

Ergebnisse der NORAH-Studie hinsichtlich Schienen- und Straßenverkehrslärm

Zusammenfassung von Dirk Schreckenberg, ZEUS GmbH, 58093 Hagen

1 Vorwort

Die NORAH-Studie (Noise-Related Annoyance, Cognition, and Health) ist ein Forschungsverbundprojekt zur Wirkung von Flug-, Schienen- und Straßenverkehrslärm bei Flughafenanrainern, durchgeführt in den Jahren 2011 bis 2015 im Auftrag der Gemeinnützigen Umwelthaus GmbH, Kelsterbach. In drei Modulen wurden die Belästigung und Lebensqualität (Modul 1), die Gesundheit (Erkrankungsrisiken, Blutdruckmonitoring, Schafqualität; Modul 2) und die kognitive Leistung und Lebensqualität von Kindern (Modul 3) untersucht. Die Studie fand überwiegend im Umfeld des Flughafens Frankfurt statt, die Lebensqualitätsstudie darüber hinaus an den Flughäfen Berlin-Brandenburg, Köln/Bonn und Stuttgart. Ergebnisse zur Wirkung von Schienen- und Straßenverkehrslärm liegen aus dem sozio-akustischen Studienteil zur Lärmbelästigung und Lebensqualität (Modul 1), aus der Fallkontrollstudie zu Erkrankungsrisiken und aus dem Blutdruckmonitoring (beide Modul 2) vor.

2 Erfassung der Verkehrslärm-Exposition

Autoren des Akustikteils: Ulrich Möhler, Manfred Liepert, Maximilian Mühlbacher, Alfred Beronius, Martin Nunberger, Möhler + Partner Ingenieure AG, 80336 München; Gerd Braunstein, Michael Gillé, Jochen Schaal, SoundPlan GmbH, 71522 Backnang; Rüdiger Bartel, Avia Consult 15344 Strausberg; Kontakt: info@mopa.de

Für die hier dargestellten Studienmodule wurden die langfristigen Immissionsschallpegel durch Flug-, Schienen- und Straßenverkehr für verschiedene Kennzeichnungszeiten (für 12 Monate, teilweise über mehrere zurückliegende Jahre) adressgenau berechnet. Im Modul 1 wurde die akustische Belastung im Bereich des Flughafens Frankfurt für ca. 22.000 Adressen und im Bereich der Vergleichsflughäfen Köln/Bonn, Stuttgart und Berlin/Schönefeld für insgesamt ca. 22.200 Adressen ermittelt. Im Modul 2 wurde für ca. 863.200 Gebäudeadressen die Lärmbelastung festgestellt, im Modul 3 für ca. 1.300 Adressen. Der Immissionsort bei der Bestimmung der Lärmexposition durch Straße und Schiene lag vor der „lautesten“ Fassade der jeweiligen Adresse. In den Modulen 2 und 3 konnten aus den Befragungsdaten Informationen zur Ausrichtung der Schlaf- und Wohnräume zur jeweiligen Verkehrslärmquelle gewonnen werden; in diesen Fällen wurden die Schallpegel auf die so konkretisierte Fassade bezogen. Als Bezugszeiten zur Bildung des Mittelungspegels wurden die - auch in der Gesetzgebung verwendeten - Zeiträume Tag, Abend, Nacht, 24h verwendet. Die so ermittelte Verkehrsgeräuschbelastung sollte sich auf den Zeitraum beziehen, in denen die Befragungen stattfanden; dies waren in den Modulen 1 und 3 die Jahre 2010 bis 2014; für das Modul 2 war es erforderlich, zusätzlich die Verkehrsgeräuschbelastung bei den Probanden in den zurückliegenden Jahren bis zum Jahr 1996 abzubilden. Die Mittelungspegel der Straßen- und Schienenverkehrsgeräusche wurden auf der Grundlage der für die EU-Lärmkartierung verwendeten Berechnungsverfahren (VBUS, VBUSCH) ermittelt. Da für den Maximalpegel für Straßenverkehrs- und Schienenverkehrsgeräusche keine standardisierten Berechnungsverfahren vorliegen, wurden hierfür Methoden zur Abschätzung der Maximalpegel

abgeleitet. In einer schrittweisen Fehlerbetrachtung getrennt für die betrachteten Verkehrsgeräuscharten und die wesentlichen Einflussfaktoren der Schallemission und der Schallausbreitung wurde eine kombinierte Standardunsicherheit der ermittelten akustischen Kenngrößen zwischen 3 und 5 dB festgestellt. Für die Expositions-Wirkungsanalysen zur Wirkung von Schienen- und Straßenverkehrslärm wurden folgende Immissionspegel verwendet: Für Modul 1 der Dauerschallpegel für 24 Stunden $L_{pAeq,24h}$ (Lärmbelastigung, Lebensqualität) und der Nachtpegel $L_{pAeq,22-06h}$ (berichtete Schlafstörungen); für die Erkrankungsrisiken (Modul 2a) die Dauerschallpegel L_{pAeq} für 24 Stunden (Hauptanalyse) und die Nacht (22 - 06 Uhr) sowie die Emergenz bezogen auf 24 Stunden (Differenz zwischen mittlerem Maximalpegel $L_{pAmax,24h}$ und dem Dauerschallpegel $L_{pAeq,24h}$) des Jahres 2005 kleiner versus größer gleich 20 dB) und für das Blutdruckmonitoring (Modul 2b) der (ungewichtete) Abend-Nacht-Pegel $L_{pAeq,18-06h}$ für 12 Monate für die Verkehrslärmexposition zu Tageszeiten mit erhöhtem Ruheanspruch im Sinne der EU-Umgebungslärmrichtlinie 2002/49/EG.

