Ausschussvorlage

Ausschuss: WVA, 30./31. Sitzung am 23./24.09.2010

Ausschussvorlage zu: Drucks. 18/2578
– Fluglärm –

Prof. Dr. med. Eberhard Greiser, Epi.Consult GmbH S. 125

Dr. Ullrich Isermann, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V.
Institut Aerodynamik/Strömungstechnik S. 183

Prof. Dr. med. Peter Lercher, Medizinische Universität Innsbruck S. 186

Initiative Zukunft Rhein-Main S. 197

Epi.Consult GmbH Prof. Dr. med. Eberhard Greiser

Vorlage zur Anhörung des Hessischen Landtages „Fluglärmmonitoring und Gesundheitsschutz im Ballungsraum Frankfurt/Rhein-Main“ am 23. und 24.9. 2010

A. Ergebnisse der epidemiologischen Fall-Kontroll-Studien im Umfeld des Flughafens Köln-Bonn

B. Konzept für ein Gesundheitsmonitoring im Umfeld des Flughafens Frankfurt

Musweiler, 20.9.2010

Inhaltsverzeichnis

C.V. Prof. Dr. Eberhard Greiser	3
Finanzierung der Fall-Kontroll-Studien	3
Danksagung	3
A. Ergebnisse der epidemiologischen Fall-Kontroll-Studien im im Umfeld des Flughafens Köln-Bonn	4
1. Einleitung	4
2. Material und Methoden	5
2.1 Lärmdaten	5
2.2 Adressdaten	7
2.3 Aggregierte Strukturdaten	7
2.4 Verarbeitung von Lärm- und Strukturdaten	7
2.5 Daten der gesetzlichen Krankenkassen	8
2.6 Statistische Methoden	11
3. Ergebnisse	14
3.1 Verteilung des Fluglärms	14
3.2 Ergebnisse der logistischen Regressionen	19
3.2.1 Herz- und Kreislaufkrankheiten	19
3.2.2 Psychische Erkrankungen	31
3.2.3 Krebserkrankungen	32
4. Diskussion	35
4.1 Herz- und Kreislaufkrankheiten	35
4.2 Krebserkrankungen	47
4.3 Limitationen der Studie	48
4.4 Stärken der Studie	50
B. Konzept für ein Gesundheitsmonitoring im Umfeld des Flughafens Frankfurt	52

C.V. Prof. Dr. med. Eberhard Greiser

1958-1967 Studium der Humanmedizin an der Universität Hamburg und der Freien Universität Berlin

1967-1975 Wissenschaftlicher Assistent am Institut für Biometrie und medizinische Dokumentation der Medizinischen Hochschule Hannover

1975 Habilitation mit Erteilung der Venia legendi für medizinische Statistik und epidemiologie

1975-1981 Leiter der Abteilung für medizinische Statistik und Epidemiologie des Diabetes-Forschungsinstitutes an der Universität Düsseldorf

1981-2004 Direktor des Bremer Instituts für Präventionsforschung und Sozialmedizin (BIPS)

2002- Geschäftsführender Gesellschafter der Epi.Consult GmbH, einer Beratungsfirma zur Planung und Durchführung epidemiologischer Studien und sozialmedizinischer Gutachten.

1969- Planung und Durchführung von epidemiologischen Studien jeder Art. Seit 1984 laufend Planung und Durchführung von umweltepidemiologischen Studien. Seit 2004 Planung und Durchführung von epidemiologischen Studien zum Zusammenhang von Fluglärm und Gesundheitsgefährdung

Finanzierung der vorliegenden Fall-Kontroll-Studien

Die Durchführung der Fall-Kontroll-Studie zu Fluglärm und Herz- und Kreislauferkrankungen sowie psychischen Erkrankungen erfolgte im Auftrage des Umweltbundesamtes (FKZ 3708 51 101). Die Fall-Kontroll-Studie zu Fluglärm und Krebserkrankungen wurde partiell durch einen Beitrag des Rhein-Sieg-Kreises, sowie durch Eigenmittel finanziert.

Danksagung

Dank für die wissenschaftliche Beratung bei der Planung, Durchführung und Analyse der vorliegenden Fall-Kontroll-Studien gilt vor allem dem wissenschaftlichen Beirat:

- Prof. Dr. med. Ursula Ackermann-Liebrich, Basel,
- Dr. med. Barbara Hoffmann, Essen,
- Prof. Dr. med. Wolfgang Hoffmann, Greifswald.

Für hilfreiche Anregungen und Kritik gilt besondere Dank:

- Prof. Dr. med. Martin Kaltenbach, Dreieich,
- Dr. med. Matthias Basner, Philadelphia,
- PD Dr. Christian Maschke, Berlin,
- Prof. Dr. Katrin Janhsen, Osnabrück.

1. Einleitung

Die Vermutung, dass Fluglärm zu einem erhöhten Krankheitsrisiko bei Herz- und Kreislaufkrankheiten führen könnte, ist zuerst von Knipschild[1] 1977 in mehreren Untersuchungen, durchweg Querschnittsstudien, um den Amsterdamer Flughafen Schiphol plausibel gemacht worden. Er fand in stärker mit Fluglärm belasteten Gemeinden in unmittelbarer Nähe zum Flughafen einen erhöhten Verbrauch von blutdrucksenkenden Arzneimitteln[2] als auch eine vermehrte Häufigkeit von Bluthochdruck und von Beschwerden von Herz- und Kreislaufkrankheiten.

In jüngster Zeit haben sich vor allem durch eine Untersuchung in Schweden und durch eine multizentrische europäische Studie die Verdachtsmomente verdichtet, dass infolge von Fluglärm, vor allem, wenn er des Nachts auftritt, die Häufigkeit von Bluthochdruck in der Allgemeinbevölkerung dramatisch erhöhen könnte.

Rosenlund und Koautoren[3] fanden bei Anwohnern des Stockholmer Flughafens Arlanda im Vergleich zu Personen aus einer Region ohne Fluglärmbelastung eine signifikante Erhöhung der Häufigkeit von ärztlich diagnostiziertem Bluthochdruck bei Männern und Frauen. Dieser Effekt fiel bei Schwerhörigen deutlich niedriger aus.

Im Rahmen der HYENA-Studie[4] wurde die Häufigkeit von Bluthochdruck bei einer Stichprobe von über 5.000 Anwohnern in der Umgebung von sechs europäischen Großflughäfen untersucht. Als Folge einer Belastung mit nächtlichem Fluglärm ab 35 dB(A) Dauerschallpegel fand sich eine Erhöhung des Risikos für Bluthochdruck um 14 % je 10 dB(A)-Anstieg des Fluglärms. Fluglärm am Tage beeinflusste in dieser Studie die Häufigkeit von Bluthochdruck nicht. Dagegen zeigte Lärm von Straßenverkehr ebenfalls einen signifikanten, wenngleich geringeren Anstieg des Bluthochdruck-Risikos. An einer kleinen Unterstichprobe wurde der Einfluss von Lärmereignissen auf den aktuell gemessenen Blutdruck ermittelt.

---

[1] Knipschild P. Medical effects of aircraft noise: Community cardiovascular survey. Int Arch Occup Environ Health 1977; 40: 185-190.
[2] Knipschild P. Medical effects of aircraft noise. Drug survey. Int Arch Occup Environ Health 1977; 197-200.
[3] Rosenlund M, Berglind N, Pershagen G, Järup L, Bluhm G. Increased prevalence of hypertension in a population exposed to aircraft noise. Occup Environ Med 2001; 58: 769-773.
[4] Jarup L, Babisch W, Houthuijs D, Pershagen G, Katsouyanni K, Cadum E, Dudley ML, Savigny P, Seiffert I, Swart W, Breugelmans O, Bluhm G, Selander J, Haralabidis A, Dimakopoulou K, Sourtzi P, Velonakis M, Vigna-Taglianti F on behalf of the HYENA study team. Hypertension and exposure to noise near airports: The HYENA Study. Environ Health Perspect 2008; 116: 329-333.

Haralabidis und Koautoren berichteten[5] das jedes akute Lärmereignis über 35 dB(A) zu einer signifikanten Steigerung des systolischen und des diastolischen Blutdrucks führen könnte.

In einer im Auftrage des Umweltbundesamtes durchgeführten epidemiologischen Studie um den Flughafen Köln-Bonn[6] fanden sich schließlich mit zunehmendem Dauerschallpegel ansteigende Verordnungshäufigkeiten von blutrdrucksenkenden Arzneimitteln und von anderen Arzneimitteln zur Behandlung von Herz- und Kreislauferkrankungen. Die dabei beobachteten Effekte waren bei Frauen stärker ausgeprägt als bei Männern und waren bei der Analyse der Folgen nächtlichen Fluglärms ausgeprägter als nach Fluglärm am Tage. Bei Frauen fanden sich zudem erhöhte Verordnungsmengen für Schlaf- und Beruhigungsmittel, sowie für Arzneimittel zur Behandlung von Depressionen.

Diese Ergebnisse rechtfertigten die Durchführung einer weiteren Studie, in der auf der Basis der Daten von mehr als 1.020 Millionen Versicherten gesetzlicher Krankenkassen im Rahmen einer Fall-Kontroll-Studie analysiert werden sollte, ob und in welchem Ausmaß Fluglärm das Erkrankungsrisiko für solche Erkrankungen erhöhen könnte, die eine stationäre Krankenhausbehandlung erforderlich machen. Als Zielkrankheiten wurden kardiovaskuläre Erkrankungen und psychische Erkrankungen definiert.

2. Material und Methoden

2.1 Lärmdaten

A. Fluglärmdaten

Die Flughafen Köln/Bonn GmbH hat Daten über sämtliche Flugbewegungen des Kalenderjahres 2004 nach Luftfahrzeug, Zeitpunkt und Flugroute zur Verfügung gestellt. Diese Einzelflugdaten wurden von der AVIA-Consult, Strausberg, in ein Datenerfassungssystem (DES) überführt und auf der Basis der sechs verkehrsreichsten Monate

[5] Haralabidis AS, Dimakopoulou K, Vigna-Taglianti F, Giampolo M, Borgini A, Dudley ML, Pershagen G, Bluhm G, Houthuijs D, Babisch W, Velonakis M, Katsouyanni K, Jarup L; HYENA Consortium. Acute effects of nighttime noise exposure on blood pressure in populations living near airports. Eur Heart J 2008; 29:658-664.

[6] Greiser E, Greiser C, Janhsen K. Beeinträchtigung durch Fluglärm: Arzneimittelverbrauch als Indikator für gesundheitliche Beeinträchtigungen. Forschungsprojekt im Auftrage des Umweltbundesamtes. Publikationen des Umweltbundesamtes. Berlin, November 2006.

des Jahres unter Verwendung einer modifizierten „Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen“ (AzB 99 – $Leq_{(3)}$) in geokodierte Dauerschallpegel für definierte Zeitfenster umgerechnet:

- Für die gesamte Nacht (22.00 bis 6.00 Uhr),
- für den gesamten Tag (6.00 bis 22.00 Uhr),
- für die Nachtstunden 23.00 bis 1.00 Uhr,
- für die Nachtstunden 3.00 bis 5.00 Uhr.

Die Zeitfenster der Nacht entsprechen der Haupt-Landezeit für Frachtflugzeuge (23-1 Uhr) und der Haupt-Startzeit für Frachtflugzeuge (3-5 Uhr). Die Dauerschallpegel wurden für einen Pegelbereich von 40 dB(A) aufwärts berechnet.

An weiteren Daten hatte der Flughafen Köln/Bonn eine Datei zur Verfügung gestellt, die sämtliche Anschriften enthielt, deren Bewohner die Finanzierung von baulichen Lärmschutzmassnahmen durch den Flughafen beantragen konnten. Die von der Flughafen Köln/Bonn GmbH zur Verfügung gestellten Daten erlauben die Unterscheidung von Versicherten, die Anspruch auf bauliche Lärmschutzmassnahmen im Rahmen des freiwilligen Schallschutzprogramms des Flughafens haben und denjenigen, die nicht unter dieses Programm fallen. Es liegen aber keine Daten darüber vor, ob die anspruchsberechtigten Versicherten ihre Ansprüche tatsächlich realisiert haben. Aller Erfahrung nach lässt aber ein großer Teil der Anspruchsberechtigten bauliche Lärmschutzmaßnahmen vornehmen.

B. Verkehrslärmdaten

Vom Landesumweltamt des Landes Nordrhein-Westfalen wurde im Rahmen eines sogenannten Screening-Projektes eine Lärmkartierung des gesamten Bundeslandes erstellt (Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen: Screening der Geräuschbelastung in NRW.11.2.2000). Für Zwecke des Forschungsprojektes wurden Rasterdaten zu Verfügung gestellt, die den Bereich der Stadt Köln, des Rheinisch-Bergischen Kreises und des Rhein-Sieg-Kreises umfassten. Für Straßen und Schienenwege waren Dauerschallpegel für den Tag (6.00 bis 22.00 Uhr) und für die Nacht (22.00 bis 6.00 Uhr) verfügbar; die Dauerschallpegel lagen für einen Pegelbereich von 35 dB(A) aufwärts vor.

Die Rasterdaten wurden für die Stadt Köln vom Umwelt- und Verbraucherschutzamt der Stadt Köln in geokodierte Daten umgesetzt. Für die beiden Kreise erfolgte dieses durch AVIA-Consult. Zusätzlich stellte die Stadt Köln Daten ihres eigenen differenzierten Lärmkatasters zur Verfügung. Diese Daten umfassen im Wesentlichen die rechtsrheinischen Stadtteile.

2.2 Adressdaten

Adressdaten für das Forschungsprojekt entstammen verschiedenen Datenquellen:

- Die Stadt Köln lieferte Adressdaten für sämtliche Gebäude innerhalb des Stadtgebietes und stellte gleichzeitig die Lärmdaten (Fluglärm, Verkehrslärm) gelinkt zu den Adressdaten zur Verfügung.
- Für die beiden Kreise standen geokodierte Adressdaten des Landesvermessungsamtes zur Verfügung.
- Daten zur Verbindung von Straßen bzw. Adressen zu einzelnen Ortsteilen waren in der Adressdatenbank der Stadt Köln bereits vorhanden.
- Für die beiden Kreise mussten diese Informationen aus verschiedenen z.T. disparaten Datenquellen erschlossen werden.

2.3 Aggregierte Strukturdaten

Für Zwecke des Forschungsprojektes waren Daten über die Sozialstruktur von Ortsteilen bzw. Stadtteilen erforderlich. Es wurde entschieden, hierfür die Anteile von Sozialhilfe-Empfängern an der Gesamtbevölkerung heranzuziehen, da diese Daten offenkundig als einzige in identischer Form für alle Gemeinden verfügbar waren. Zusätzlich ist die Dichte von Alten- und Pflegeheim-Plätzen bezogen auf die über 64-jährige Bevölkerung der Städte und Gemeinden (im Falle der Stadt Köln bezogen auf Stadtteile) ermittelt worden.

2.4 Verarbeitung von Lärm- und Strukturdaten

Sämtliche Lärm- und Strukturdaten sind mit den insgesamt 376.223 Adressen der gesamten Untersuchungsregion verbunden worden. Diese Datenbank enthielt schließlich neben der Postleitzahl den Namen der Gemeinde, Strasse, Hausnummer und Hausnummern-Zusatz sowie einen Charakterstring mit den die Lärm- und Strukturdaten.

2.5 Daten der gesetzlichen Krankenkassen

Von acht gesetzlichen Krankenkassen sind die Daten von insgesamt 1.020.508 Versicherten zur Verfügung gestellt worden, deren Hauptwohnsitz in der Studienregion (Stadt Köln, Rhein-Sieg-Kreis, Rheinisch-Bergischer Kreis) lag. Dieses entspricht ca. 55 % der Gesamtpopulation der Studienregion. Die Zeiträume, für die Daten zur Verfügung gestellt wurden, variierten zwischen 2 und 6 Jahren. Insgesamt 3.69 Millionen Versichertenjahre resultierten daraus.

Von den kooperierenden Krankenkassen wurden folgende Einzel-Daten aus verschiedenen Datenbanken in faktisch anonymisierter Form zur Verfügung gestellt:

A. Stammdaten

- pseudonymisierte Id-Nummer,
- Geburtsjahr,
- Geschlecht,
- Postleitzahl des Wohnortes,
- Beginn und Ende eines Versicherungsverhältnisses,
- Beitragsbemessungsgrundlage bei Pflichtversicherten, die noch im Erwerbsleben standen,
- Status als Stamm- bzw. Familienversicherter,
- Zuordnung mit Familienversicherten zum Stammversicherten.

B. Daten über stationäre Krankenhausbehandlung

- psydonymisierte Id-Nummer
- Beginn und Ende der stationären Behandlung
- Hauptdiagnose und bis zu 8 Nebendiagnosen bei Entlassung

C. Lärm- und Strukturdaten

Die Krankenkassen erhielten die Adress-Datenbank der gesamten Studienregion mit den Lärm- und Strukturdaten. Auf der Basis der Anschriften der einzelnen Versicherten wurde ein Linkage für jeden Versicherten durchgeführt. Für das Forschungsprojekt wurde sodann für jeden Versicherten die pseudonymisierte Id-Nummer mit dem anhängenden Charakterstring für das Forschungsprojekt aufbereitet.

