halte ich meine persönlichen Chancen des beruflichen Fortkommens für angemessen.

☐ ja

nein, und das belastete mich ☐ gar nicht ☐ mäßig ☐ stark ☐ sehr stark

25j Wenn ich an all die erbrachten Leistungen zurückdenke, halte ich mein Gehalt/meinen Lohn für angemessen.

☐ ja

nein, und das belastete mich ☐ gar nicht ☐ mäßig ☐ stark ☐ sehr stark

Die folgenden Fragen beziehen sich auf Ihre berufliche Stuation in den zurückliegenden Jahren zwischen 1990 und 2004. Falls Sie zwischen 1990 und 2004 noch andere berufliche Tätigkeiten ausgeübt haben (abweichend von Frage 23), tragen Sie bitte den Beruf, den Sie in dieser Zeit am längsten ausgeübt haben in Block 26 ein.

26 **Berufliche Situation vor der Tätigkeit im Jahr 2005** *(bitte längste Tätigkeit zwischen 1990 und 2004 angeben, falls abweichend von Frage 23)*:

26.1 **Diese berufliche Situation bestand vom Jahr** ☐☐☐☐ **bis zum Jahr** ☐☐☐☐

26.2 *Bitte ordnen Sie sich zu:* **Zu welcher Gruppe gehörten Sie?**

- ☐ Erwerbstätige, Beschäftigte
- ☐ Personen mit Nebenjob
- ☐ Nicht-Erwerbstätige *(falls „Nicht Erwerbstätige" beantworten Sie bitte gleich die Frage 27)*

26.3 **Welchen Beruf übten Sie aus?** *(Bitte machen Sie detaillierte Angaben: z.B. nicht Schlosser sondern Bauschlosser.)*

26.4 **Wie viele Stunden haben Sie normalerweise pro Woche, einschließlich regelmäßiger Mehrstunden und Bereitschaftszeiten, gearbeitet?** *(Auf volle Stunden auf- oder abrunden!)*

Anzahl der Stunden

26.5 **Arbeiteten Sie bei dieser Tätigkeit in Nachtschichten (zwischen 23:00 und 6:00 Uhr)?**

☐ nein ☐ ja, ich habe in Nachtschichten gearbeitet

26.6 **Falls Sie in zwischen 23:00 und 6:00 Uhr gearbeitet haben: Wie viele Stunden haben Sie durchschnittlich pro Woche zwischen 23:00 und 6:00 Uhr gearbeitet?** *(Auf volle Stunden auf- oder abrunden!)*

Anzahl der Stunden

26.7 **Mit welcher der folgenden Lärmquellen war die Lautstärke an Ihrem Arbeitsplatz am besten zu vergleichen?** *(Zutreffendes bitte ankreuzen!)*

☐ Kühlschrank ☐ Schreibmaschine ☐ elektrischer Rasenmäher ☐ Bohrmaschine ☐ Presslufthammer

26.8 **Haben Sie an einem Arbeitsplatz gearbeitet, der mit dem Zeichen „Gehörschutz tragen" gekennzeichnet war?**

☐ nein ☐ ja

27 **Welche Einstellung haben Sie gegenüber dem Frankfurter Flughafen?**

☐ sehr positiv ☐ überwiegend positiv ☐ teils, teils ☐ überwiegend negativ ☐ sehr negativ

☐ keine Einstellung

28 **Welche Einstellung haben Sie gegenüber der im Oktober 2011 eröffneten neuen Landebahn?**

☐ sehr positiv ☐ überwiegend positiv ☐ teils, teils ☐ überwiegend negativ ☐ sehr negativ

☐ keine Einstellung

29 **Steht oder stand Ihr Beschäftigungsverhältnis oder das einer anderen Person aus Ihrem Haushalt in irgendeiner Weise in Verbindung mit dem Frankfurter Flughafen?** *(Mehrfachantworten sind möglich.)*

- ☐ ja, ein eigenes früheres Beschäftigungsverhältnis
- ☐ ja, mein eigenes derzeitiges Beschäftigungsverhältnis
- ☐ ja, das einer anderen Person im Haushalt zu einem früheren Zeitpunkt
- ☐ ja, das einer anderen Person im Haushalt zurzeit
- ☐ nein