3 Modul 1: Belästigung und Lebensqualität ("Lebensqualitätsstudie")

*Autoren dieses Studienteils: Dirk Schreckenberger, Christin Peschel, ZEUS GmbH, 58093 Hagen; Rainer Guski, Jödis Wothge, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum; Frank Faulbaum, Lars Ninke, SUZ GmbH, 47051 Duisburg; Jan Spilski, TU Kaiserslautern, 67663 Kaiserslautern;
Kontakt: schreckenberger@zeusgmbh.de*

3.1 Methodik

In der Lebensqualitätsstudie wurden standardisierte Befragungen (überwiegend telefonisch, optional online) am Flughafen Frankfurt sowie an den "Vergleichsflughäfen" Berlin-Brandenburg, Köln/Bonn und Stuttgart durchgeführt. Erhoben wurden vor allem die Wirkungen "Lärmbelastigung" und "selbstberichtete Schlafstörungen" durch Flug-, Schienen- und Straßenverkehrslärm sowie die "gesundheitsbezogene psychische und körperliche Lebensqualität". Die Lärmbelastigung, die lärmbedingten Schlafstörungen wurden mittels international standardisierter Methodik (ISO/TS 15666) anhand einer 5-stufigen Antwortskala von 1 = überhaupt nicht bis 5 = äußerst belästigt/gestört erhoben. Die Lebensqualität wurde mittels eines Kurzfragebogens (SF8-Fragebogen) erfasst und aus den Angaben jeweils ein Score für die psychische (MCS) und körperliche Lebensqualität (PCS) im Wertebereich von 0 (gering) bis 100 (hohe Lebensqualität) (Mittelwert = 50) gebildet. Expositions-Wirkungsbeziehungen zum Schienen- und Straßenverkehrslärm wurden für die Studienregion am Flughafen Frankfurt untersucht. An den übrigen Flughäfen wurde die Geräuschpegel für Schienen- und Straßenverkehr als "Kontrollvariablen" in den Analysen zur Fluglärmwirkung herangezogen.

Am Flughafen Frankfurt wurden für die Lebensqualitätsstudie mehrere Stichproben gezogen, unter anderem: (a) Eine Panelstichprobe zur Untersuchung der Fluglärmwirkungen von 2011 bis 2013 im Längsschnitt mit 9.244 Personen in 2011, von denen 3.508 Personen bis 2013 im Panel verblieben sind; (b) eine Querschnittsstudie zum Straßenverkehrslärm (QS Straße) mit 3.172 Personen, Erhebungsjahr 2012; (c) eine Querschnittsstudie zum Schienenverkehrslärm (QS Schiene) mit 3.307 Personen, Erhebungsjahr 2012. Alle Stichproben wurden auf Basis von Einwohnermeldedaten per Zufall geschichtet nach dem adressbezogenen Maximum der Dauerschallpegel $L_{pAeq,06-22h}$ und $L_{pAeq,22-06h}$ innerhalb der Umhüllenden der 40 dB-Tag/Nacht-Fluglärmkonturen gezogen. In den Teilstudien QS Straße und QS Schiene waren jeweils die Dauerschallpegel für Straßen- bzw. Schienenverkehrsgeräusche die maßgebenden Schichtungsmerkmale.

3.2 Ergebnisse aus der Lebensqualitätsstudie

Abbildung 1 zeigt die Expositions-Wirkungsbeziehungen zum **Prozentanteil hoch durch Flug-, Schienen- oder Straßenverkehrslärm belästigter Personen** (Prozentanteil *highly annoyed*, %HA) in der Studienregion im Rhein-Main-Gebiet bezogen auf den jeweils quellen-spezifischen $L_{pAeq,24h}$. Die Expositions-Wirkungsmodelle im Modul 1 sind adjustiert nach Befragungsmodus, Geschlecht, Alter, Wohndauer, Hauseigentum, SWI, Migration, Lärmempfindlichkeit, quellen-spezifischer Bewertung des Verkehrs als nützlich, bequem, umweltschädigend, Dauerschallpegel der jeweils anderen beiden Verkehrslärmquellenarten sowie Interaktion Modus * Alter.

In Abbildung 1 ist weiterhin die Expositions-Wirkungskurve einer Studie abgetragen, in der die Belästigung durch Bahnlärm im Mittelrheintal und im Rheingau/Rheinessen untersucht wurde ("Rheintalstudie"; Schreckenberg, 2011). Die Stichprobe der Rheintalstudie umfasst 1.211 Personen, die v.a. Bahnlärm ausgesetzt sind.

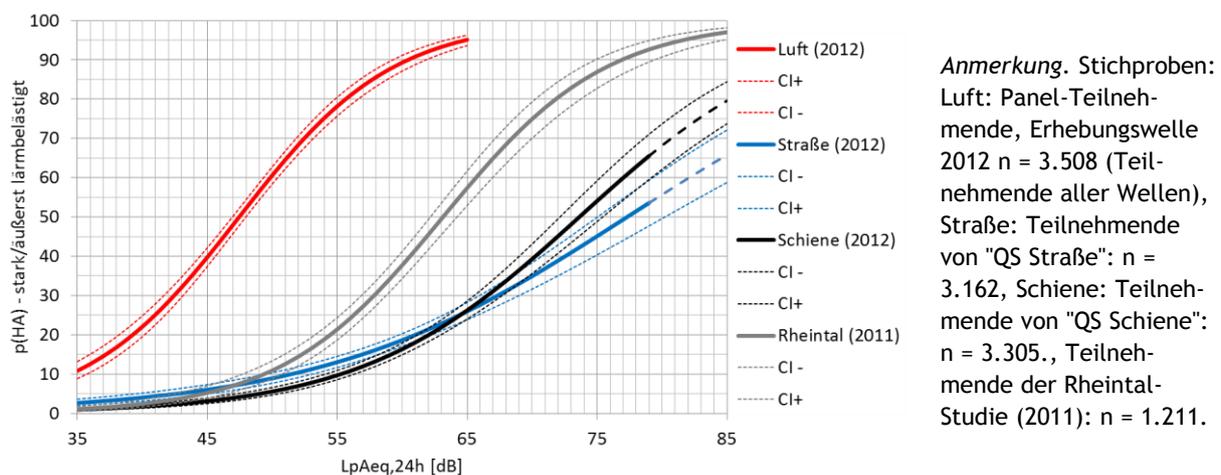


Abbildung 1. Anteil hoch durch Verkehrsgeräusche belästigter Personen (%HA; highly annoyed) in getrennten, quellen-spezifischen Stichproben im Rhein-Main-Gebiet im Umfeld des Flughafens Frankfurt mit zusätzlichem Vergleich zu einer Stichprobe aus dem Rheintal (Schreckenberg, 2011), die primär Schienenverkehrslärm ausgesetzt ist.