Aufbereitung der Entlassungsdiagnosen

Die Daten über stationäre Krankenhausbehandlung enthielten die Entlassungsdiagnosen nach der Internationalen Klassifikation von Erkrankungen und Todesursachen (ICD), teil kodiert nach der 9. Revision (ICD-9), zum größten Teil jedoch kodiert nach der 10. Revision (ICD-10). Aus den Einzelkodes wurden für die weiteren Analysen Kodes zu Diagnosen und Diagnosengruppen zusammengefasst. Die dabei verwendeten Algorithmen gehen aus Tabelle 1 hervor.

Tabelle 1. Algorithmen für die Zusammenfassung von ICD-Kodes zu Diagnosen

Diagnose	ICD-9	ICD-10
Schlaganfall	431, 432, 433, 434, 435, 435, 436	I60, I61, I63, I64
Hirndurchblutungsstörungen & Schlaganfall	431, 432, 433, 434, 435, 435, 436	I6
Koronare Herzkrankheit	411, 413 414	I24, I25
Herzinfarkt	410, 412	I21, I22, I23
Herzschwäche	402, 425, 428	I50, I51
Angst, Phobie	300	F40, F41
Depression	311	F33, F34
Psychose	290, 291, 292, 294, 295, 296, 297, 298, 299	F2, F03, F04, F05, F06, F09
Krebserkrankungen	140-208	C – D09
Brustkrebs bei Frauen	174	C50

Für jeden Versicherten wurden über alle Versicherungsphasen die in diesen Phasen gestellten Entlassungsdiagnosen zusammengefasst, so dass als Ergebnis für jeden Versicherten das mindestens einmalige Auftreten einer Diagnose für die Weiterverarbeitung zur Verfügung stand. Diese Diagnosen sind für die weiteren Analysen in mehrfacher Weise validiert worden:

- Zunächst wurde geprüft, ob bei den Versicherten mit einer entsprechenden Entlassungsdiagnose von niedergelassenen Ärzten solche Arzneimittel verordnet worden waren, die zur ambulanten Behandlung der entsprechenden Erkrankungen verwendet werden:
  -- bei Herz- und Kreislauferkrankungen: blutdrucksenkende Arzneimittel und Arzneimittel zur Behandlungen von Erkrankungen des Herzens und des Kreislaufs,
  -- bei Depressionen: Antidepressiva,
  -- bei Psychosen: Neuroleptika und sonstige Arzneimittel zur Behandlung von Psychosen,
  -- bei Krebserkrankungen: Zytostatika, Immunsuppressiva, Antihormone.

- Bei Erkrankungen des Herzens und des Kreislaufs wurde in einem weiteren Schritt Neuerkrankungen (inzidente Erkrankungen) bestimmt, indem geprüft wurde, ob nach einem Zeitraum von mindestens 180 Tagen zu Beginn des Versicherungsverhältnisses **kein** Arzneimittel zur Behandlung von Bluthochdruck oder von Erkrankungen des Herzens und des Kreislaufs verordnet worden war. Wenn bei solchen Versicherten dann nach stationärer Krankenhausbehandlung eine entsprechende Diagnose gestellt wurde (Herzinfarkt, Herzschwäche, koronare Herzkrankheit, Schlaganfall) wurde angenommen, dass es sich um eine Neuerkrankung (inzidente Erkrankung) handele. Ein Vergleich der Neuerkrankungshäufigkeiten für Herzinfarkt bei Männern und Frauen mit den entsprechenden Neuerkrankungshäufigkeiten des Herzinfarkt-Registers Augsburg[7] zeigte eine gute Übereinstimmung. Für die anderen Erkrankungen des Herzens und des Kreislaufs existieren keine Daten über Neuerkrankungshäufigkeiten in Deutschland.

[7] Löwel H. Koronare Herzkrankheit und akuter Myokardinfarkt. Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Heft 33. Robert Koch Institut, Berlin, 2006.

2.6 Statistische Methoden

Die Analysen erfolgten mittels multivariater logistischer Regressionen (SAS-Prozedur Proc Phreg)[8]. Dabei wurden, der Methodik von Fall-Kontroll-Studien folgend, alle Versicherten, die die jeweils zu analysierenden Diagnosen aufwiesen, als Fälle definiert, alle Versicherten, die diese Diagnosen nicht aufwiesen, als Kontrollen. Für die einzelnen Analysen wurden Modelle definiert, die folgende Variablen enthielten:

- Fluglärm-Parameter,
- Straßenlärm-Parameter,
- Schienenlärm-Parameter,
- Alter,
- Sozialhilfe-Häufigkeit des Ortsteils bzw. Des Stadtteils,
- Dichte von Alten- und Pflegeheimplätzen bezogen auf die Bevölkerung über 64 Jahre,
- Interaktionsterm Alter*Fluglärm-Parameter,

Die Umgebungslärmparameter wurden linear transformiert, so dass dem untersten berechneten Wert der Wert 1 zugewiesen wurde. In allen Fällen, in denen für einzelne Umgebungslärmparameter keine Berechnung vorlag, wurde eine 0 substituiert. Im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse wurde untersucht, ob eine Verschiebung des Startpunktes zu relevanten Veränderungen der Schätzungen führen könnte. Es zeigte sich, dass eine Verschiebung um 2 dB(A) (d.h. Dauerschallpegel von 40 und 41 dB(A) wurden auf den Wert 0 gesetzt) zu nur geringfügig abweichenden Schätzungen führte.

Im Rahmen von weiteren Sensitivitätsprüfungen wurde analysiert, ob mit nichtlinearen Transformationen der Fluglärmparameter eine bessere Modellanpassung möglich wäre. Dafür wurden quadratische, kubische und gemischte Modelle (linear + quadratisch) untersucht. Es zeigte sich, dass die Lineartransformation die beste Modellanpassung gewährleistete.

[8] Version 9.2 (SAS Institute, Cory, North Carolina, USA)

Für den Fluglärm waren Berechnungen der Dauerschallpegel für vier Zeitfenster erfolgt (6-22 Uhr, 22-6 Uhr, 23-1 Uhr, 3-5 Uhr). Zusätzlich wurde ein ungewichteter 24-Stunden-Dauerschallpegel (Leq_{24}) berechnet.

Da die Untersuchungspopulation für die einzelnen Zeitfenster in unterschiedlichem Maße durch Fluglärm belastet war, konnte der Fall entstehen, dass Personen, die z.B. im Zeitfenster 22-6 Uhr von Fluglärm nicht belastet waren, während des Zeitfensters 3-5 Uhr eine Belastung erfuhren. Diese Personen hätten in den Analysen zur unbelasteten Referenzpopulation gezählt[9]. Dieses hätte letztendlich zu einer Unterschätzung der Effekte des Fluglärms für das Zeitfenster 22-6 Uhr geführt. Um dieses zu vermeiden, wurden die Werte dieser Personen aus der jeweiligen Analyse ausgeschlossen.

Bei der Analyse der Fluglärmeffekte für die einzelnen Zeitfenster wurden für die Nacht-Zeitfenster die entsprechenden Straßen- und Schienenlärm-Parameter für die Nacht ausgewählt, für das Tag-Zeitfenster wurde analog verfahren.

Um den möglichen Einfluss der Finanzierung von Lärmschutzmassnahmen durch den Flughafen Köln-Bonn zu ermitteln, wurden alle Analysen in drei Formen durchgeführt:

a) für die gesamte Studienpopulation;
b) für die gesamte von Fluglärm nicht belastete Teilpopulation und diejenigen von Fluglärm Betroffenen, die sich vom Flughafen Köln-Bonn Schallschutzmassnahmen nicht finanzieren lassen konnten.

Die Analysen für Erkrankungen des Herzens und des Kreislaufs, sowie für psychische Erkrankungen wurden lediglich für das Zeitfenster 23 – 1 Uhr durchgeführt, da es Hinweise darauf gibt, dass Störungen des Schlafs in der ersten Nachthälfte verstärkt zur Ausschüttung von Streßhormonen führen, von denen angenommen werden muss, dass dadurch die Entstehung von Bluthochdruck begünstigt wird[10]. Bei der Analyse von Krebserkrankungen zeigte sich im Rahmen von Sensitivitätsanaly-

[9] Herrn Dr. Michael Maiwald, Direktor des Gesundheitsamtes Offenbach, verdanke ich den Hinweis auf diese mögliche Unterschätzung von Fluglärmeffekten.

[10] Balbo M, Lepoult R, van Cauter E. Impact of sleep and its disturbances on hypothalamo-pituitary-adrenal axis activity. Int J Endocrinol 2010. doi:10.1155/2010/759234

sen, dass stärkere Effekte durch Exposition gegenüber Fluglärm am Tage, sowie für das Zeitfenster 3-5 Uhr in der Nacht zu beobachten waren.

Alle logistischen Regressionen wurden getrennt für Männer und Frauen durchgeführt.

3. Ergebnisse

3.1 Verteilung des Fluglärms

Ein Vergleich der Ausbreitung der Isophone des Fluglärms über die vier Zeitfenster (Abbildungen 1 – 4) zeigt deutlich, dass insbesondere die beiden spezifischen Zeitfenster in der Nacht, die vor allem durch den Anflug der Frachtmaschinen (23 – 1 Uhr) und durch ihren Abflug bedingt sind (3 – 5 Uhr) ein Flächenmuster aufweisen, dass in einigen Bereichen erheblich von den Ausbreitungsmustern des Fluglärms für den Tag und für die gesamte Nacht abweichen.

Insgesamt sind ca. 20 % der gesamten Studienpopulation durch Fluglärm mit einem Dauerschallpegel von 40 dB(A) aufwärts betroffen. Dabei unterscheidet sich das Belastungsspektrum zwischen den einzelnen Zeitfenstern, wie Abbildung 5 zeigt, erheblich. Bei der Interpretation der Ergebnisse der logistischen Regressionen ist zu beachten, dass die jeweils betroffenen Teilpopulationen nur z. T. identisch sind.

Abbildung 1. Isophone für Fluglärm am Tage (6 – 22 Uhr)

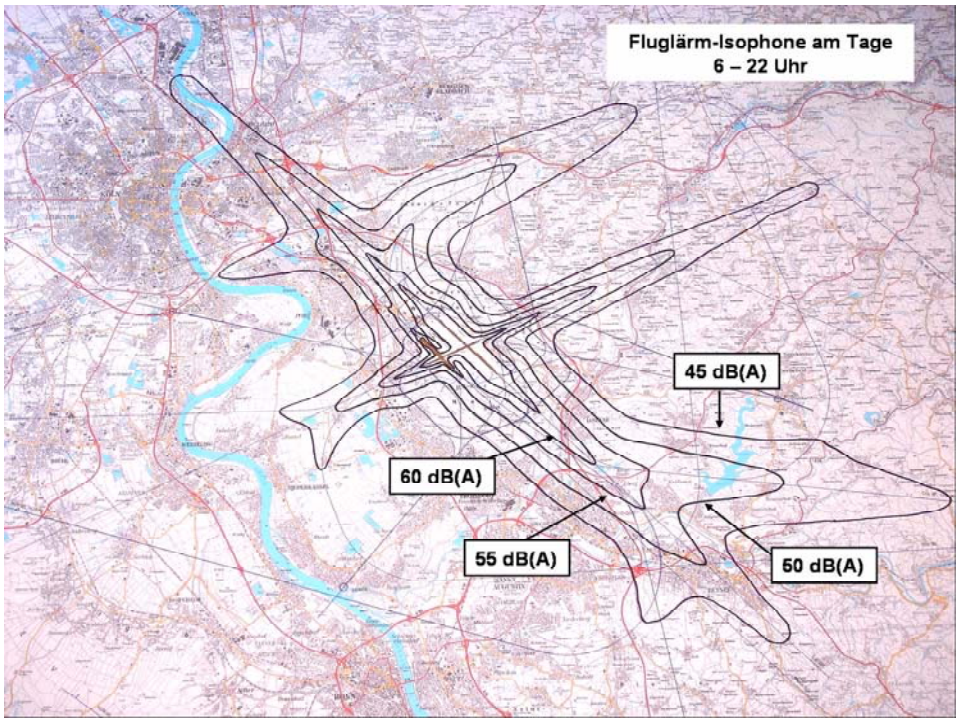
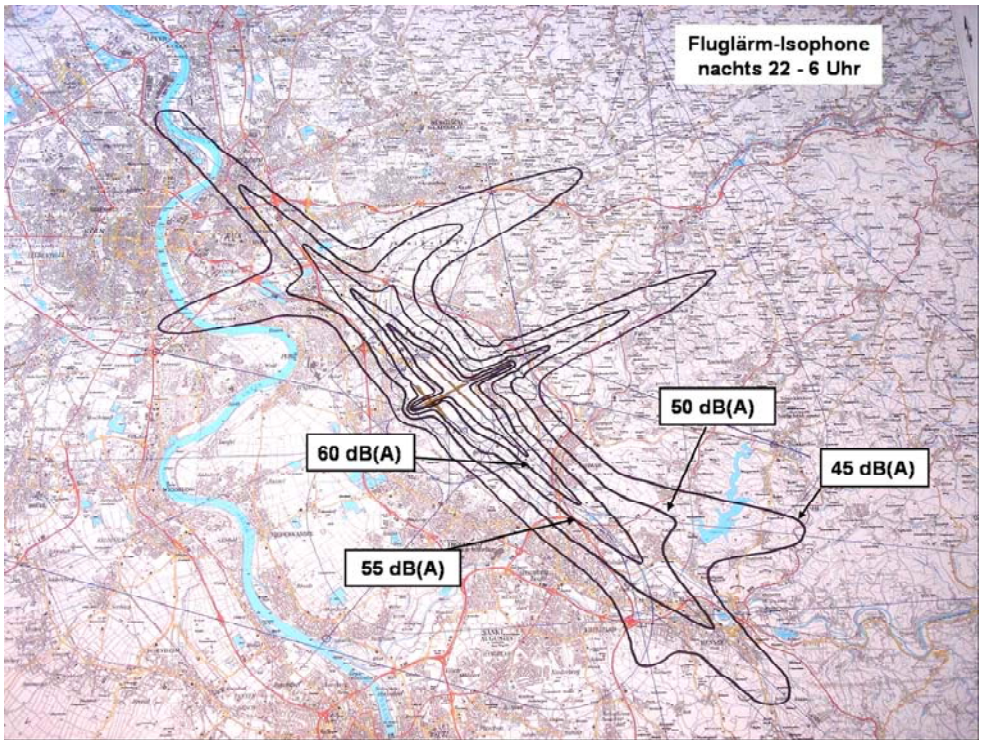


Abbildung 2.Isophone für Fluglärm in der Nacht (22 – 6 Uhr)



Eine Darstellung der Verteilung der Studienpopulation auf einzelne Isophon-Klassen für die vier Zeitfenster weist auf die ungleiche Belastung in den einzelnen Zeitfenstern hin (Abbildung 5).