Anhang 02: Gleichzeitige Aufnahme der einzelnen Verkehrslärm-Arten zum Herzinfarkt-Risiko in das logistische Regressionsmodell

Variable	Fälle (n)	%	Kontrollen (n)	%	OR, „rohes Modell“ 1	95%-KI	OR, Basismodell 3	95%-KI
Lärmarten gemeinsam in einem Modell								
$L_{pAeq\ Fluglärm}$								
L_{pAeq} < 40 dB und $\overline{L_{pAmax}}$ <50 dB	7.885	40,2	328.815	39,4	1,00	-	1,00	-
L_{pAeq} < 40 dB und $\overline{L_{pAmax}}$≥50 dB	1.346	6,9	52.825	6,3	1,10	[1,03,1,17]	1,04	[0,97,1,10]
≥40 – <45 dB	5.839	29,7	249.666	29,9	1,03	[0,99,1,07]	1,00	[0,96,1,04]
≥45 – <50 dB	3.029	15,4	134.464	16,1	1,02	[0,97,1,06]	0,98	[0,93,1,03]
≥50 – <55 dB	1.151	5,9	52.923	6,3	1,00	[0,94,1,07]	0,95	[0,88,1,01]
≥55 – <60 dB	376	1,9	15.845	1,9	1,11	[0,99,1,23]	1,04	[0,93,1,16]
≥60 dB	6	<0,05	196	<0,05	1,45	[0,63,3,30]	1,40	[0,61,3,20]
$L_{pAeq\ Straßenverkehrslärm}$								
< 40 dB	2.167	11,0	88.177	10,6	1,00	-	1,00	-
≥40 – <45 dB	4.308	21,9	177.419	21,3	1,01	[0,95,1,06]	1,01	[0,96,1,07]
≥45 – <50 dB	4.627	23,6	200.544	24,0	0,98	[0,93,1,04]	0,99	[0,94,1,04]
≥50 – <55 dB	3.340	17,0	148.430	17,8	1,00	[0,95,1,06]	1,01	[0,95,1,06]
≥55 – <60 dB	2.171	11,1	91.493	11,0	1,04	[0,98,1,10]	1,04	[0,98,1,11]
≥60 dB	3.019	15,4	128.671	15,4	1,07	[1,01,1,14]	1,08	[1,02,1,14]
$L_{pAeq\ Schienenverkehrslärm}$								
< 40 dB	10.725	54,6	446.965	53,6	1,00	-	1,00	-
≥40 – <45 dB	2.445	12,5	104.139	12,5	1,02	[0,98,1,07]	1,04	[0,99,1,09]
≥45 – <50 dB	2.966	15,1	132.524	15,9	0,97	[0,93,1,02]	1,01	[0,97,1,06]
≥50 – <55 dB	2.115	10,8	91.861	11,0	1,02	[0,97,1,07]	1,06	[1,01,1,11]
≥55 – <60 dB	823	4,2	36.040	4,3	0,99	[0,92,1,07]	1,04	[0,97,1,12]
≥60 dB	558	2,8	23.205	2,8	1,07	[0,98,1,17]	1,12	[1,02,1,22]
AIC					170549,56		170342,00	

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter, Geschlecht; Modell 3: adjustiert für Alter, Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintil); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

Anhang 03: Gleichzeitige Aufnahme der einzelnen Verkehrslärm-Arten zum Schlaganfall-Risiko