Zunächst zu den NORAH-Daten, ohne die Rheintal-Kurve:

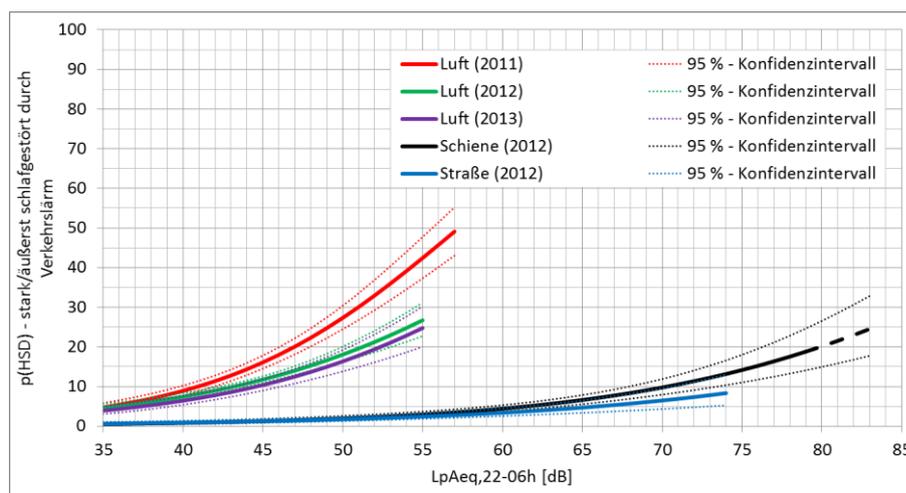
Der %HA-Anteil liegt für den Fluglärm bei gleichem $L_{pAeq,24h}$ oberhalb von den %HA-Anteilen für Straßen- und Schienenverkehrslärm. Dieser Belästigungsunterschied je nach Lärmquellenart ist nicht neu und entspricht beispielsweise den Expositions-Wirkungskurven aus dem EU-Positionspapier zur Belästigung durch Verkehrslärm - dort jedoch bezogen auf den Tag-Abend-Nachtpegel L_{den} (EC/WG2, 2002). Allerdings ist zum einen der Abstand des %HA-Anteils für Fluglärm zu den %HA-Anteilen der anderen beiden Verkehrslärmquellenarten deutlich höher als im EU-Positionspapier. Zum anderen ist auch keine Belästigungsdifferenz zwischen Straßen- und Schienenverkehrslärm zugunsten des Schienenverkehrslärms (Schienebonus) feststellbar; oberhalb von $L_{pAeq,24h} = 65$ dB ergibt sich sogar ein Schienenmalus. Die geringere Belästigung durch Straßen- und Schienenverkehrslärm gegenüber der durch Fluglärm korrespondiert unter anderem mit Unterschieden in den Einstellungen zur jeweiligen Verkehrsart. Der Schienen- und Straßenverkehr wurde gegenüber dem Luftverkehr teilweise als positiver bewertet: beide als nützlicher, der Schienenverkehr zudem als weniger umweltschädigend. Ob diese Bewertungsunterschiede oder demographische Personenmerkmale oder unterschiedliche im Dauerschallpegel nicht abbildbare Geräuschcharakteristika

teristiken für die Wirkungsunterschiede der Verkehrslärmquellenarten verantwortlich sind, kann letztlich nicht geklärt werden, da außer dem Dauerschall- und dem mittleren Maximalpegel keine weiteren (psycho-) akustischen Parameter vorliegen.

Vergleich mit der Rheintal-Kurve:

Die zum Vergleich dargestellte Expositions-Wirkungskurve zum %HA für Schienenverkehrslärm aus der Rheintalstudie liegt höher als die %HA-Kurve für Schienenverkehrslärm aus der NORAH-Studie, d.h. bei gleichem $L_{pAeq,24h}$ ist der %HA-Anteil für Schienenverkehr im Rheintal höher als im Umfeld des Flughafen Frankfurt. Dies zeigt, dass eine Expositions-Wirkungsbeziehung zur Belästigung durch Verkehrslärm nicht universell gültig, sondern kontextabhängig ist. Der Kontext beinhaltet sowohl situative, als auch personenbezogene bzw. soziale Einflussgrößen. In der NORAH-Studie zählt vermutlich die Flughafennähe, damit verbunden der Fluglärm, der Ausbau und der daran geknüpfte Diskurs zu den Kontextfaktoren der Schienen- und Straßenverkehrslärmbelastigung.

Bei den berichteten Schlafstörungen durch Verkehrslärm zeigen sich ähnliche Unterschiede zwischen den Verkehrsträgern wie bei der Lärmbelastigung: Bei gleichen Nachtmittelungspegeln sind die berichteten Schlafstörungen und der Anteil der hoch schlafgestörten Personen (%HSD; Prozent *highly sleep disturbed*) durch Fluglärm höher als durch Schienen- und Straßenverkehrslärm (Abbildung 2). Auch auf die Schlafstörungen bezogen ist ein Schienenbonus nicht erkennbar.