Abbildung 3. Isophone für Fluglärm in der ersten Nachthälfte (23 – 1 Uhr)

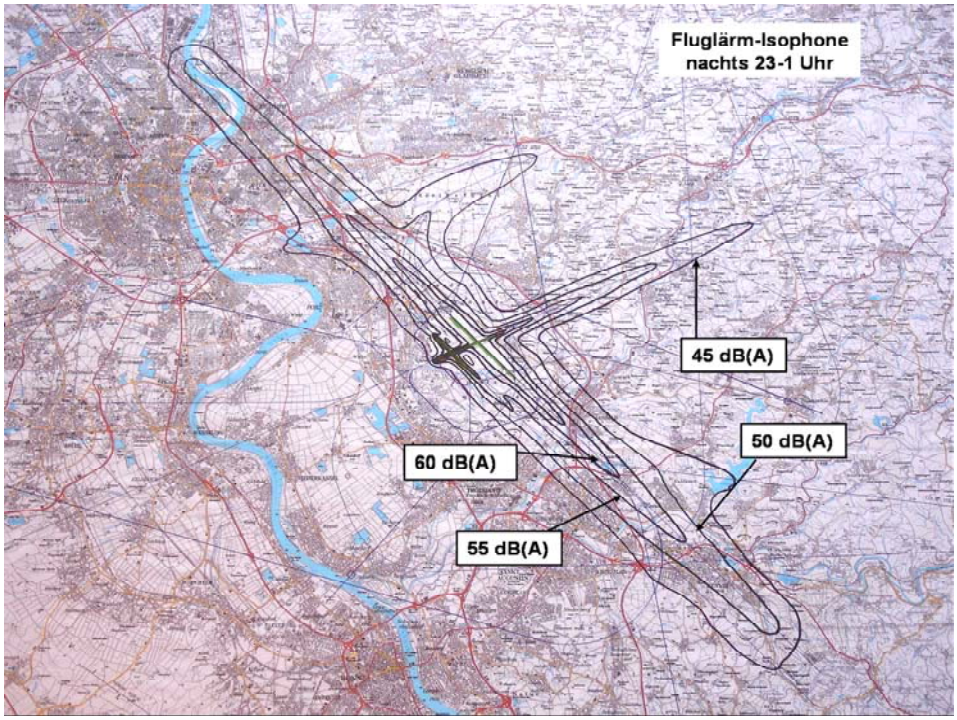
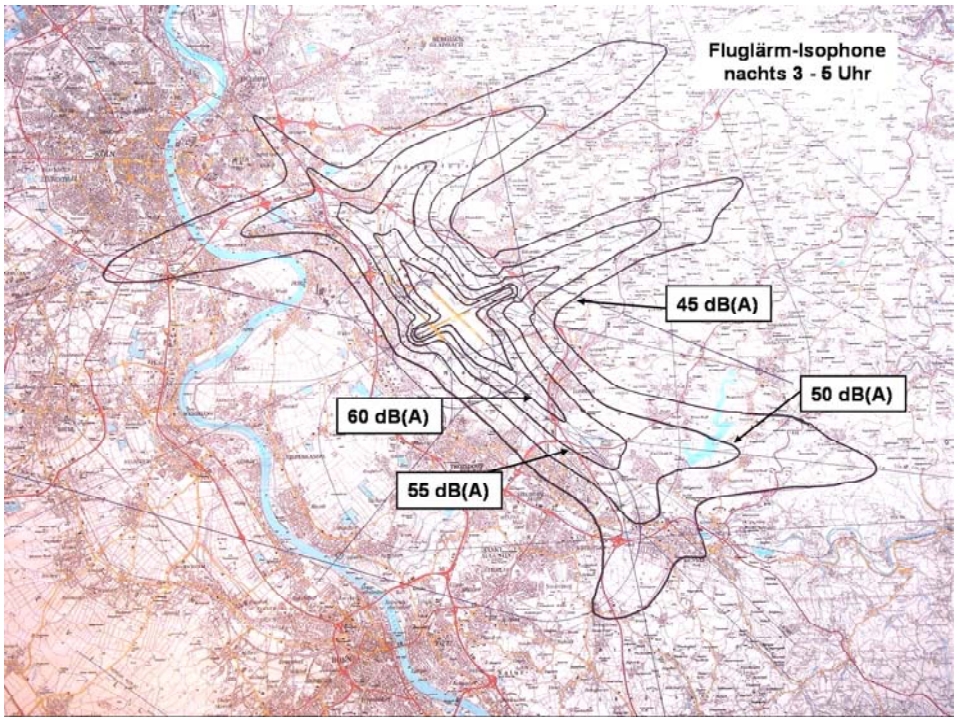


Abbildung 4. Isophone für Fluglärm in der zweiten Nachthälfte (3 – 5 Uhr)



Straßenverkehrslärm belastet im Vergleich zu Fluglärm einen ungleich größeren Anteil der Studienpopulation mit in der Spitze auch deutlich höheren Dauerschallpegeln (Abbildung 6).

Abbildung 5. Belastung der Untersuchungspopulation durch Fluglärm in verschiedenen Zeitfenstern.

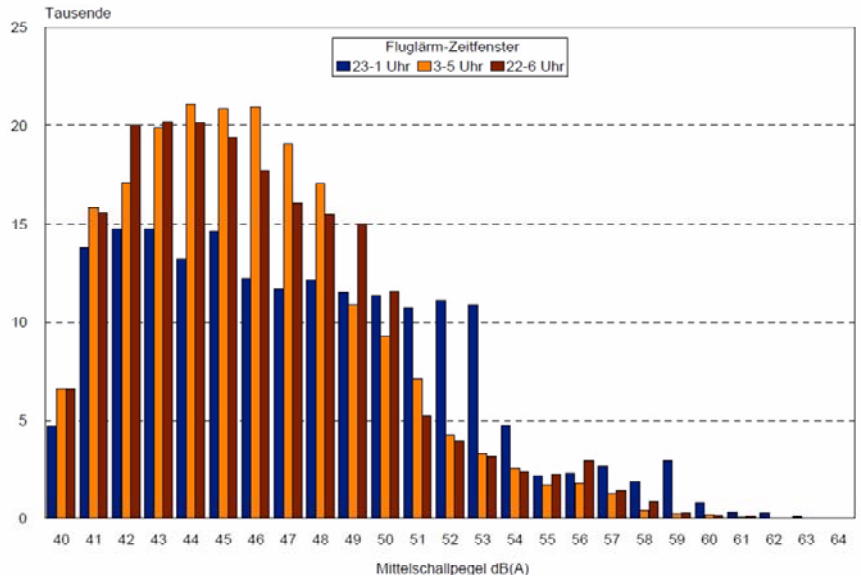
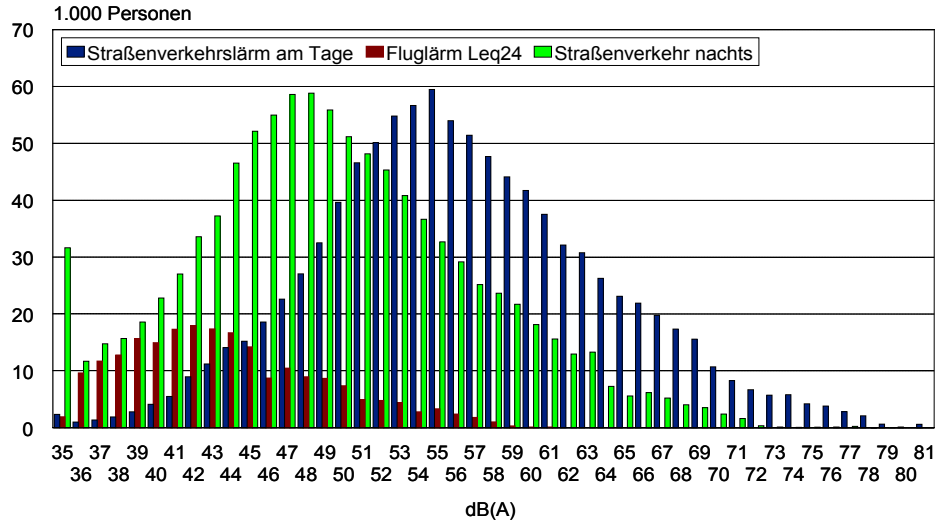


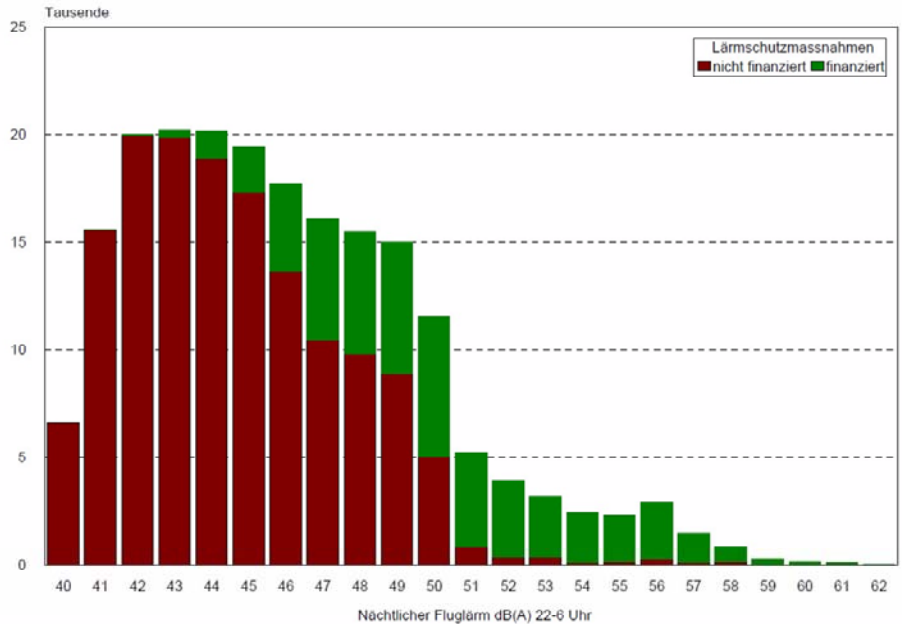
Abbildung 6. Belastung der Untersuchungspopulation durch Straßenverkehrslärm und durch Fluglärm (Leq_{24}).



Schließlich ist bei den multivariaten logistischen Regressionen, soweit sie die gesamte Studienpopulation betrafen, die Möglichkeit der Finanzierung von Lärmschutzmassnahmen für Schlafzimmer als Einflussvariable berücksichtigt worden. Wie Abbildung 7 zeigt, korrespondiert diese Möglichkeit fast überhaupt nicht mit dem nächtlichen Dauerschallpegel, da von dieser Möglichkeit Anwohner bereits von einem

Dauerschallpegel von 43 dB(A) Gebrauch machen könne, andererseits andere mit einem Dauerschallpegel von 58 dB(A) davon ausgeschlossen sind.

Abbildung 7. Möglichkeit zur Finanzierung von Lärmschutzmassnahmen für Schlafzimmer und nächtlicher Dauerschallpegel.



In Tabelle 2 finden sich für die gesamte Studienpopulation die Anzahl von Männern und Frauen sowie die jeweilige Anzahl von Personenjahren, die sich durch unterschiedlich lange Versicherungsdauern ergeben.

Tabelle 2. Studienpopulation nach Geschlecht und Alter, versichert für mehr als 180 Tage- Studienregion (Stadt Köln, Rhein-Sieg-Kreis, Rheinisch-Bergischer Kreis)

Alters-gruppe	Männer Studien-population	Personen-jahre	%	Frauen Studien-population	Personen-jahre	%
<40	232,660	1,698,560	51.7	240,339	1,979,136	46.2
40-44	37,139	145,056	8.3	41,448	159,456	8.0
45-49	31,083	123,632	6.9	35,050	137,760	6.7
50-54	26,256	105,040	5.8	31,291	124,928	6.0
55-59	23,907	95,664	5.3	27,815	112,032	5.3
60-64	28,303	115,488	6.3	32,307	129,536	6.2
65-69	26,950	113,728	6.0	32,243	134,112	6.2
70-74	17,671	75,232	3.9	22,688	98,320	4.4
75-79	13,359	54,992	3.0	21,497	91,248	4.1
80+	12,303	46,288	2.7	35,750	138,816	6.9
40-80+	216,971	875,120	48.3	280,089	1,126,208	53.8

Aus Tabelle 3 ergeben sich für Erkrankungen des Herzens und des Kreislaufs die Neuerkrankungshäufigkeiten pro 10.000 Personenjahre. Dabei zeigen sich für alle Diagnosegruppen bei Männern höhere Erkrankungshäufigkeiten als bei Frauen. Dieses war nach allen nationalen und internationalen Studien auch zu erwarten.

3.2 Ergebnisse der multivariaten logistischen Regressionen

3.2.1 Erkrankungen des Herzens und des Kreislaufs

Die Ergebnisse der logistischen Regressionen lassen sich nicht als eine einfache Maßzahl (Risiko-Erhöhung in der Folge einer Exposition gegenüber Fluglärm darstellen, weil bei den statistischen Analysen ein Interaktionsterm eingesetzt wurde, der Wechselwirkungen des Alters mit dem jeweiligen Fluglärmparameter darstellt[11]. Daraus ergibt sich, dass bei unterschiedlichen Altersgruppen bei unterschiedlicher Ausprägung des Dauerschallpegels des Fluglärms jeweils divergierende Risiko-Erhöhungen resultieren. Die Darstellung der Ergebnisse dieser Analysen erfolgen deshalb ausschließlich in grafischer Form. Dabei sind die Linienzüge, die die Risiko-Erhöhungen darstellen jeweils als fette Linien ausgeführt, wenn für das entsprechende Alter die Ergebnisse signifikant waren. Für jede Krankheitsgruppe finden sich jeweils für Männer und Frauen ab 40 Jahren zwei Abbildungen: eine, die die Erhöhung des Erkrankungsrisikos für die gesamte Teilpopulation ausweist, die nächtlichem Fluglärm ab 40 dB(A) ausgesetzt war, und eine weitere, die die Teilpopulation ausweist, die nicht die Möglichkeit hatte, sich auf Kosten des Flughafens Köln-Bonn Schallschutzfenster für Schlafzimmer zu beschaffen.

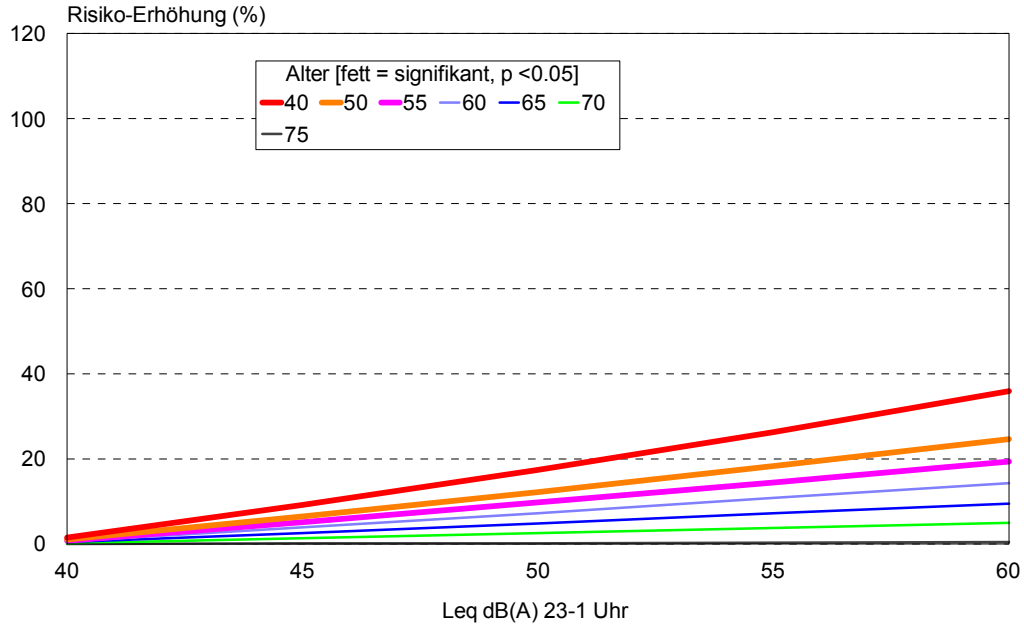
[11] Herrn Dr. Matthias Basner verdanke ich einen Hinweis auf diese spezifischen Probleme.

Tabelle 3. Neuerkrankungshäufigkeit (Inzidenz) von Herz- und Kreislauferkrankungen nach Geschlecht und Altersgruppe pro 10.000 Personenjahre (95%-Vertrauensbereich)