Variable	Fälle (n)	%	Kontrollen (n)	%	OR, „rohes Modell“ 1	95%-KI	OR, Basismodell 3	95%-KI
Lärmarten gemeinsam in einem Modell								
$L_{pAeq\ Fluglärm}$								
L_{pAeq} < 40 dB und $\overline{L_{pAmax}}$ <50 dB	10.595	41,6	325.613	39,3	1,00	-	1,00	-
L_{pAeq} < 40 dB und $\overline{L_{pAmax}}$ ≥50 dB	1.732	6,8	52.373	6,3	1,06	[1,00,1,11]	1,07	[1,01,1,13]
≥40 – <45 dB	7.304	28,7	247.877	30,0	0,97	[0,94,1,00]	0,98	[0,94,1,01]
≥45 – <50 dB	3.973	15,6	133.244	16,1	1,01	[0,97,1,05]	1,01	[0,97,1,06]
≥50 – <55 dB	1.470	5,8	52.507	6,3	0,98	[0,92,1,04]	0,96	[0,91,1,02]
≥55 – <60 dB	413	1,6	15.792	1,9	0,91	[0,83,1,01]	0,85	[0,76,0,94]
≥60 dB	8	<0,05	195	<0,05	1,53	[0,74,3,16]	1,60	[0,78,3,30]
$L_{pAeq\ Straßenverkehrslärm}$								
< 40 dB	2.918	11,5	87.246	10,5	1,00	-	1,00	-
≥40 – <45 dB	5.675	22,3	175.718	21,2	1,00	[0,95,1,04]	1,00	[0,96,1,05]
≥45 – <50 dB	6.046	23,7	198.841	24,0	0,97	[0,93,1,02]	0,98	[0,93,1,02]
≥50 – <55 dB	4.231	16,6	147.350	17,8	0,97	[0,92,1,02]	0,98	[0,93,1,03]
≥55 – <60 dB	2.873	11,3	90.631	11,0	1,04	[0,99,1,10]	1,06	[1,00,1,12]
≥60 dB	3.752	14,7	127.815	15,4	1,02	[0,97,1,08]	1,03	[0,98,1,09]
$L_{pAeq\ Schienenlärm}$								
< 40 dB	14.044	55,1	442.991	53,5	1,00	-	1,00	-
≥40 – <45 dB	2.970	11,7	103.496	12,5	0,97	[0,93,1,01]	0,98	[0,94,1,02]
≥45 – <50 dB	4.017	15,8	131.243	15,9	1,03	[0,99,1,07]	1,04	[1,00,1,08]
≥50 – <55 dB	2.598	10,2	91.225	11,0	0,96	[0,92,1,01]	0,98	[0,93,1,02]
≥55 – <60 dB	1.124	4,4	35.680	4,3	1,05	[0,98,1,12]	1,06	[0,99,1,13]
≥60 dB	742	2,9	22.966	2,8	1,11	[1,02,1,19]	1,11	[1,03,1,20]
AIC					203948,22		203836,71	

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter, Geschlecht; Modell 3: adjustiert für Alter, Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintil); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

Anhang 04: Gleichzeitige Aufnahme der einzelnen Verkehrslärm-Arten zum Risiko für eine Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit

Variable	Fälle (n)	%	Kontrollen (n)	%	OR, „rohes Modell“ 1	95%-KI	OR, Basismodell 3	95%-KI
Lärmarten gemeinsam in einem Modell								
$L_{pAeq\ Fluglärm}$								
L_{pAeq} < 40 dB und $\overline{L_{pAmax}}$ <50 dB	42.208	40,5	253.804	38,8	1,00	-	1,00	-
L_{pAeq} < 40 dB und $\overline{L_{pAmax}}$ ≥50 dB	6.931	6,7	40.861	6,3	1,07	[1,03,1,10]	1,05	[1,02,1,08]
≥40 – <45 dB	30.463	29,3	197.474	30,2	0,97	[0,95,0,99]	1,00	[0,98,1,02]
≥45 – <50 dB	16.604	15,9	106.497	16,3	1,00	[0,98,1,02]	1,04	[1,02,1,07]
≥50 – <55 dB	6.113	5,9	42.620	6,5	0,93	[0,90,0,96]	0,97	[0,94,1,00]
≥55 – <60 dB	1.802	1,7	12.744	2,0	0,94	[0,89,0,99]	1,00	[0,95,1,06]
≥60 dB	24	<0,05	172	<0,05	0,87	[0,55,1,37]	0,95	[0,60,1,49]
$L_{pAeq\ Straßenverkehrslärm}$								
< 40 dB	11.330	10,9	67.680	10,4	1,00	-	1,00	-
≥40 – <45 dB	22.990	22,1	137.420	21,0	1,02	[1,00,1,05]	1,02	[1,00,1,05]
≥45 – <50 dB	25.147	24,2	157.094	24,0	1,01	[0,98,1,03]	1,01	[0,98,1,04]
≥50 – <55 dB	17.851	17,1	117.957	18,0	1,00	[0,98,1,03]	1,01	[0,98,1,04]
≥55 – <60 dB	11.291	10,8	71.948	11,0	1,03	[1,00,1,06]	1,04	[1,00,1,07]
≥60 dB	15.536	14,9	102.073	15,6	1,07	[1,03,1,10]	1,07	[1,04,1,10]
$L_{pAeq\ Schienenlärm}$								
< 40 dB	56.368	54,1	349.005	53,4	1,00	-	1,00	-
≥40 – <45 dB	12.698	12,2	82.525	12,6	1,02	[0,99,1,04]	1,02	[1,00,1,04]
≥45 – <50 dB	16.524	15,9	104.006	15,9	1,06	[1,04,1,08]	1,06	[1,04,1,09]
≥50 – <55 dB	11.274	10,8	72.126	11,0	1,06	[1,03,1,08]	1,05	[1,03,1,08]
≥55 – <60 dB	4.411	4,2	28.209	4,3	1,04	[1,00,1,08]	1,03	[0,99,1,07]
≥60 dB	2.870	2,8	18.301	2,8	1,09	[1,04,1,14]	1,08	[1,03,1,13]
AIC					505773,89		504921,83	