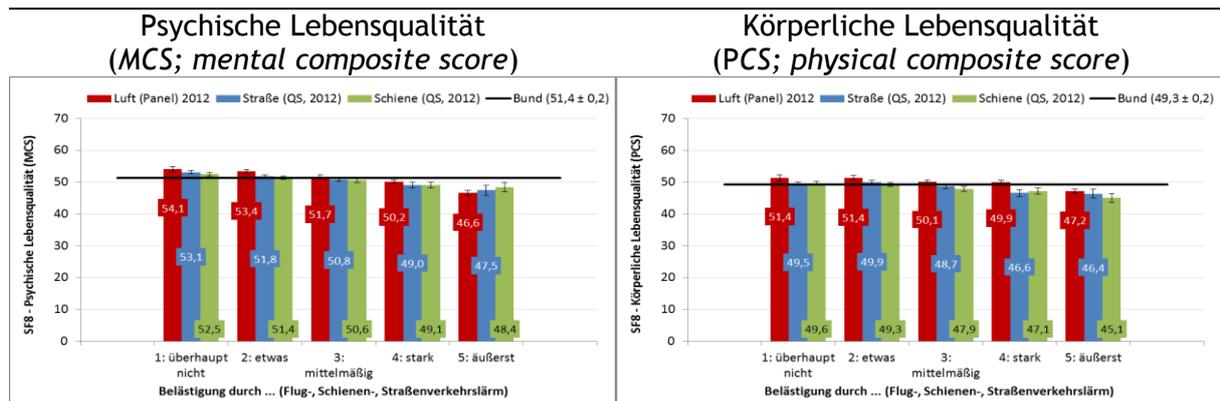


Anmerkung.

Stichproben: Luft: Panel-Teilnehmende, Erhebungswellen 2011, 2012, 2013: $n = 3.508$ (Teilnehmende aller Wellen), Straße: Teilnehmende von "QS Straße": $n = 3.172$, Schiene: Teilnehmende von "QS Schiene": $n = 3.307$.

Abbildung 2. Anteil hoch (stark/äußerst) durch Verkehrsgeräusche schlafgestörter Personen (%HSD; highly sleep disturbed) im Rhein-Main-Gebiet.

Bei der Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Lebensqualitäts-Variablen und Luftverkehrs-Geräuschpegeln stellt sich heraus, dass die beiden Summenscores zur Lebensqualität, die psychische (MCS) und die körperliche (PCS) Lebensqualität, zwar leichte Zusammenhänge mit dem 24-Stunden-Dauerschallpegel aufweisen, der Einfluss der Geräuschbelastung aber vor allem durch die Lärmbelastigung (negativ) vermittelt wird. Dies gilt generell auch für Straßen- und Schienenverkehrslärm Während die psychische Lebensqualität vor allem in den höheren Stufen der Belästigung durch Fluglärm vermindert ist, ist die körperliche Lebensqualität im Quellenvergleich vor allem (negativ) mit der Schienenverkehrslärmbelastigung assoziiert. Die Straßenverkehrslärmbelastigung scheint in den höheren Belästigungsstufen die berichtete psychische als auch körperliche Lebensqualität in gleichem Maße zu mindern (Abbildung 3).



Anmerkung. Mittelwert und 95 %-Konfidenzintervall der SF8-Scores (MCS = mental composite score; psychische Lebensqualität, PCS = physical composite score; körperliche Lebensqualität). Bund = Normdaten (Mittelwert \pm 95 %-Konfidenzintervall) des telefonischen Gesundheitssurveys 2003 (GSTel03) des Robert-Koch-Instituts (vgl. Ellert et al., 2005). Panel: n = 3.508 (Teilnehmende aller Wellen), QS Straße: n = 3.172, QS Schiene: n = 3.307.

Abbildung 3. Gesundheitsbezogene psychische (links) und körperliche (b) Lebensqualität gruppiert nach Stufen der Belästigung durch Verkehrslärm (Flug-, Schienen- oder Straßenverkehrslärm).

4 Modul 2a: Sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie mit vertiefender Befragung

Autoren dieses Studienteils: Andreas Seidler, Mandy Wagner, Melanie Schubert, Patrick Dröge, Janice Hegewald, Universität Dresden, Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin, 01307 Dresden
 Kontakt: ArbSozPH@mailbox.tu-dresden.de

4.1 Methodik

Die Verkehrslärm-bezogenen Risiken (Straßenverkehrslärm, Schienenverkehrslärm, Fluglärm) für spezifische Herz-Kreislauf-Erkrankungen (Herzinfarkt, Schlaganfall, Herzinsuffizienz), für depressive Episoden und für Brustkrebs (bei Frauen) wurden mit einer sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie im Rhein-Main-Gebiet untersucht. Drei Krankenkassen stellten insgesamt 907.736 Datensätze von Versicherten >40 Jahren aus dem Rhein/Main-Gebiet zur Verfügung, die auch mit akustischen Daten verknüpft werden konnten. In die Gesamtstichprobe eingeschlossen wurden „Fälle“ mit diagnostizierten kardiovaskulären Erkrankungen (Herzinfarkt, Herzinsuffizienz, Schlaganfall), Brustkrebs und Depressionen, sowie Kontrollpersonen ohne die jeweilige Erkrankung. Zu beiden Gruppen erfolgte eine adressbezogene Zuordnung von Fluglärm, Straßenverkehrslärm und Schienenverkehrslärm (Dauerschallpegel für 24 h und für definierte Zeitscheiben, Maximalpegel) für das Jahr 2005 sowie für die Wohnvorgeschichte. Die Fälle wurden auf stationäre und ambulante Neudiagnosen von 2006 bis 2010 untersucht. Anhand der Daten wurden Risikoschätzer (Odds Ratios) für folgende Erkrankungen berechnet: Herzinfarkt (n = 19.632), Schlaganfall (n = 25.495), Herzinsuffizienz (n = 104.145), depressive Episoden (n=77.295) und Brustkrebs bei Frauen (n=6.643). Ergänzend wurde eine vertiefende Befragung mit 8.517 Versicherten durchgeführt, mit dem Ziel, die Bedeutung individueller Confounder (Störvariablen) zu beurteilen - hier insbesondere des Gesundheitsverhaltens und des Sozialstatus. Dazu sollten die Risikoschätzer ohne Berücksichtigung dieser Confounder mit den Risikoschätzern mit Berücksichtigung dieser - in der Befragung erhobenen - Confounder verglichen werden. Als sekundäres Ziel der vertiefenden Befragung wurde angestrebt, die

Zusammenhänge zwischen Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Verkehrsgeräusch-bedingten Innenraumpegeln mit denen von Außenpegeln zu vergleichen.