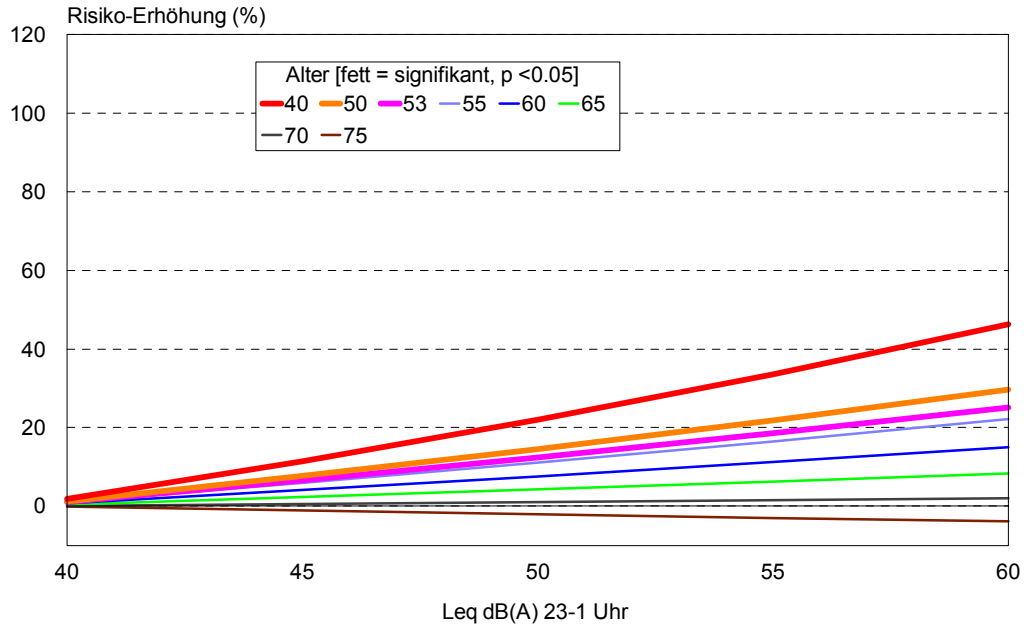
Alters-	Alle Erkrankungen		Herzinfarkt		Coronare Herzkrankheit		Herzschwäche		Schlaganfall	
gruppe	Fälle	Inzidenz	Fälle	Inzidenz	Fälle	Inzidenz	Fälle	Inzidenz	Fälle	Inzidenz
Männer										
<40	275	3.3 (2.9-3.7)	66	0.8 (0.6-1.0)	109	1.3 (1.1-1.6)	140	1.7 (1.4-2.0)	29	0.4 (0.2-0.5)
40-44	350	24.1 (21.6-26.6)	130	9.0 (7.4-10.5)	227	15.6 (13.6-17.7)	94	6.5 (5.2-7.8)	51	3.5 (2.6-4.5)
45-49	693	56.0 (51.9-60.2)	213	17.2 (14.9-19.5)	499	40.4 (36.8-43.9)	173	14.0 (11.9-16.1)	79	6.4 (5.0-7.8)
50-54	1,172	111.6 (105.2-117.9)	286	27.2 (24.1-30.4)	809	77.0 (71.7-82.3)	306	29.1 (25.9-32.4)	170	16.2 (13.8-18.6)
55-59	1,807	188.9 (180.2-197.5)	393	41.1 (37.0-45.1)	1,318	137.8 (130.4-145.1)	484	50.6 (46.1-55.1)	276	28.8 (25.4-32.2)
60-64	2,975	257.6 (248.4-266.7)	556	48.1 (44.1-52.1)	2,145	185.7 (177.9-193.5)	925	80.1 (74.9-85.2)	461	39.9 (36.3-43.5)
65-69	4,047	355.8 (345.0-366.6)	625	54.9 (50.7-59.2)	2,891	254.2 (245.0-263.3)	1,372	120.6(114.3-127.0)	752	66.1 (61.4-70.8)
70-74	3,897	517.9 (502.1-533.7)	588	78.1 (71.9-84.4)	2,730	362.8 (349.4-376.2)	1,522	202.3(192.2-212.3)	754	100.2 (93.1-107.3)
75-79	3,634	660.8 (640.0-681.5)	516	93.8 (85.8-101.9)	2,492	453.1 (435.7-470.5)	1,584	288.0 (274.0-302.0)	788	143.3 (133.3-153.2)
80+	4,389	948.2 (921.5-974.8)	563	121.6 (111.6-131.6)	2,667	576.1 (554.9-597.4)	2,425	523.9 (503.6-544.2)	990	213.9 (200.7-227.0)
Frauen										
<40	137	1.6 (1.3-1.9)	12	0.1 (0.1-0.2)	31	0.4 (0.2-0.5)	69	0.8 (0.6-1.0)	28	0.3 (0.2-0.4)
40-44	164	10.3 (8.7-11.9)	33	2.1 (1.4-2.8)	67	4.2 (3.2-5.2)	55	3.4 (2.5-4.4)	41	2.6(1.8-3.4)
45-49	360	26.1 (23.4-28.8)	67	4.9 (3.7-6.0)	177	12.8 (11.0-14.7)	94	6.8 (5.4-8.2)	74	5.4 (4.1-6.6)
50-54	603	48.3 (44.4-52.1)	84	6.7 (5.3-8.2)	329	26.3 (23.5-29.2)	173	13.8 (11.8-15.9)	106	8.5 (6.9-10.1)
55-59	942	84.1 (78.7-89.4)	124	11.1 (9.1-13.0)	534	47.7 (43.6-51.7)	254	22.7 (19.9-25.5)	167	14.9 (12.6-17.2)
60-64	1,593	123.0 (117.0-129.0)	191	14.7 (12.7-16.8)	923	71.3 (66.7-75.8)	464	35.8 (32.6-39.1)	276	21.3 (18.8-23.8)
65-69	2,796	208.4 (200.8-216.1)	311	23.2 (20.6-25.8)	1,691	126.1 (120.1-132.0)	1,012	75.4(70.8-80.1)	456	34.0 (30.9-37.1)
70-74	3,492	355.1 (343.6-366.7)	376	38.2 (34.4-42.1)	2,058	209.3 (200.4-218.3)	1,416	144.0(136.6-151.5)	667	67.8 (62.7-73.0)
75-79	4,615	505.7 (491.5-519.9)	507	55.6 (50.7-60.4)	2,571	281.7 (271.0-292.5)	2,196	240.6(230.7-250.6)	973	106.6 (100.0-113.3)
80+	12,088	870.7 (855.9-885.6)	1,186	85.4 (80.6-90.3)	6,190	445.9 (435.0-456.7)	7,293	525.3(513.6-537.1)	2,889	208.1 (200.6-215.6)

Abbildung 8. Sämtliche Herz- und Kreislauferkrankungen bei Männern

Männer - sämtliche Herz- und Kreislaufkrankheiten- alle durch Fluglärm belasteten Personen



Männer - sämtliche Herz- und Kreislaufkrankheiten- ohne Finanzierung für Schallschutzfenster



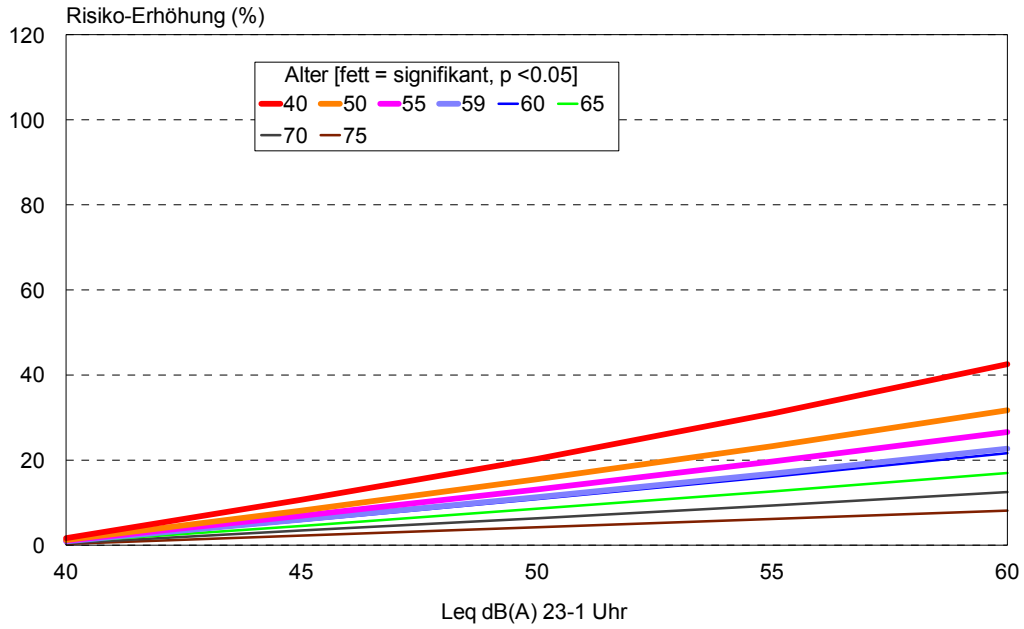
Generell zeigt sich für alle Erkrankungen des Herzens und des Kreislaufs mit zunehmendem Alter eine Abnahme der Risiko-Erhöhungen.

Bei sämtlichen Erkrankungen des Herzens und des Kreislaufs finden sich bei Männern Erhöhungen der Erkrankungsrisiken, die keinen eindeutigen Einfluss

der Finanzierung von Schallschutzfenstern zeigen. Bei Frauen sind die Erkrankungsrisiken dagegen für die gesamte dem Fluglärm exponierte Population vergleichbar groß wie bei Männern. Bei der Untergruppe der Frauen ohne Schallschutzfinanzierung zeigen sich dagegen starke Anstiege der Erkrankungsrisiken.

Abbildung 9. Sämtliche Herz- und Kreislauferkrankungen bei Frauen

Frauen - sämtliche Herz- und Kreislaufkrankheiten- alle durch Fluglärm belasteten Personen



Frauen - sämtliche Herz- und Kreislaufkrankheiten- ohne Finanzierung für Schallschutzfenster

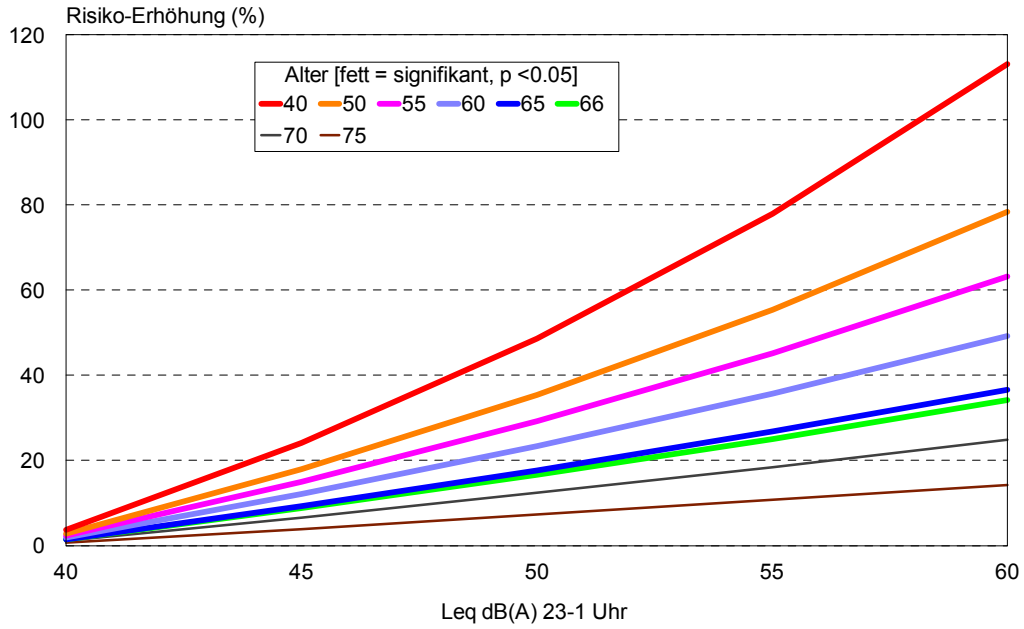
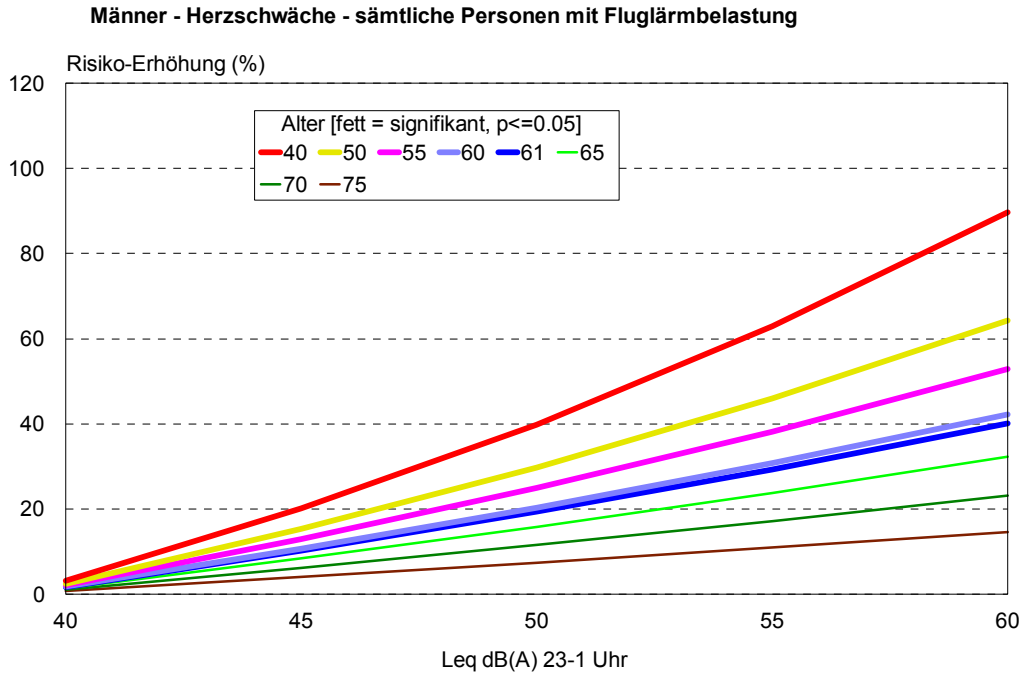
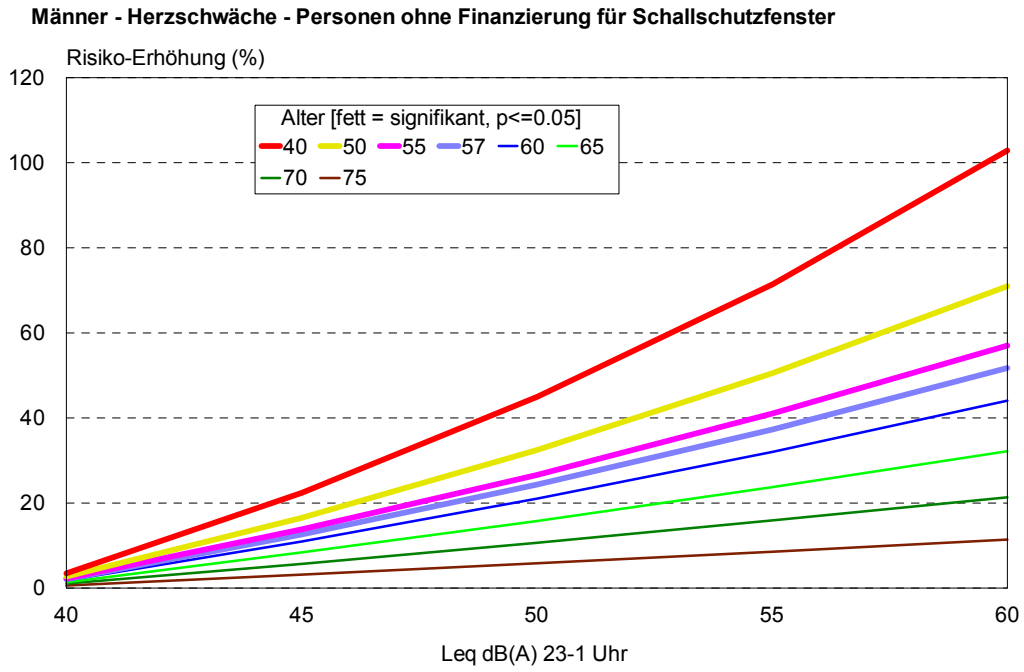


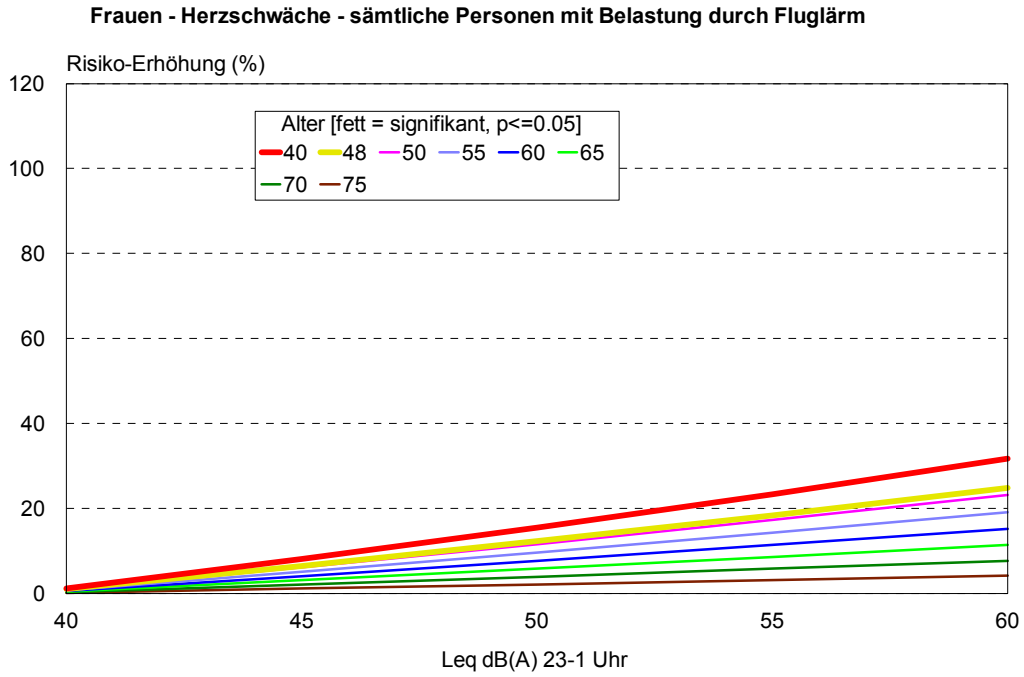
Abbildung 10. Herzschwäche bei Männern





Bei Herzschwäche finden sich bei Männern im Vergleich der Gesamtpopulation mit der Teilpopulation ohne Schallschutzfinanzierung nur geringe Erhöhungen des Erkrankungsrisikos in der letzteren Gruppe. Bei Frauen (Abbildung 11) finden sich vergleichsweise erhebliche Steigerungen der Exzessrisiken in der Teilpopulation ohne Schallschutzfinanzierung.