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter, Geschlecht; Modell 3: adjustiert für Alter, Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintil); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

Anhang 05: Gleichzeitige Aufnahme der einzelnen Verkehrslärm-Arten zum Brustkrebs-Risiko in das logistische Regressionsmodell (nur Frauen)

Variable	Fälle (n)	%	Kontrollen (n)	%	OR, „rohes Modell“ 1	95%-KI	OR, Basismodell 3	95%-KI
Lärmarten gemeinsam in einem Modell								
$L_{pAeq\ Fluglärm}$								
Lp_{Aeq} < 40 dB und $\overline{L_{pAmax}}$ <50 dB	2.728	41,1	188.849	40,0	1,00	-	1,00	-
L_{pAeq} < 40 dB und $\overline{L_{pAmax}}$ ≥50 dB	409	6,2	30.217	6,4	0,95	[0,85,1,05]	0,94	[0,85,1,05]
≥40 – <45 dB	1.969	29,6	140.231	29,7	0,99	[0,93,1,05]	1,00	[0,94,1,06]
≥45 – <50 dB	1.038	15,6	74.346	15,8	0,99	[0,92,1,07]	1,01	[0,93,1,10]
≥50 – <55 dB	371	5,6	29.067	6,2	0,90	[0,81,1,01]	0,93	[0,82,1,04]
≥55 – <60 dB	126	1,9	8.786	1,9	1,03	[0,85,1,23]	1,08	[0,89,1,30]
≥60 dB	2	<0,05	100	<0,05	1,43	[0,35,5,83]	1,48	[0,36,6,03]
$L_{pAeq\ Straßenverkehrslärm}$								
< 40 dB	755	11,4	51.011	10,8	1,00	-	1,00	-
≥40 – <45 dB	1.472	22,2	101.593	21,5	0,99	[0,91,1,08]	0,99	[0,91,1,08]
≥45 – <50 dB	1.595	24,0	114.427	24,3	0,96	[0,88,1,05]	0,96	[0,88,1,05]
≥50 – <55 dB	1.159	17,5	82.929	17,6	0,97	[0,88,1,07]	0,98	[0,89,1,07]
≥55 – <60 dB	720	10,8	51.346	10,9	0,98	[0,88,1,09]	0,98	[0,89,1,09]
≥60 dB	942	14,2	70.290	14,9	0,95	[0,86,1,05]	0,96	[0,87,1,06]
$L_{pAeq\ Schienenlärm}$								
< 40 dB	3.650	55,0	255.215	54,1	1,00	-	1,00	-
≥40 – <45 dB	806	12,1	58.096	12,3	0,99	[0,91,1,07]	0,99	[0,91,1,07]
≥45 – <50 dB	1.047	15,8	73.994	15,7	1,03	[0,95,1,10]	1,02	[0,95,1,10]
≥50 – <55 dB	697	10,5	51.325	10,9	0,98	[0,90,1,07]	0,97	[0,89,1,06]
≥55 – <60 dB	264	4,0	20.184	4,3	0,95	[0,84,1,08]	0,94	[0,82,1,07]
≥60 dB	179	2,7	12.782	2,7	1,04	[0,89,1,21]	1,03	[0,88,1,20]
AIC					68636,91		68624,00	