4.2 Ergebnisse der Fallkontrollstudie zu Erkrankungsrisiken

Abbildung 4 zeigt statistisch signifikante lineare Zusammenhänge zwischen dem 24-Stunden-Dauerschallpegel des Straßenverkehrslärms und des Schienenverkehrslärms mit der Diagnose eines **Herzinfarktes**. Es zeigen sich vergleichsweise größere Unsicherheiten im Risikoverlauf beim Fluglärm (siehe auch Breite der 95%-Konfidenz-bereiche!) aufgrund der vergleichsweisen „Seltenheit“ höherer Schallpegel (24 Stunden-Dauerschallpegel über 55 dB beim Fluglärm nur bei 1,9% der Kontrollpersonen gegenüber 26,4% beim Straßenverkehrslärm und 7,1% beim Schienenverkehrslärm).

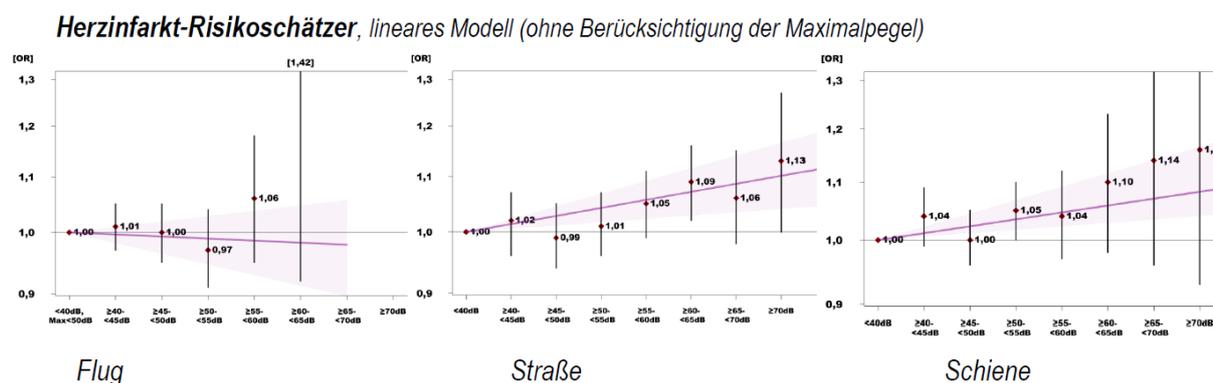


Abbildung 4. Herzinfarkt Risikoschätzer für die Quellenarten Flugverkehrslärm, Straßenverkehrslärm und Schienenverkehrslärm

Abbildung 5 zeigt statistisch signifikante lineare Zusammenhänge zwischen 24 Stunden-Dauerschallpegel des Straßenverkehrslärms und Schienenverkehrslärms, nicht des Fluglärms, mit der Diagnose eines **Schlaganfalls**.

In Abbildung 6 zeigen sich statistisch signifikante lineare Zusammenhänge zwischen Fluglärm, Straßenverkehrslärm und Schienenverkehrslärm und der Diagnose einer **Herzinsuffizienz (Herzschwäche)**. Tendenziell zeigen sich geringere Risiken für den Flugverkehrslärm bei fehlenden Pegelwerten von 65 dB oder höher im Vergleich zu den anderen beiden Verkehrsquellenarten.

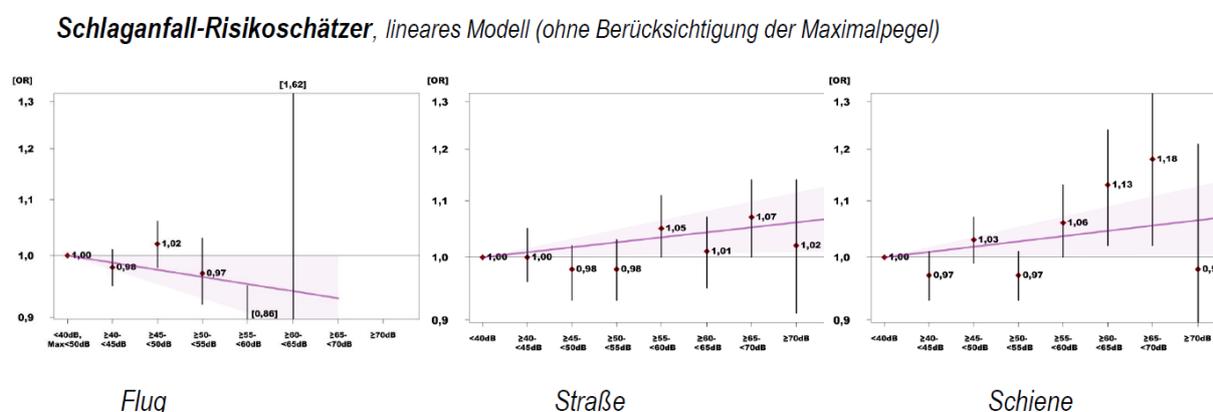


Abbildung 5. Schlaganfall-Risikoschätzer für die Quellenarten Flugverkehrslärm, Straßenverkehrslärm und Schienenverkehrslärm