Abbildung 11. Herzschwäche bei Frauen



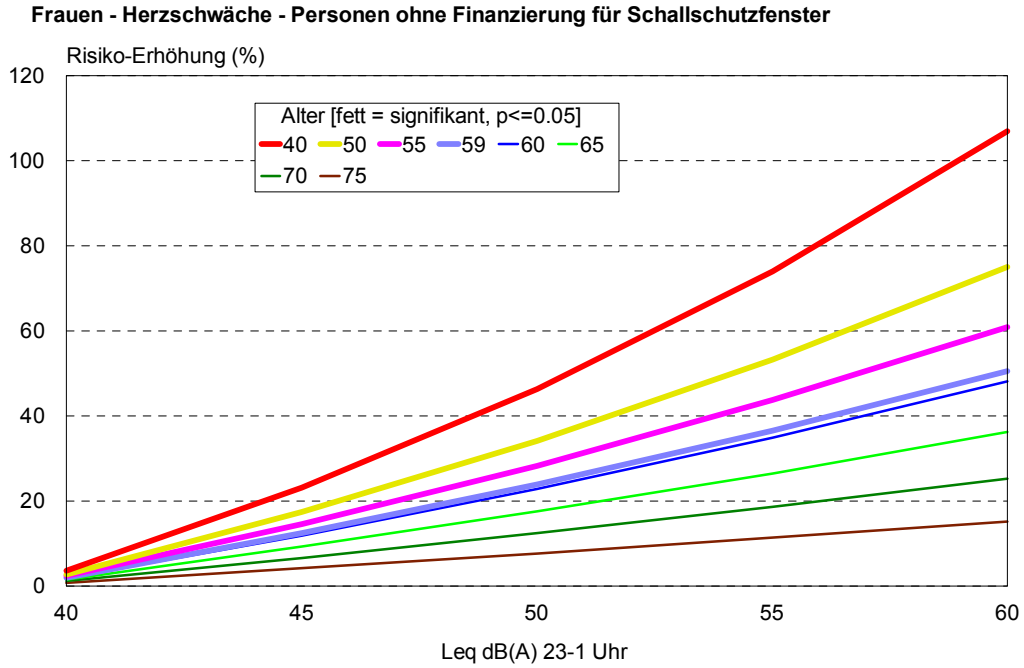
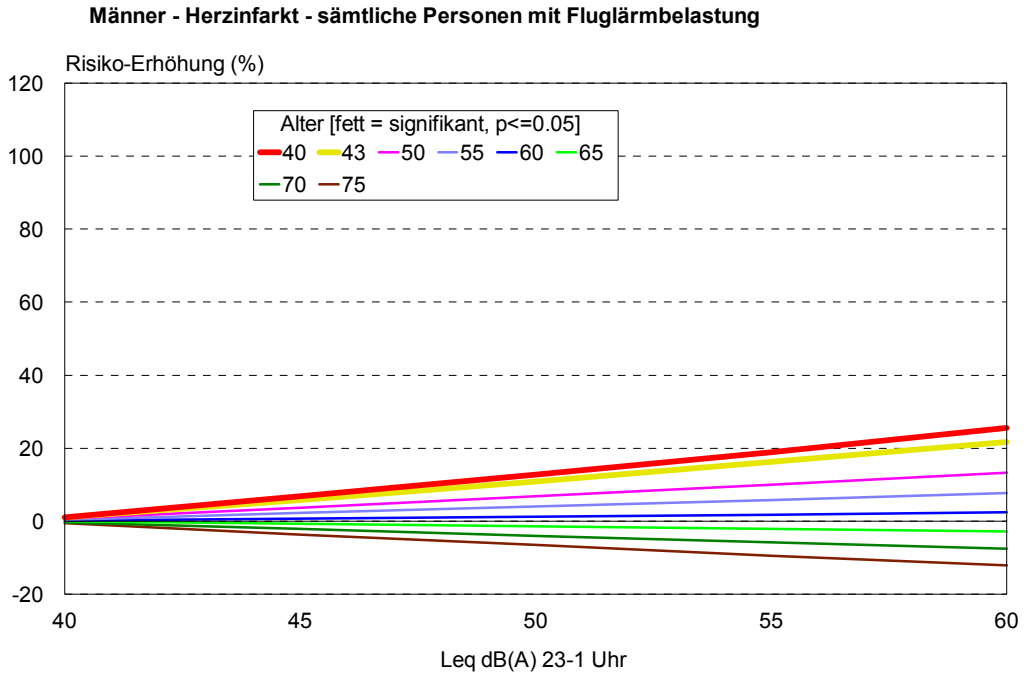


Abbildung 12. Herzinfarkt bei Männern.



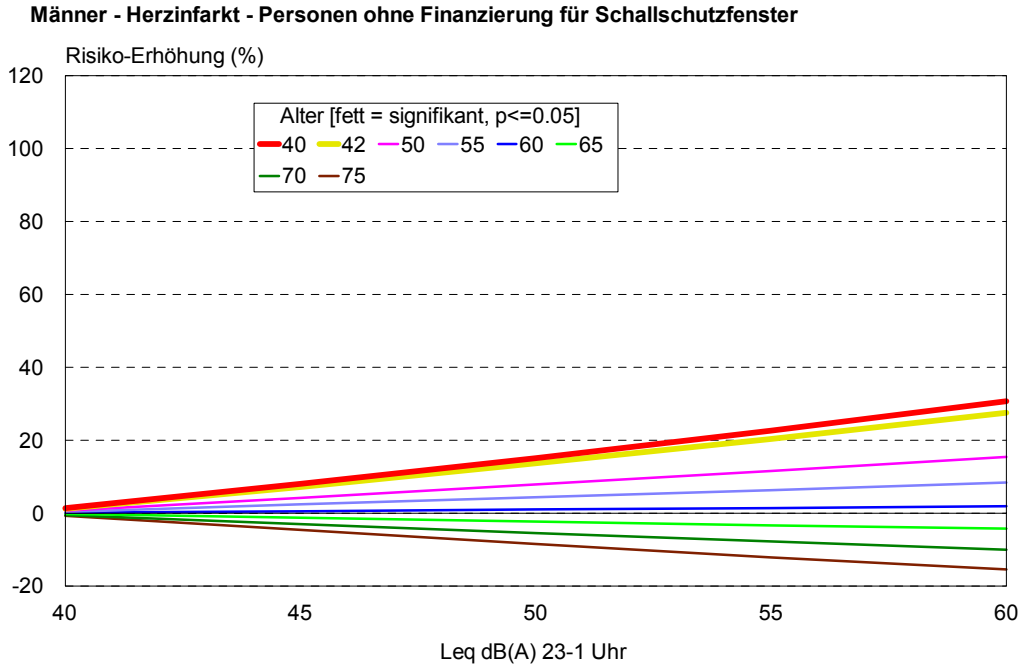
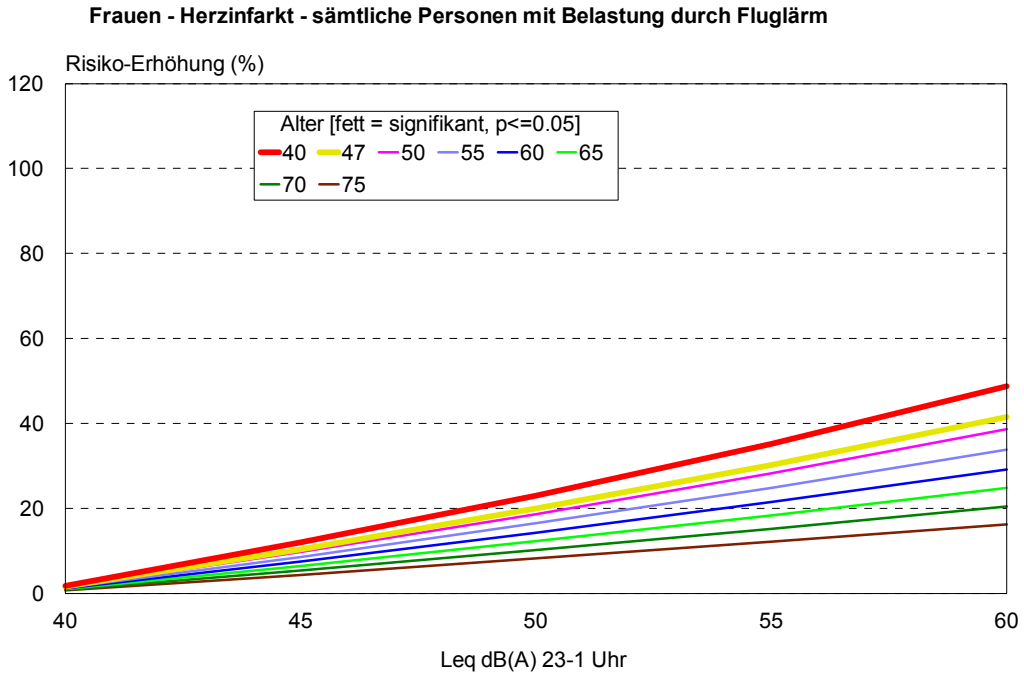
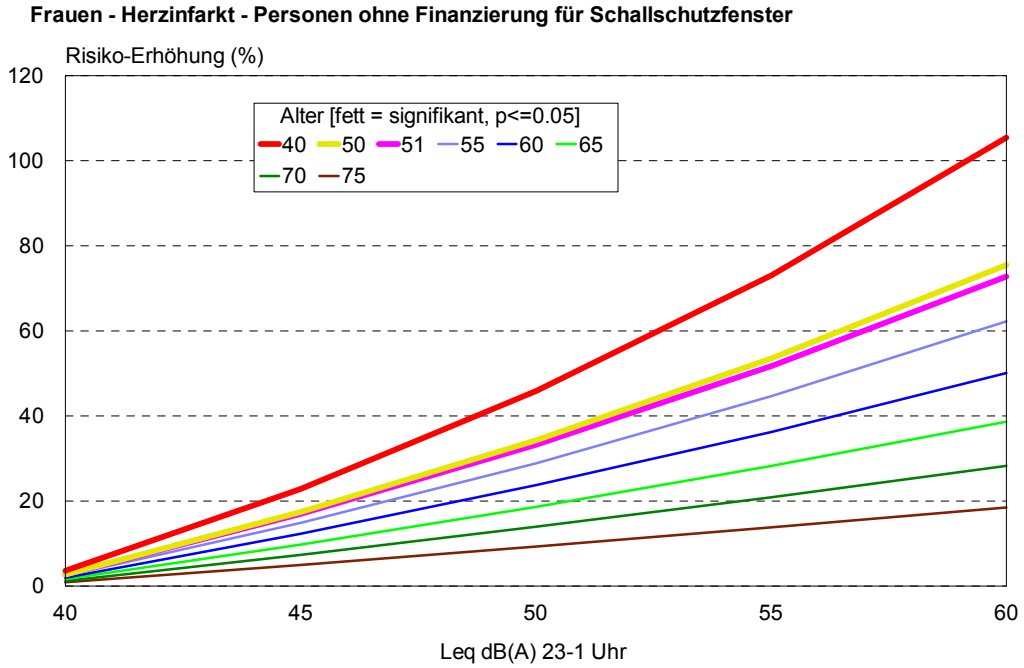


Abbildung 13. Herzinfarkt bei Frauen.





Nach Geschlechtern divergierende Effekte wie bei Herzschwäche finden sich auch beim akuten Herzinfarkt (Abbildungen 12 und 13) und bei der koronaren Herzkrankheit (Abbildungen 14 und 15).

Abbildung 13. Koronare Herzkrankheit bei Männern

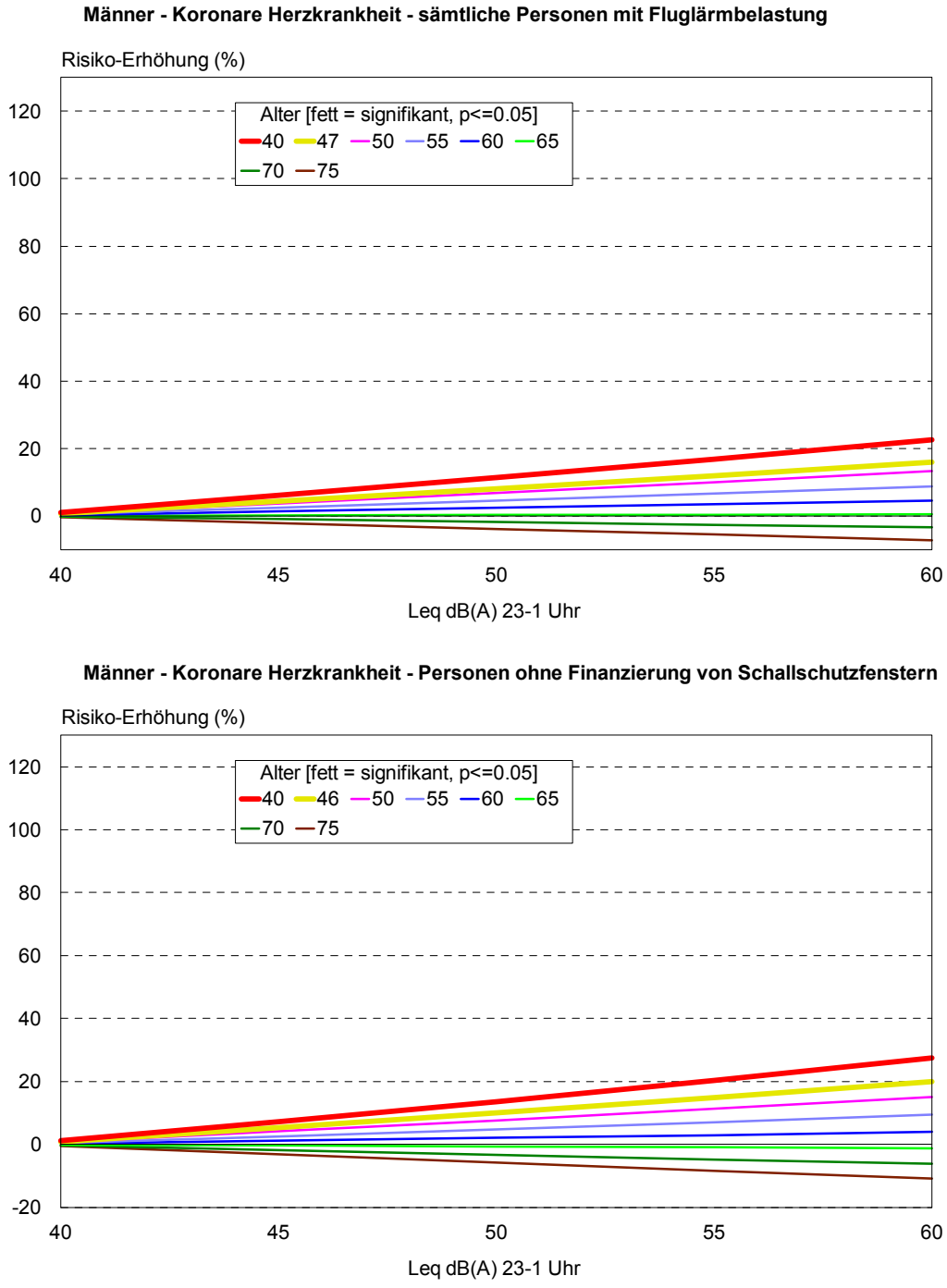
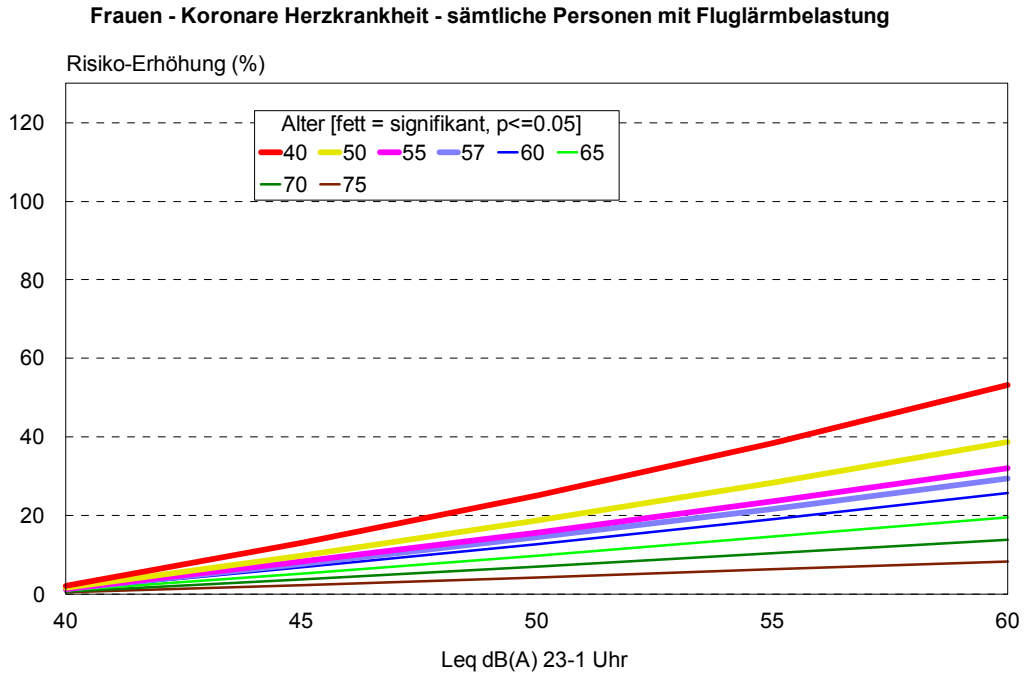


Abbildung 14. Koronare Herzkrankheit bei Frauen.