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter, Geschlecht; Modell 3: adjustiert für Alter, Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintil); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.

Anhang 06: Gleichzeitige Aufnahme der einzelnen Verkehrslärm-Arten zum Depression-Risiko

Variable	Fälle (n)	%	Kontrollen (n)	%	OR, „rohes Modell“ 1	95%-KI	OR, Basismodell 3	95%-KI
Lärmarten gemeinsam in einem Modell								
$L_{pAeq\ Fluglärm}$								
L_{pAeq} < 40 dB und $\overline{L_{pAmax}}$ <50 dB	28.687	37,1	233.178	40,3	1,00	-	1,00	-
L_{pAeq} < 40 dB und $\overline{L_{pAmax}}$ ≥50 dB	4.647	6,0	37.688	6,5	1,00	[0,96,1,03]	0,99	[0,96,1,02]
≥40 – <45 dB	24.081	31,2	170.171	29,4	1,14	[1,12,1,16]	1,12	[1,09,1,14]
≥45 – <50 dB	13.231	17,1	90.227	15,6	1,16	[1,13,1,19]	1,13	[1,10,1,16]
≥50 – <55 dB	5.243	6,8	35.784	6,2	1,16	[1,12,1,19]	1,13	[1,09,1,17]
≥55 – <60 dB	1.395	1,8	11.043	1,9	1,00	[0,94,1,06]	0,98	[0,92,1,04]
≥60 dB	11	<0,05	155	<0,05	0,56	[0,30,1,03]	0,54	[0,29,1,00]
$L_{pAeq\ Straßenverkehrslärm}$								
< 40 dB	7.728	10,0	62.733	10,9	1,00	-	1,00	-
≥40 – <45 dB	15.885	20,6	124.699	21,6	1,00	[0,97,1,03]	1,00	[0,97,1,03]
≥45 – <50 dB	18.694	24,2	138.625	24,0	1,04	[1,01,1,07]	1,03	[1,00,1,06]
≥50 – <55 dB	14.103	18,3	101.549	17,6	1,07	[1,03,1,10]	1,06	[1,02,1,09]
≥55 – <60 dB	8.359	10,8	62.994	10,9	1,03	[0,99,1,06]	1,02	[0,98,1,05]
≥60 dB	12.526	16,2	87.646	15,2	1,11	[1,08,1,15]	1,10	[1,07,1,14]
$L_{pAeq\ Schienenlärm}$								
< 40 dB	40.213	52,0	314.545	54,4	1,00	[1,00,1,00]	1,00	[1,00,1,00]
≥40 – <45 dB	9.652	12,5	71.811	12,4	1,01	[0,99,1,04]	1,00	[0,98,1,03]
≥45 – <50 dB	12.929	16,7	89.372	15,5	1,09	[1,07,1,11]	1,07	[1,05,1,10]
≥50 – <55 dB	8.925	11,6	61.695	10,7	1,09	[1,06,1,12]	1,07	[1,04,1,10]
≥55 – <60 dB	3.362	4,4	24.862	4,3	1,03	[0,99,1,07]	1,01	[0,97,1,05]
≥60 dB	2.214	2,9	15.961	2,8	1,06	[1,01,1,11]	1,04	[0,99,1,09]
AIC					462939,98		462309,76	

OR: Odds Ratio; Modell 1: adjustiert für Alter, Geschlecht; Modell 3: adjustiert für Alter, Geschlecht, Bildung und Beruf (aus Tätigkeitskennzeichen), SGB II-Anteil (Quintil); die 95%-Konfidenzintervalle sind in Klammern dargestellt.