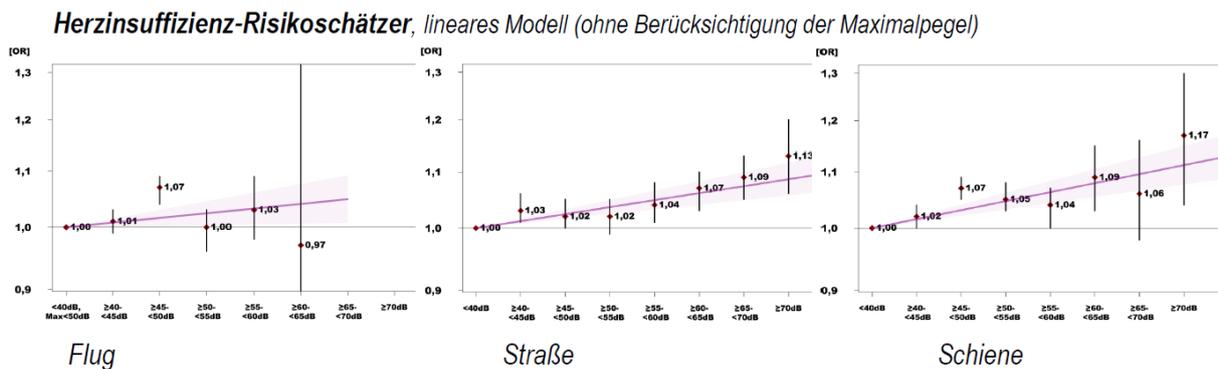


Abbildung 6. Herzinsuffizienz-Risikoschätzer für die Quellenarten Flugverkehrslärm, Straßenverkehrslärm und Schienenverkehrslärm

Die zusätzliche vertiefende Befragung von 8.517 Versicherten ergab keine wesentliche Verzerrung der Herzinsuffizienz-Risikoschätzer durch eine unzureichende Berücksichtigung des Sozialstatus und des Lebensstil. Des Weiteren zeigte die Untersuchung, dass Innenraumpegel-bedingte Herzinsuffizienz-Risikoschätzer für alle drei untersuchten Verkehrslärm-Arten höher als die entsprechenden Risikoschätzer für die Außenpegel liegen. Diese Ergebnisse sprechen grundsätzlich für einen ursächlichen Beitrag der Verkehrslärm-Exposition zu der Entstehung einer Herzinsuffizienz.

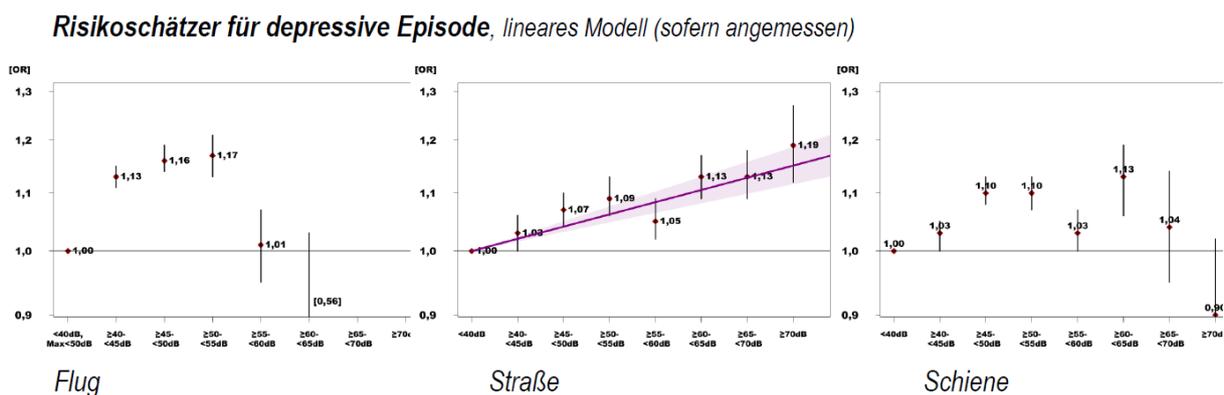


Abbildung 7. Risikoschätzer für depressive Episode für die Quellenarten Flugverkehrslärm, Straßenverkehrslärm und Schienenverkehrslärm

Die Untersuchung der Versicherungsdaten ergab, dass das Risiko einer **depressiven Episode** für die drei Quellenarten statistisch signifikant, aber unterschiedlich stark je 10dB Anstieg stieg (Abbildung 7). Für den Fluglärm ergab sich ein Risikoanstieg bei depressiven Episoden bereits bei geringen Geräuschpegeln, allerdings im Sinne einer umgekehrten „U“-Form wieder abfallende Risiken bei höheren Geräuschpegeln. Für den Straßenverkehrslärm ergab sich ein linearer Risikoanstieg von 4,1% pro 10 dB. Der Risikoanstieg beim Schienenverkehr verhielt sich ähnlich wie beim Fluglärm: Es ergab sich ein Risikoanstieg bei geringen Pegeln mit wieder abfallenden Risiken bei höheren Geräuschpegeln, also eine umgekehrte „U“-Form des Risikoverlaufs wie beim Fluglärm.

Für die Diagnose **Brustkrebs** konnte kein Zusammenhang zwischen 24 Stunden-Dauerschallpegel des Fluglärms, Straßenverkehrslärms und Schienenverkehrslärms gefunden werden. Insgesamt ergeben sich für den Straßenverkehrslärm die höchsten Risiko-Anstiege pro 10 dB Pegelanstieg des 24 Stunden-Dauerschallpegels bei depressiven Episoden (4,1%), Herzinfarkt (2,8%), Herzinsuffizienz (2,4%) und Schlaganfall (1,7%).

Beim Schienenverkehrslärm ergeben sich die höchsten Risiko-Anstiege pro 10 dB Pegelanstieg für depressive Episoden (3,9%); umgekehrte „U“-Form des Risikoverlaufs), Herzinsuffizienz (3,1%), Herzinfarkt (2,3%) und Schlaganfall (1,8%).