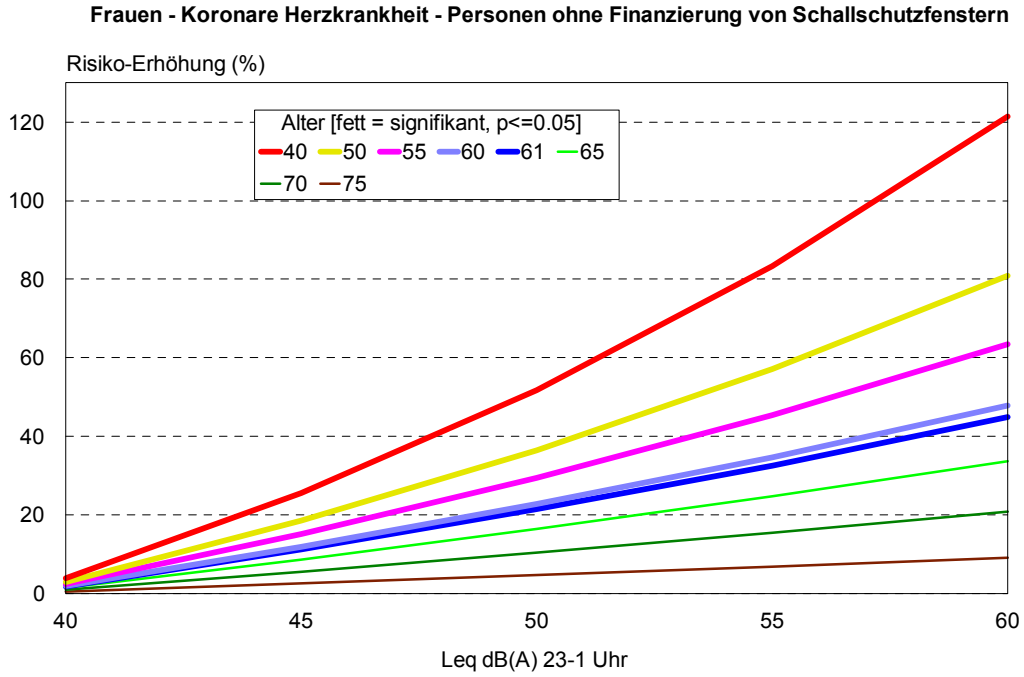
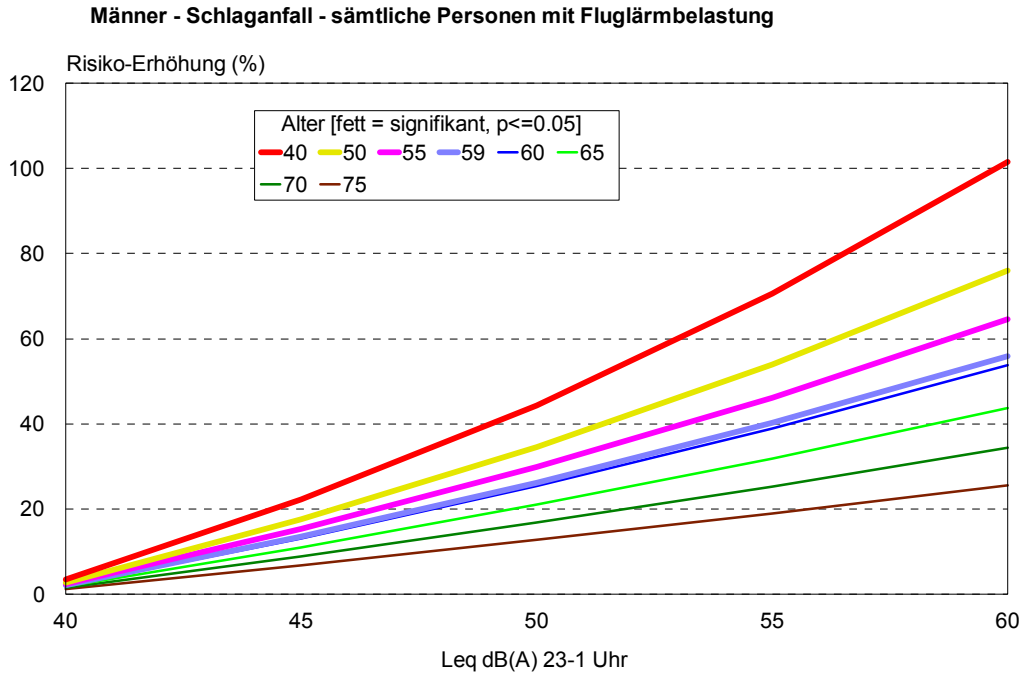
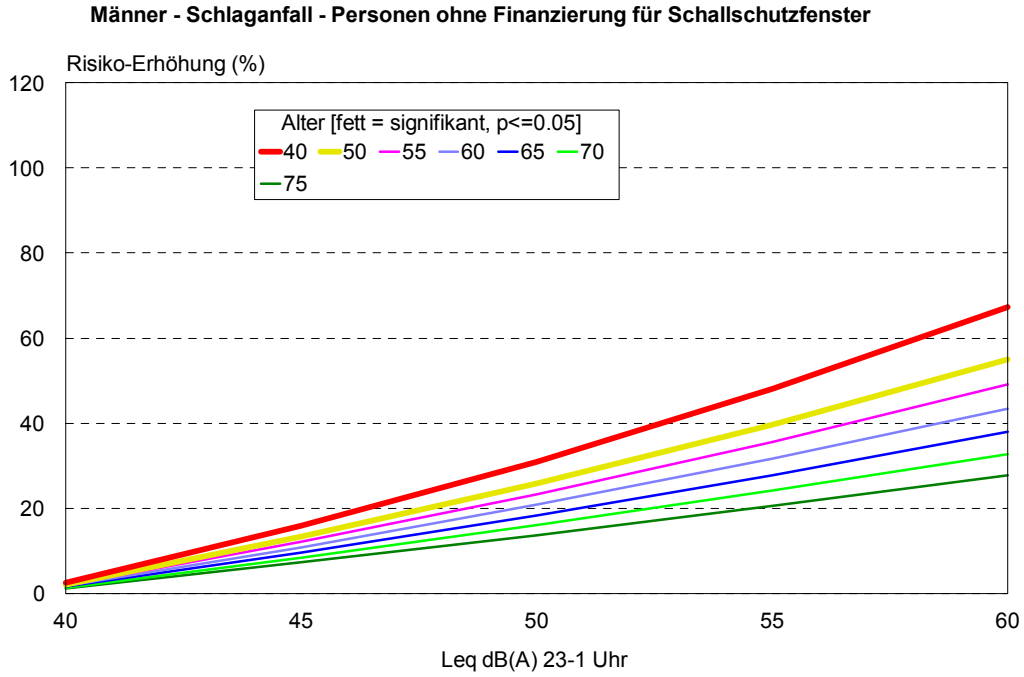


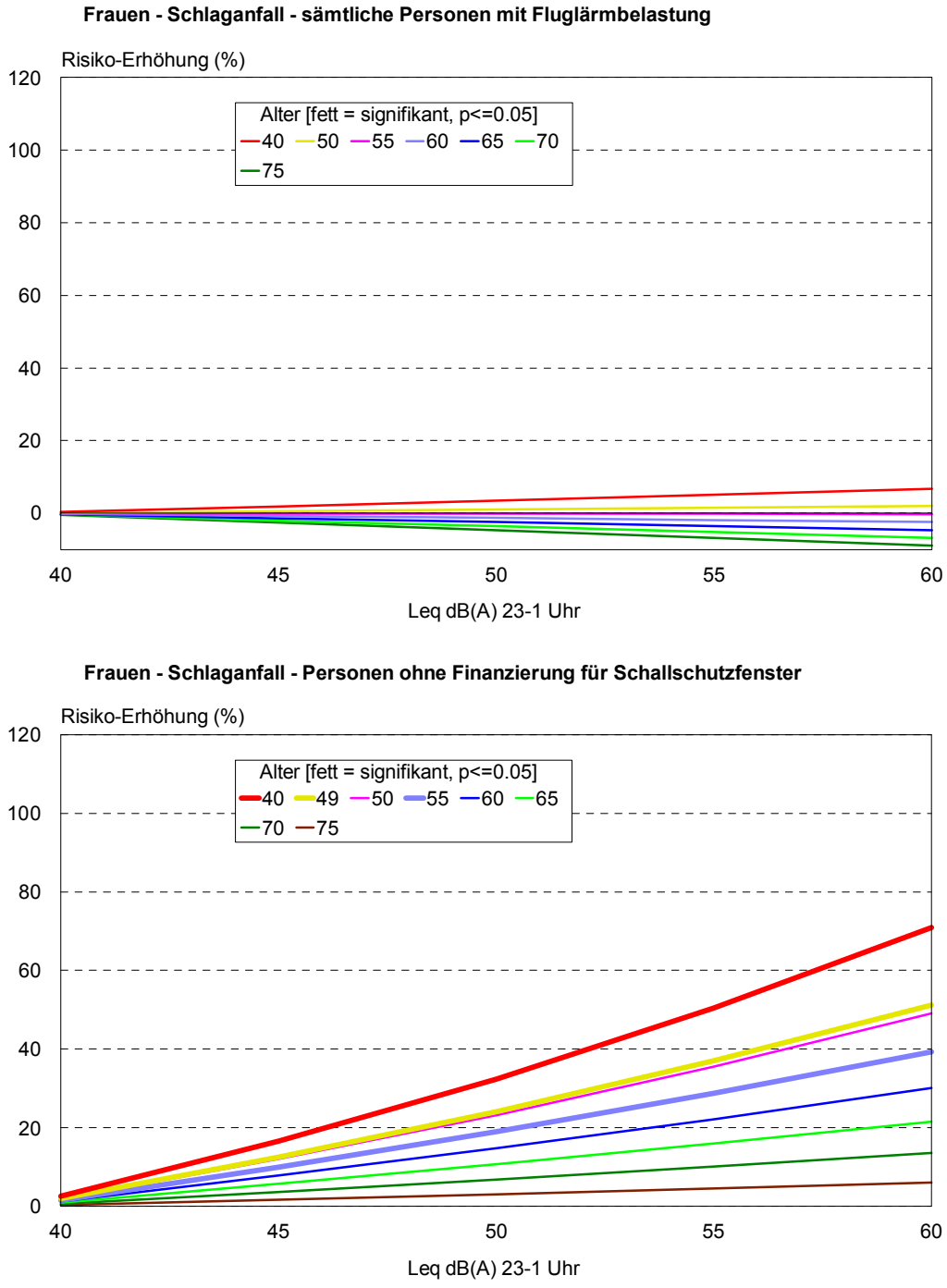
Abbildung 15. Schlaganfall bei Männern





Die Unterschiede des Einflusses nächtlichen Fluglärms auf das Erkrankungsrisikos zwischen Geschlechtern zeigen sich am ausgeprägtesten beim Schlaganfall: Hier finden sich wiederum bei den Männern keine Unterschiede zwischen den beiden Teilpopulationen. Bei Frauen dagegen zeigt sich in der dem Fluglärm exponierten Gesamtpopulation überhaupt keine signifikante Steigerung des Erkrankungsrisikos, während Frauen ohne die Möglichkeit der Schallschutzfinanzierung stark erhöhte Risiken aufweisen.

Abbildung 16. Schlaganfall bei Frauen.



Zusammenfassend lässt sich konstatieren, dass erhebliche Geschlechtsunterschiede in der Reaktion auf nächtlichen Fluglärm bestehen: Frauen zeigen in der Regel bei fehlender Schallschutzfinanzierung gegenüber der Gesamtpopulation starke Steigerungen des Erkrankungsrisikos. Vergleichbare Befunde finden sich bei Männern kaum.

3.2.2 Psychische Erkrankungen

Bei der ersten Fall-Kontroll-Studie zu Fluglärm und Arzneiverordnungen im Umfeld des Flughafens Köln-Bonn hatte sich bei Frauen eine mit zunehmendem nächtlichem Fluglärm ansteigende Menge von verordneten Tranquillizern und Antidepressiva gefunden.

Die Analysen im Rahmen der vorliegenden Fall-Kontroll-Studie zeigten für beide Geschlechter eine mit zunehmendem nächtlichen Dauerschallpegel des Fluglärms ansteigende Erkrankungshäufigkeit von Depressionen bei beiden Geschlechtern. Da man beim Krankheitsbild der Depression nicht davon ausgehen kann, dass nach gestellter Diagnose die Patienten die verordneten antidepressiv wirkenden Arzneimittel regelmäßig einnehmen, ist im Gegensatz zu den Herz- und Kreislauferkrankungen die Ermittlung von Neuerkrankungen (inzidente Erkrankungen) mit den vorliegenden Daten der gesetzlichen Krankenkassen nicht möglich. Es handelt sich deshalb bei den für die Depressionen durchgeführten Analysen um Analysen mit sogenannten prävalenten Fällen.

Die Ergebnisse zeigen, wie Abbildung 17 ausweist, für Männer stärkere Risikoerhöhungen aus als für Frauen.

Abbildung 17. Depressionen und Fluglärm bei Männern und Frauen

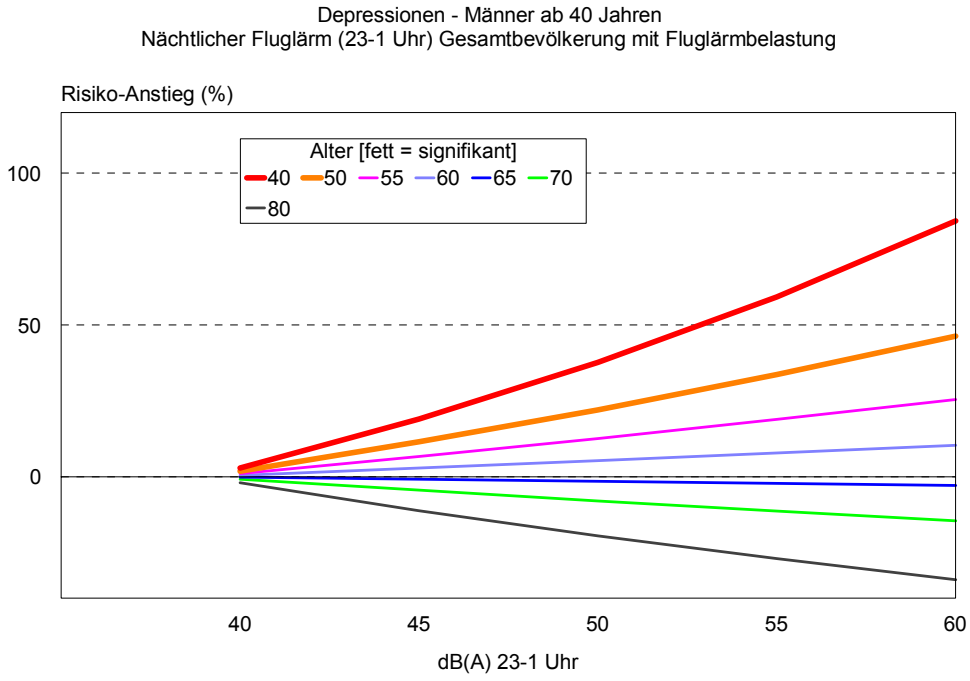
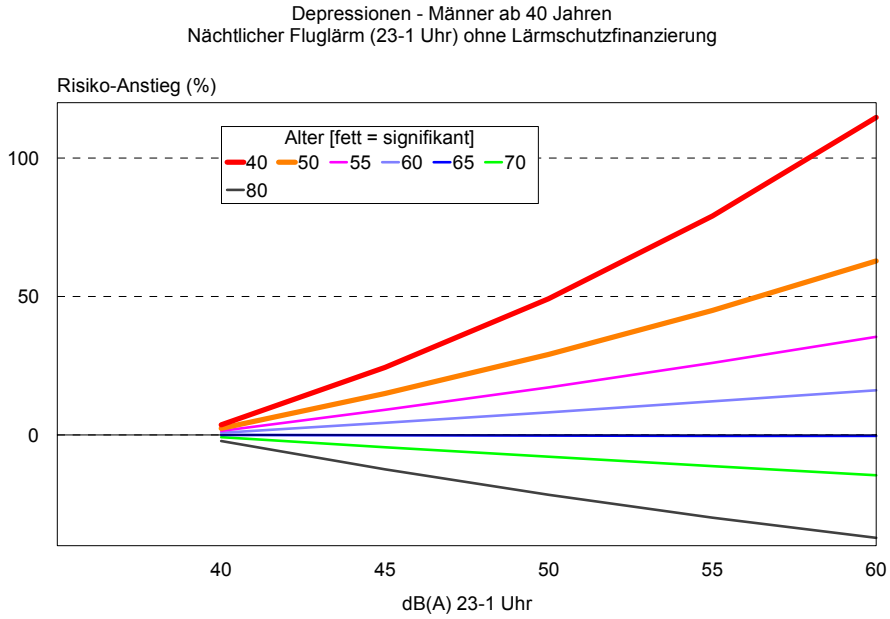
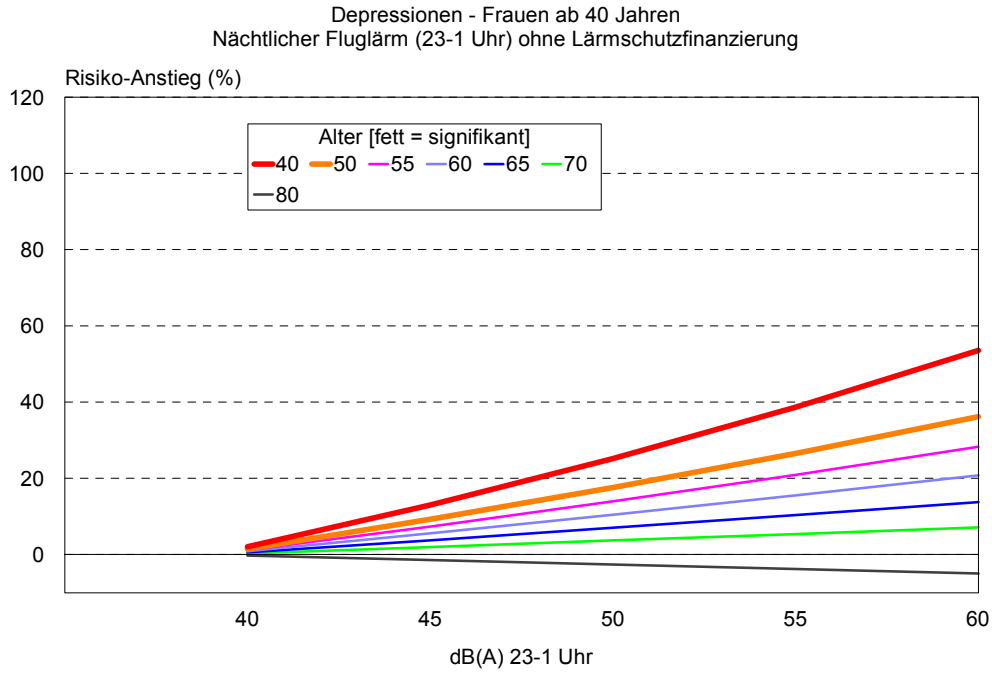


Abbildung 17. Fortsetzung





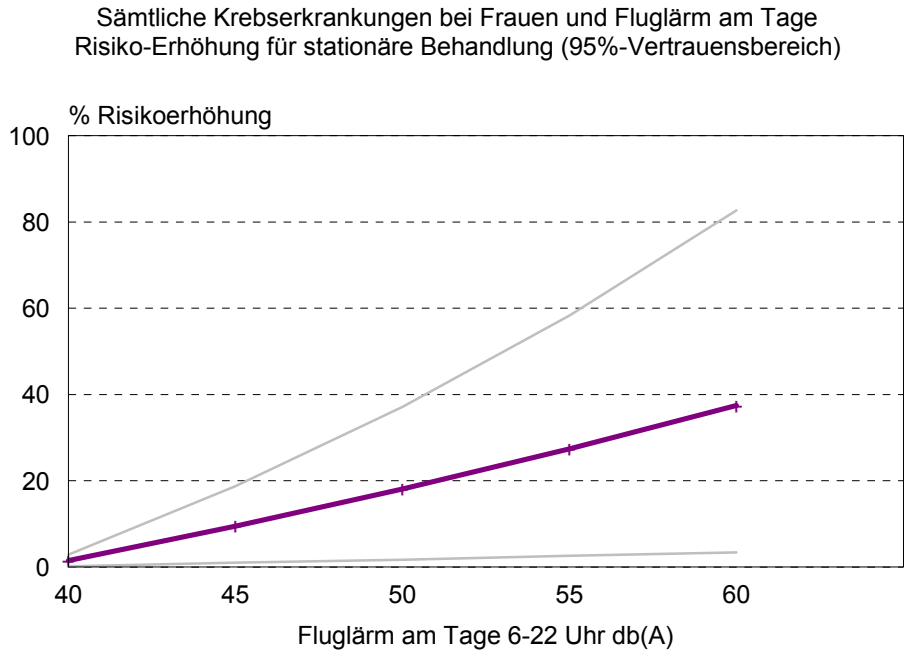
Für das Krankheitsbild der Psychosen (Abbildungen nicht gezeigt) fanden sich bei beiden Geschlechtern erhöhte Erkrankungsrisiken ohne nennenswerten Einfluss der Lärmschutzfinanzierung auf das Erkrankungsrisiko.

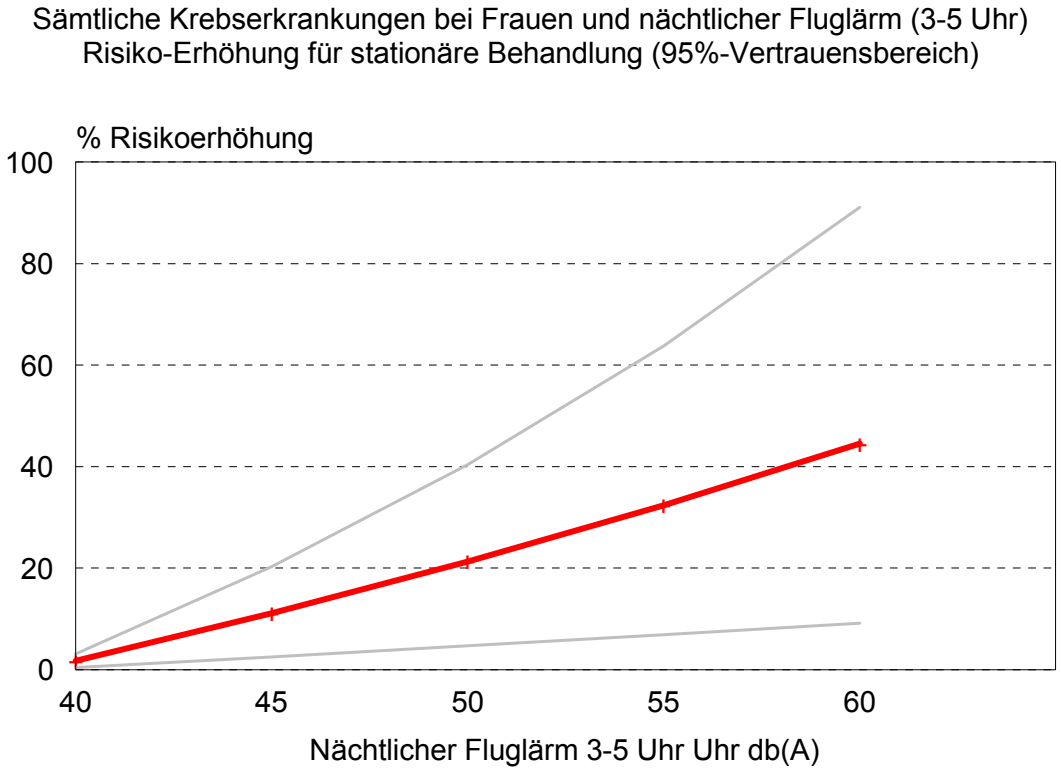
3.2.3 Krebserkrankungen

Mögliche Erhöhungen des Erkrankungsrisikos für Krebserkrankungen sind im Rahmen dieser Fall-Kontroll-Studie analysiert worden, weil sich bei der Analyse

der verordneten Arzneimittel zur Behandlung von Krebserkrankungen in der ersten Fall-Kontroll-Studie sowohl bei Frauen (insbesondere Altersgruppen 50-69-jährige) als auch bei Männern (Altersgruppen ab 70 Jahre) auffällig erhöhte Verordnungsmengen von Zytostatika, Immunsuppressiva und Antihormone gefunden hatten. Die vorliegenden Analysen zeigten für Männer keine erhöhten Erkrankungsrisiken, jedoch fanden sich bei Frauen für sämtliche Altersgruppen ab dem 40 Lebensjahr mit zunehmendem Fluglärm erhöhte Erkrankungsrisiken für sämtliche Krebserkrankungen und für Brustkrebs.

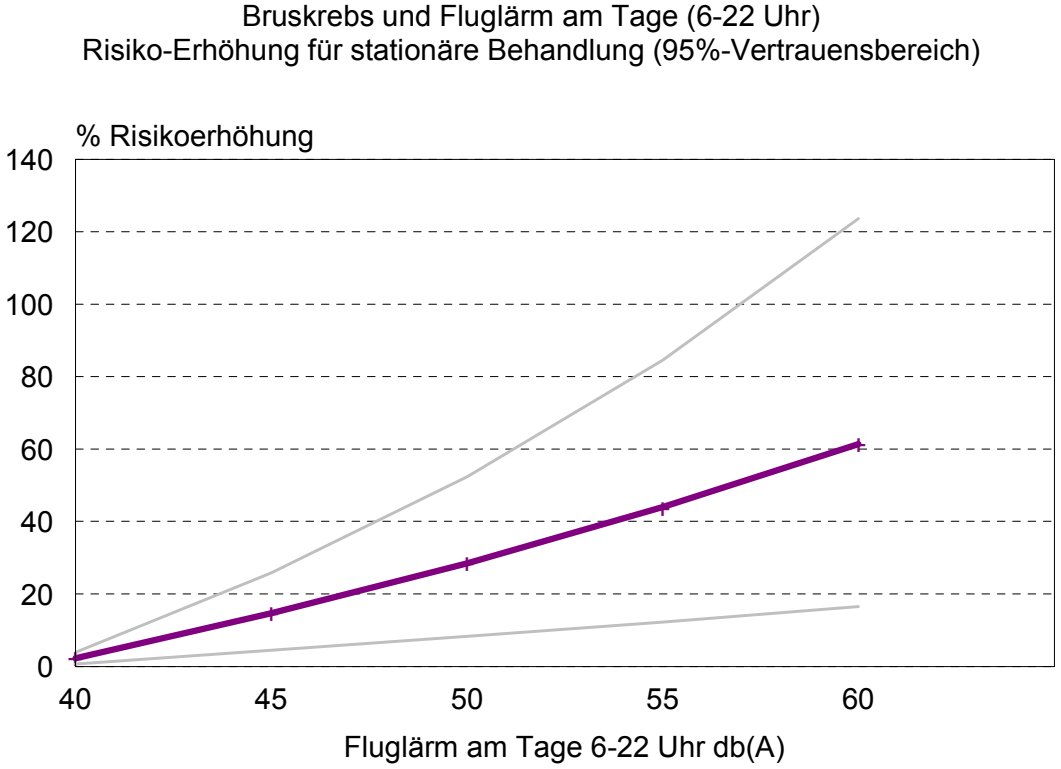
Abbildung 18. Krebserkrankungen bei Frauen in abhängigekit von Fluglärm am Tage



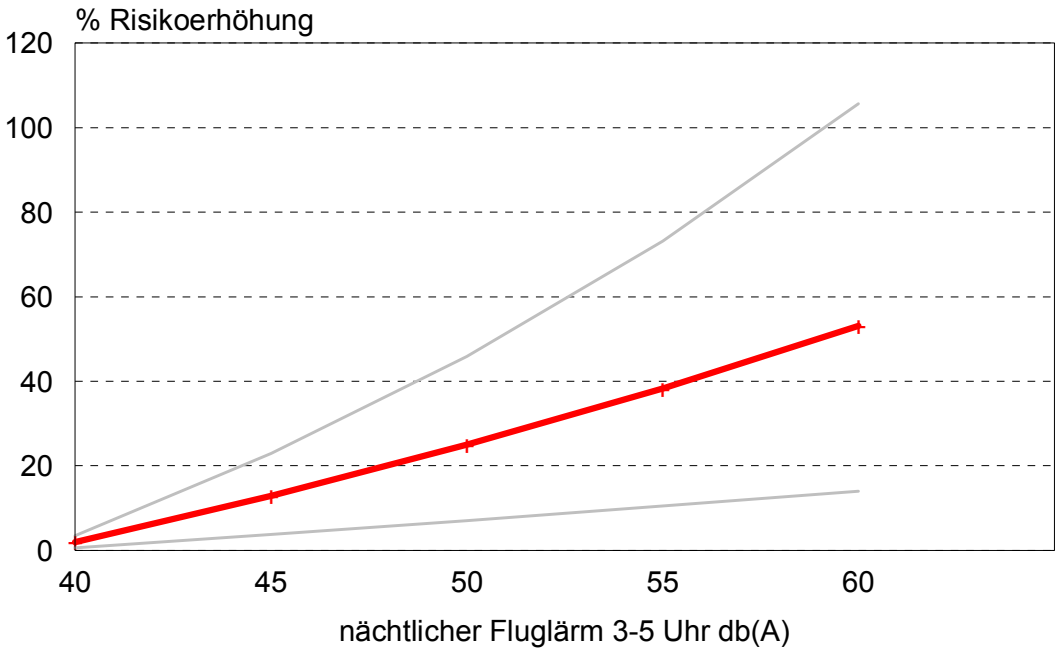


Für das Zeitfenster nächtlichen Fluglärms von 3-5 Uhr fanden sich vergleichbar Erhöhte Erkrankungsrisiken.

Abbildung 19. Krebserkrankungen bei Frauen und nächtlicher Fluglärm (3-5 Uhr)



Bruskrebs und nächtlicher Fluglärm (3-5 Uhr)
Risiko-Erhöhung für stationäre Behandlung (95%-Vertrauensbereich)



4. Diskussion

Erkrankungen des Herzens und des Kreislaufs

Die Ergebnisse für kardiovaskuläre Erkrankungen fügen sich gut ein in die bisher vorliegende epidemiologische Evidenz, so dass die Diskussion eines Kausalzusammenhanges möglich ist. Für diesen Zweck müssen die zuerst von Sir Austin Bradford Hill 1965[12] erstmals formulierten Kriterien diskutiert werden. Diese Kriterien sind seit ihrer ersten Publikation in der epidemiologischen Wissenschaft kontinuierlich angewendet und weiterentwickelt worden.

4.1 Kausalbziehung zwischen Fluglärm und Erkrankungen des Herzens und des Kreislaufs

1. Konsistenz: Darunter versteht man, dass vergleichbare Ergebnisse durch andere Forscher an anderen Populationen erzielt worden sind. Dieses ist für den Zusammenhang zwischen Fluglärm und Bluthochdruck, der Verordnung von blutdrucksenkenden Arzneimitteln und Arzneimitteln zur Behandlung von Herzerkrankungen, sowie für Herzerkrankungen selbst, durch die Publikationen vor allem der letzten Jahre, in vielfacher Weise gezeigt worden.

Zunächst ist festzustellen, dass diese Befunde außerordentlich gut harmonieren mit den Befunden der ersten epidemiologischen Studie um den Flughafen um den Flughafen Köln-Bonn. Dort war als ein wichtiges Ergebnis die mit zunehmendem Fluglärm stark ansteigende Menge der Verordnungen von blutdrucksenkenden Arzneimitteln und von sonstigen Arzneimitteln zur Behandlung von Herz- und Kreislaufkrankheiten bei beiden Geschlechtern aufgefallen. Die Verordnung von blutdrucksenkenden Arzneimitteln durch niedergelassene Ärzte an Patienten, die nicht über einen krankhaft erhöhten Blutdruck verfügen, ist schwer vorstellbar, weil blutdrucksenkende Arzneimittel stark wirkende Arzneimittel sind, die z.T. gravierende Nebenwirkungen mit sich bringen. Als Konsequenz aus einem solchen Befund war zu erwarten, dass in einer unabhängigen Studie an derselben Population von Versicherten die Folgekrankheiten des Bluthochdrucks ebenfalls in Abhängigkeit von der Ausprägung des Fluglärms mit einem statistisch signifikant erhöhten Risiko auftauchen. Die jetzt vorliegenden Ergebnisse der Nachfolgestudie geben den Ergebnissen der Arzneimittelstudie eine höhere Validität und vice versa.

[12] Bradford Hill A. The environment and disease: Association or causation. Proc R Soc Med 1965; 58: 295-300.

Weiter finden sich in der epidemiologischen Literatur eine Vielzahl von Studien, deren Ergebnisse in die gleiche Richtung deuten.

Zum Zusammenhang zwischen Verkehrslärm (Straße, Schiene, Flugverkehr) und gesundheitlichen Auswirkungen, darunter Bluthochdruck bzw. Erkrankungen des Herzens und des Kreislaufs, sind eine Vielzahl von Übersichts-Arbeiten und eine Meta-Analyse erschienen.

Besonders intensiv hat sich der Niederländische Gesundheitsrat, ein international besetztes Gremium, mit dieser Problematik auseinandergesetzt zu. Im Jahre 1991 (Health Council of the Netherlands, 1991)[13] kommt er noch zu dem Schluss, dass angesichts der multifaktoriellen Genese von Erkrankungen des Herzens und des Kreislaufs kaum erwartet werden könnte, dass epidemiologische Studien einen Zusammenhang zwischen Lärm und Erkrankungsrisiko zu entdecken imstande wären.

Bis zum Jahre 1994 stellt sich für den Gesundheitsrat jedoch die Situation bereits so dar, dass befunden werden konnte, dass es geringe wissenschaftliche Evidenz gäbe für den Einfluss von Verkehrslärm am Tage (6 bis 22 Uhr) auf Bluthochdruck und koronare Herzkrankheit, soweit der Dauerschallpegel nicht 70 dB(A) überschreite (Health Council of the Netherlands, 1994)[14]. Für höhere Dauerschallpegel durch Flugverkehrslärm oder Straßenverkehrslärm wurde damals ein Anstieg für beide Erkrankungen bejaht, wobei für einen Dauerschall-Pegel zwischen 70 und 80 dB(A) eine Erhöhung des Erkrankungsrisikos um 50% angenommen wird.