Bei der vertiefenden Befragung von 8.517 Versicherten ergibt sich keine wesentliche Verzerrung der Herzinsuffizienz-Risikoschätzer durch eine unzureichende Berücksichtigung des Sozialstatus und des Lebensstils. Werden Analysen auf Versicherte mit bekanntem individuellem Sozialstatus beschränkt, so ändern sich die Ergebnisse nicht. Dies spricht für alle einbezogenen Erkrankungen gegen eine Ergebnisverzerrung durch den Sozialstatus. Weiterhin zeigte sich, dass die Innenraumpegel-bedingten Herzinsuffizienz-Risikoschätzer für alle drei untersuchten Verkehrslärm-Arten höher als die entsprechenden Risikoschätzer für die Außenpegel liegen: Dies spricht grundsätzlich für einen ursächlichen Beitrag der Verkehrslärm-Exposition zu der Entstehung einer Herzinsuffizienz.

5 Modul 2b: Blutdruckmonitoring - Wirkung chronischer Lärmbelastung auf den Blutdruck bei Erwachsenen

Autoren dieses Studienteils: Thomas Eikmann, Anja zur Nieden, Azita Lengler, Susanne Harpel, Doreen Ziedorn, Marcus Bürger, Jörn Pons-Kühnemann, Karin Römer, Helge Hudel, Justus-Liebig-Universität Gießen, 35392 Gießen; Jan Spilski, TU Kaiserslautern, 67663 Kaiserslautern; Kontakt: Anja.z.Nieden@hygiene.med.uni-giessen.de

5.1 Ziele und Methodik

Ziel des Blutdruckmonitoring war es, den Blutdruck als messbare körperliche Reaktion auf Stress bei einem Teilkollektiv zu erfassen, das chronisch durch Luft-, Schienen- und Straßenverkehrsgeräusche belastet ist. Es wurde angenommen, dass eine chronische Verkehrsgeräuschbelastung zu einer wiederholten und ggf. sich manifestierenden messbaren körperlichen Reaktionen im Bereich des autonomen Nervensystems führt, die sich im Blutdruck widerspiegeln. Weiterhin sollte der Einfluss der chronischen akustischen Belastung durch Straßen-, Schienen- und Luftverkehrsgeräusche auf das kardiovaskuläre Gesamtrisiko, gemessen am 10-Jahres-Herzinfarkt-Risiko (PROCAM, vgl. Assmann 2005) untersucht werden, da dieses sehr eng mit erhöhtem Blutdruck verbunden ist.

Dabei wurden folgenden Forschungsfragen nachgegangen: Sind mit steigender chronischer Belastung durch Luft-, Schienen- oder Straßenverkehrsgeräusche höhere Blutdruckmesswerte bei den Studienteilnehmende in der Umgebung des Flughafens Frankfurt zu verzeichnen? Ist mit steigender chronischer Belastung durch Luft-, Schienen- oder Straßenverkehrsgeräusche ein höheres 10-Jahres-Herzinfarkt-Risiko bei diesen Studienteilnehmende zu verzeichnen?

Die Teilnehmer führten für 21 Tage jeweils morgens und abends Blutdruckselbstmessungen durch. Eine begleitende Erhebung zur aktuellen Gesundheit, zum Lebensstil, zu personalen Faktoren und zur Lärmempfindlichkeit (NoiSeQ-R) erfasste weitere Daten. Die Durchführung erfolgte in zwei Abschnitten: Beobachtungsperiode 1 (BP1) fand von Juli 2012 bis Juni 2013, Beobachtungsperiode 2 (BP2) von Juli 2013 bis Juni 2014 statt. Als Lärmexposition wurde primär die kombinierte Abend-Nacht-Zeitscheibe des äquivalenten Dauerschallpegels $L_{pAeq,18-06h}$ (außen) für jede untersuchte Verkehrsgeräuschquelle festgelegt. In die Auswertungen gingen N=844 Datensätze ein.

5.2 Ergebnisse des Blutdruckmonitorings

Der Einfluss des Dauerschalldruckpegels der Schienenverkehrsgeräusche an der Wohnadresse ($L_{pAeq,18-06h}$ [dB]) auf den systolischen Blutdruck (mmHg) ist mit $b = 0,08$ ($\text{mmHg} \times \text{dB}^{-1}$) positiv, quantitativ aber nur gering ausgeprägt. Dies entspricht bei einem Anstieg des Schalldruckpegels für Schienenverkehrsgeräusche um 10 dB einem mittleren Anstieg um 0,8 mmHg des systolischen Blutdrucks. Dieser Zusammenhang ist statistisch nicht signifikant und hat in dieser Größenordnung keine medizinische Relevanz (Abbildung 8).

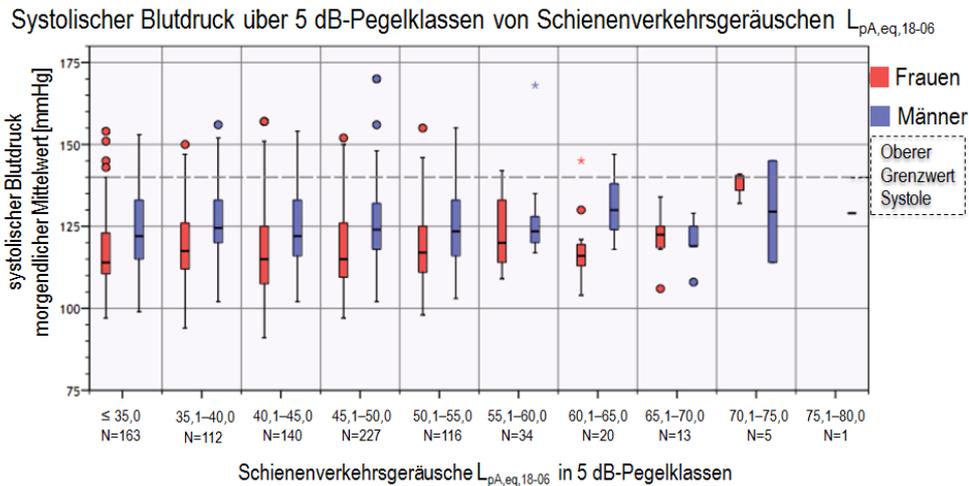


Abbildung 8. Systolischer Blutdruck über 5dB-Pegelklassen der Schienenverkehrsgeräusche $L_{pAeq,18-06h}$ [dB]

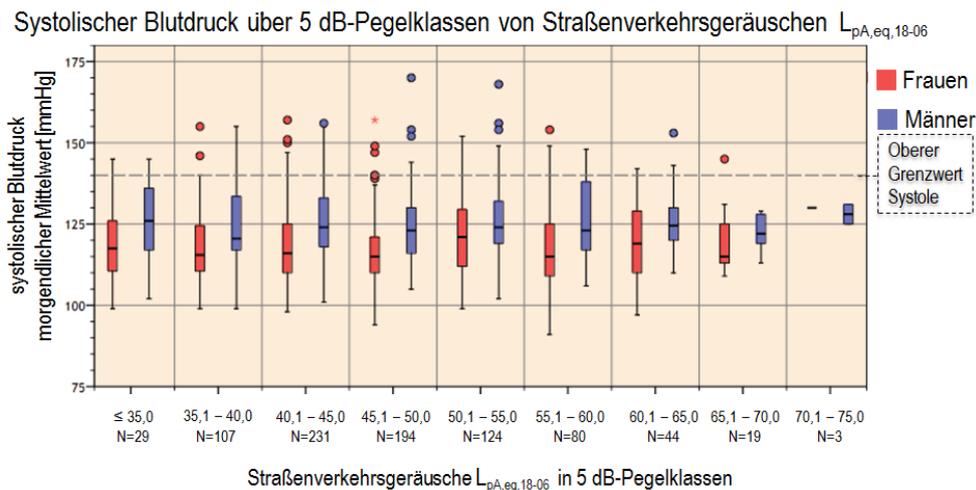


Abbildung 9. Systolischer Blutdruck über 5dB-Pegelklassen der Straßenverkehrsgeräusche $L_{pAeq,18-06h}$ [dB]

Die Assoziation zwischen systolischem Blutdruck (mmHg) und Dauerschalldruckpegel der Straßenverkehrsgeräusche an der Wohnadresse ($L_{pAeq,18-06h}$ [dB]) ist mit $b = 0,02$ ($\text{mmHg} \times \text{dB}^{-1}$) gering. Ein Anstieg des Schalldruckpegels für Straßenverkehrsgeräusche um 10 dB entspricht einem mittleren Anstieg der Systole um 0,2 mmHg. Dieser Zusammenhang ist statistisch ebenfalls nicht signifikant (Abbildung 9).

Insgesamt sind die Assoziationen zwischen den untersuchten Verkehrsgeräuschexpositionen und den Blutdruckmesswerten nur schwach ausgeprägt. Die Analysen ergeben für die Assoziation zwischen dem Ausmaß der regelmäßigen Geräuschbelastung aus Luft-, Schienen- und Straßenverkehr im Zeitraum 18-06 Uhr und den Endpunkten systolischer und diastolischer Blutdruck, Herzfrequenz, Blutdruckamplitude und PROCAM-Score quantitativ geringe Effektschätzer, die nicht die statistische Signifikanz erreichen. Hinweise auf vulnerable Gruppen ergeben sich aus Sensitivitätsanalysen. Es zeigt sich, dass bei Männern, Hyperto-

nikern (mit Medikation eher als ohne) oder Personen mit einer Wohndauer von weniger als 14 Jahren, die Assoziationen zwischen Geräuschbelastung und Blutdruckwerten tendenziell stärker ist. Auch die Zugehörigkeit zu Gruppen mit einer mittleren Lärmempfindlichkeit (NoiSeQ-R >1 bis 2) und einem Alters >40 Jahre hatte einen Einfluss auf die sich ergebenden Schätzer. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie - geringe positive Effektschätzer (im Sinne eines höheren Blutdrucks bei höherer Geräuschbelastung) ohne statistische Signifikanz - sind mit dem Stand eines Großteils der bisherigen Forschung insbesondere in Bezug auf die Exposition Fluglärm (Huang et al. 2015) und Schienenverkehrslärm (Dratva et al. 2012) vergleichbar.

Literatur

- BlmSchV (2006a). Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Lärmkartierung) vom 6. März 2006. Anlage 2: Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Schienenwegen (VBUSch) vom 22. Mai 2006. Bundesanzeiger, 154a, 6
- BlmSchV (2006b). Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Lärmkartierung) vom 6. März 2006. Anlage 3: Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Straßen (VBUS) vom 22. Mai 2006. Bundesanzeiger, 154a, 6
- Assmann, G. (2005). [Assessment of cardiovascular risk--PROCAM and new algorithms]. Biomedizinische Technik. Biomedical Engineering, 50(7-8), 227-232. <http://doi.org/10.1515/BMT.2005.033>
- 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. *Environmental Health Perspectives*, 120(1), 50-55. <http://doi.org/10.1289/ehp.1103448>.
- EC/WG2 (2002). Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance. European Commission.
- Ellert, U., Lampert, T. & Ravens-Sieberer, U. (2005). Messung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität mit dem SF-8. Eine Normstichprobe für Deutschland. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, H. 12, 1330-1337.
- EU-Umgebungslärmrichtlinie - Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über die vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm.
- Huang, D., Song, X., Cui, Q., Tian, J., Wang, Q., & Yang, K. (2015). Is there an association between aircraft noise exposure and the incidence of hypertension? A meta-analysis of 16784 participants. *Noise & Health*, 17(75), 93-97. <http://doi.org/10.4103/1463-1741.153400>
- International Organization for Standardization ISO/TS 15666 (ISO/TS 15666:2003-02). (2003). *Acoustics - Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys*. Berlin: Beuth.
- Schreckenberg, D. (2011). *Belästigung durch Bahnlärm im Mittelrheintal und im Rheingau/ Rheinhessen*. Forschungsbericht im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz (MUFV), Mainz, und des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUELV), Wiesbaden.