In einem weiteren Report des Niederländischen Gesundheitsrates aus dem Jahre 1999 wird an dem Grenzwert von 70 dB(A) festgehalten (Health Council of the Netherlands, 1999)[15].

[13] Gezondheidsraad (Health Council of the Netherlands). Vliegtuiglawaai en slaap. Airplane noise and sleep. Verstoring va de slap door nachtelijk vliegtuiglawaai. Sleep disturbance by airplane noise at night. S-Gravenhage 1991.(Report 1191/05).
[14] Health Council of the Netherlands. Noise and Health. Report by a committee of the Health Council of the Netherlands. No. 1994/15E. Den Haag, 15.9.1994, S. 43-45.
[15] Health Council of the Netherlands. Committee on the Health Impact of Large Airports. Public health impact of large airports. No. 1999/14E, Den Haag, 1999, S. 79.

Neuere und umfangreichere Untersuchungen, als sie im Jahre 2000 vorlagen, haben zu der Erkenntnis geführt, dass die Grenzen für eine Gesundheitsgefährdung bedeutend niedriger anzusetzen sind als bei 70 dB(A).

1999 noch hatte der Niederländische Gesundheitsrat für die Bevölkerung einen Dauerschallpegel von 70 dB(A) für eine Zunahme des Risikos an Herz- und Kreislauferkrankungen angenommen[16].

Ortscheid und Wende (2000), Mitarbeiter des Umweltbundesamtes,[17] kommen zu der Schlussfolgerung, dass angesichts methodischer Mängel die vorliegenden älteren epidemiologischen Arbeiten schwer zu interpretieren seien, nehmen jedoch an, dass für die Schallpegel-Kategorie 65-70 dB(A) durch epidemiologische Studien gesundheitliche Beeinträchtigungen auf Populationsebene nachgewiesen werden könnten.

Der Bundesumweltrat hat im Umweltgutachten 2002 dazu festgehalten, „dass die bislang durchgeführten Studien …keine statistische Signifikanz (erreichen). Trotzdem lassen sie tendenziell ein höheres Risiko für ischaemische Herzkrankheiten (d.h. koronare Herzkrankheit) erkennen.“[18]

Stansfeld und Matheson (2003)[19] kommen in Würdigung der vorliegenden Literatur zu dem Schluss, dass eine gewisse Evidenz vorhanden ist, dass Umgebungslärm zum Risiko für Bluthochdruck beitragen kann. Sie sehen auch einen geringen Beitrag des Umgebungslärms zum Herzinfarkt-Risiko.

Van Kempen und Koautoren (2002)[20] können lediglich auf eine geringe Anzahl epidemiologischer Studien zurückgreifen, die den möglichen Einfluss von Fluglärm auf Bluthochdruck, blutdrucksenkende Medikamente bzw. kardiovaskuläre End-

[16] Health Council of the Netherlands. Committee on the Health Impact of Large Airports. Public health impact of large airports. No. 1999/14E, Den Haag, 1999, S. 79.
[17] Ortscheid J, Wende H. Fluglärmwirkungen. Umweltbundesamt, 2000, S.8-11.
[18] Bundesumweltrat. Umweltgutachten 2002 des Raten von Sachverständigen für Umweltfragen. Deutscher Bundestag, Drucksache 14/8792 vom 15.4.2002, S. 271 ff.
[19] Stansfeld SA, Matheson MP. Noise pollution: non-auditory effects on health. Br Med Bull 2003; 68: 243-257.
[20] Van Kempen EEMM, Kruize H, Boshuizen HC, Ameling CB, Staatsen BAM, de Hollander AEM. The association between noise exposure and blood pressure and ischaemic heart disease: A meta-analysis. Environ Health Perspect 2002; 110: 307-317.

punkte, d.h. Erkrankungen des Herzens und des Kreislaufs, untersucht hatten. Sie kommen zu dem Schluss, dass die vorliegenden Publikationen kompatibel sind mit einer leichten Erhöhung des kardiovaskulären Risikos.

Babisch (2006)[21] empfiehlt angesichts der Defizienz epidemiologischer Studien hinsichtlich kardiovaskulärer Effekte (vor allem: Myokardinfarkt) die aus der Untersuchung der Effekte von Straßenlärm gewonnenen Maßzahlen auf den Fluglärm zu übertragen.

Knipschild (1977a, b)[22],[23]untersuchte 1974 im Rahmen eines Surveys 5.828 Männer und Frauen (35-64 Jahre alt) in acht Gemeinden um den Amsterdamer Flughafen Schiphol (Response-Rate 42%, bezogen auf sämtliche Einwohner der Region Haarlemmermeer) auf kardiovaskuläre Symptome und kardiovaskuläre Therapie. In der Analyse wurden Probanden mit Wohnsitz in weniger bzw. stärker durch Fluglärm belasteten Gemeinden verglichen. Die Kriterien für Bluthochdruck waren mit >170 mm Hg für systolischen bzw. > 100 mm Hg für diastolischen Blutdruck hoch angesetzt. Es fanden sich in allen Altersgruppen in den stärker durch Fluglärm belasteten Gemeinden höhere Prävalenzen von Bluthochdruck (3.9% vs. 6.7%) mit jeweils geringfügig höheren Werten bei Frauen als bei Männern. Die Prävalenz medikamentöser Hochdrucktherapie zeigte bei Frauen im Vergleich zu Männern überwiegend mehr als doppelt so hohe Prävalenzen mit einem Unterschied von 37% (Frauen) bzw. 66% (Männer) in der höchsten Altersgruppe beim Vergleich der stärker mit den weniger stark belasteten Regionen. Vergleichbare Unterschiede für die Anwendung anderer kardiovaskulär wirksamer Arzneimittel fanden sich lediglich bei Frauen.

Van Brederode (1989, zit. n. van Kempen et al. 2002) untersuchte im Rahmen einer Querschnittstudie 432 Probanden, die dem Fluglärm von Militärflugzeugen ausgesetzt waren (<63 -> 75 dB(A)) und fand nicht-signifikante Erhöhungen des systolischen und des diastolischen Blutdrucks.

[21] Babisch W. Transportation noise and cardiovascular risk. Review and synthesis of epidemiological studies. Dose-effect curve and risk estimation. Umweltbundesamt, Dessau, 2006, S. 65.
[22] Knipschild P. Medical effects of aircraft noise: Community cardiovascular survey. Int Arch Occup Environ Health 1977a; 40: 185-190.
[23] Knipschild P. Medical effects of aircraft noise. Drug survey. Int Arch Occup Environ Health 1977b; 197-200.

Japanische Forscher (Matsui et al. 2004)[24] untersuchten 1994-1995 an 29.000 Einwohnern der Insel Okinawa, die in Gemeinden in der Nähe von zwei US-amerikanischen Militärbasen lebten, den Einfluss von Fluglärm (Ldn 60-65 bis Ldn >70 dB)[25] und berichten eine Odds Ratio von 1.4 für den Vergleich der am höchsten exponierten Personengruppe mit Kontrollpersonen (Trend-Test p=0.0002). Die Methodik dieser Studie ist jedoch so spärlich beschrieben, dass eine Beurteilung der Qualität nicht möglich ist.

Franssen und Koautoren (2004)[26] untersuchten in den Jahren 1996 und 1997 in einer Querschnitts-Studie 11.812 Probanden (18 Jahre und älter), die in einem Radius von 25 km um den Amsterdamer Flughafen Schiphol lebten (Response-Rate 39.1%). Eine Non-Responder-Analyse zeigte eine Überrepräsentation von weniger durch Fluglärm belasteten und belästigten Personen. Dieser Befund lässt es wahrscheinlich erscheinen, dass alle ermittelten Erkrankungsrisiken realiter Unterschätzungen des wahren Risikos darstellen. Die Autoren fanden für die Anwendung von blutdrucksenkenden Arzneimitteln bzw. Arzneimitteln zur Behandlung von Herz- und Kreislauf- Erkrankungen in multivariater Analyse eine Risikoerhöhung um 30 % (95%-Ver-trauensbereich 6 bis 60 %) pro 10 dB(A) Anstieg des Fluglärmparameters L_{den} [27]. Bei einer Analyse des nächtlichen Fluglärms (Leq 23.00-7.00 Uhr) sank die Erkrankungsrisiko auf 13 % (95%-Vertrauens-bereich -6 % bis 35 %). Eine Stratifikation des Paramaters L_{den} (<50, 50-55, 55-60, >=0 60) zeigte einen deutlichen Trend. Die nach der Beschreibung der Methodik offenkundig exzellente Studie weist keine geschlechtsspezifischen Daten aus.

[24] Matsui T, Uehara T, Miyakita T, Hirmatsu K, Osada Y, Yamamoto T. The Okinawa study: effects of
chronic aircraft noise on blood pressure and some other phsyiological indices. J Sound Vibration 2004;
277: 469-470.
[25] Ldn = 24-Stunden-Dauerschallpegel, wobei die Nacht einen Aufschlag von 10 dB(A) erhält.
[26] Franssen EAM, van Wiechen CMAG, Nagelkerke NJD, Lebret E. Aircraft noise around a large international airport and its impact on general health and medication use. Occup Environ Med 2004; 61: 405-413.
[27] Lden = 24-Stunden-Dauerschallpegel, wobei die Nacht einen Aufschlag von 10 dB(A) und der Abend (18-22 Uhr einen Aufschlag von 5 dB(A) erhalten.

Rosenlund und Mitautoren (2001[28]; sowie Rosenlund 2005[29]) nutzten für die Ermittlung des Einflusses von Fluglärm auf die Prävalenz von Bluthochdruck Daten einer repräsentativen Untersuchung der Bevölkerung zur Ermittlung von Umwelteinflüssen auf die Gesundheit (Environmental Health Survey), die im Jahre 1997 im Kreis Stockholm durchgeführt wurde. Aus den Teilnehmern an dieser Untersuchung wurden zwei Stichproben gezogen, die in Antworten von 327 Probanden in der Nähe des Flughafens Stockholmer Flughafens Arlanda resultierten (Response-Rate 71%) und von 3.276 Probanden aus dem Kreis Stockholm (Response-Rate 74%) als Vergleichsregion. Bei der Auswahl der Vergleichsregion waren sowohl die unmittelbare Stadt Stockholm als auch die Region um den Regionalflughafen Bromma ausgespart worden. Das Alter der Probanden reichte von 18 bis 80 Jahren. Bluthochdruck wurde als ärztlich diagnostiziert innerhalb von 5 Jahren vor dem Untersuchungsdatum definiert. Die Ermittlung der Exposition gegenüber Fluglärm erfolgte durch Abgleich der geo-kodierten Wohnadresse der Probanden mit Isophonen des Fluglärms von 50 dB(A) bis >65 dB(A) in 5-dB(A)-Schritten. Multivariat adjustierte Erkrankungsrisiken ergaben für eine Lärmpegel von > 55 dB(A) einen Anstieg um 59 % (95%-Konfi-denzintervall 0 – 153%). Bei der Analyse nach Maximalpegeln ergab sich für Werte von > 72 dB(A) eine Erhöhung des Erkrankungsrisikos um 76 % (95-Konfidenz-intervall 12 – 177%). Männer wiesen eine geringfügig höhere Häufigkeit von Bluthochdruck auf als Frauen (22% vs. 18% in der Region mit Fluglärm-Werten > 55 dB(A)). Diese Effekte waren stärker ausgeprägt bei Probanden über 55 Jahren und bei Probanden ohne Schwerhörigkeit. Eine Schätzung des Trends ergab für einen 5-dB(A)-Zuwachs eine Erhöhung de Erkrankungsrisikos an Bluthochdruck um 30 % (95%-Konfidenz-Intervall 22% - 116%).

Niemann und Koautoren (2006)[30] berichteten über Ergebnisse der LARES-Studie, die auf Initiative des Europa-Büros der WHO zwischen 2002-2003 in acht europäischen Städten durchgeführt wurde. Hauptziel der Studie war es, Komponenten der Wohnqualität zu analysieren, darunter den Einfluss des Lärms aus verschiedenen

[28] Rosenlund M, Berglind N, Pershagen G, Järup L, Bluhm G. Increased prevalence of hypertension in a population exposed to aircraft noise. Occup Environ Med 2001; 58: 769-773.
[29] Rosenlund M. Environmental factors in cardiovascular disease. Doctoral Thesis, Stockholm, 2005.
[30] Niemann H, Bonnefoy X, Braubach M, Hecht K, Maschke C, Rodrigues C, Röbbel N. Noise-induced annoyance and morbidity results from the pan-European LARES study. Noise Health. 2006 ;8:63-79.

Quellen. Die Auswertung nach der subjektiven Belästigung durch Fluglärm ergab für solche Personen, die sich stark durch Fluglärm belästigt fühlten, ein signifikant erhöhtes Erkrankungsrisiko für ärztlich diagnostizierten Bluthochdruck (+ 200%) bzw. Symptome für Herz- und Kreislaufkrankheiten (+ 210 %).

Eriksson und Koautoren[31] berichteten 2007 über eine Gruppe von 2.754 Männern aus vier Gemeinden um den Stockholmer Flughafen Arlanda, die von 1992 bis 2004 im Rahmen einer größeren Studie zur Diabetes-Prävention mehrfach befragt und untersucht worden waren. Sie bestimmten zusätzlich für die Wohnungen der Teilnehmer der Studie die Fluglärmbelastung. Sie fanden bei einem Dauerschallpegel über 50 dB(A) eine Erhöhung des Risikos für Bluthochdruck um 19 % (95-%-Vertrauensbereich 3-37 %). Maximalpegel von 70 dB(A) ergaben eine Risikoerhöhung um 20%. Stärkere Erhöhungen fanden sich bei Teilnehmern, die älter waren, Nichtraucher, oder die sich durch Lärm aus anderen Lärmquellen belästigt fühlten.

Jarup und Koautoren (2008)[32] berichteten über die Ergebnisse der so genannten HYENA-Studie, die im Umkreis von 6 europäischen Großflughäfen durchgeführt wurde. Zu diesen zählten London-Heathrow, Amsterdam-Schiphol, Stockholm-Arlanda, Mailand-Linate, Athen, Berlin-Tegel. Über 5.000 Männer und Frauen im Alter zwischen 45 und 70 Jahren, die mindestens 5 Jahre in der Umgebung eines dieser Flughäfen gewohnt hatten, wurden interviewt. Nach standardisiertem Verfahren wurde der Blutdruck gemessen. Es zeigte sich, dass von einem nächtlichen Fluglärm von 35 dB(A) an ein Anstieg des Bluthochdruck-Risikos von 14,1% je 10 dB(A) Anstieg des Dauerschallpegels (95%-Vertrauensbereich 1,2% - 28,6%) auftrat.

An einer Unterstichprobe von 140 Männern und Frauen wurden 24-Stunden-Blutdruckmessungen mit gleichzeitiger kontinuierlicher Schallaufzeichnung vorge-

[31] Eriksson C, Rosenlund M, Pershagen G, Hilding A, Ostenson CG, Bluhm G. Aircraft noise and incidence of hypertension. Epidemiology 2007; 18: 716-721.

[32] Jarup L, Babisch W, Houthuijs D, Pershagen G, Katsouyanni K, Cadum E, Dudley ML, Savigny P, Seiffert I, Swart W, Breugelmans O, Bluhm G, Selander J, Haralabidis A, Dimakopoulou K, Sourtzi P, Velonakis M, Vigna-Taglianti F on behalf of the HYENA study team. Hypertension and exposure to noise near airports: The HYENA Study. Environ Health Perspect 2008; 116: 329-333.

nommen[33]. Es zeigte sich, dass Innenschall-Maximalpegel über 35 dB(A) unabhängig von der Schallquelle zu einem signifikanten Anstieg von diastolischen und systolischen Blutdruckwerten führten.

Babisch und van Kamp[34] kommen in einer Meta-Analyse im Jahre 2009 zu dem Schluss, dass der Zusammenhang zwischen Fluglärm und dem Erkrankungsrisiko für Bluthochdruck belegt sei („sufficient evidence“).

Dass es nicht ausschließlich objektive Lärmwerte sein müssen, die zu gesundheitlichen Konsequenzen führen können, haben Fujino und Koautoren[35] anhand von Daten einer umfangreichen Kohortenstudie japanischer Arbeitnehmer (N = 14.568 Männer) ermittelt. Sie fanden, dass es unabhängig von der tatsächlichen Lärmbelastung die subjektive Belästigung durch Lärm am Arbeitsplatz das Risiko für Schlaganfälle um 138 % erhöhte (95%-Konfidenzintervall 20% - 371%) im Vergleich zu Männern, die denselben Lärm nicht als belästigend empfanden.

Daraus ergibt sich zweifelsfrei, dass im Laufe der vergangenen Jahre die wissenschaftliche Evidenz stark gestiegen ist, dass Fluglärm, vor allem nächtlicher Fluglärm zu krankhaftem Bluthochdruck und zu Herz- und Kreislauferkrankungen führen kann.

Diese Übersicht der wichtigsten relevanten Literatur zeigt eindeutig, dass das Kausalitätskriterium der Konsistenz voll erfüllt ist

2. Stärke der Assoziation: Darunter ist die Stärke einer Risikozunahme zu verstehen. Aus der vorliegenden Studie um den Flughafen Köln-Bonn haben sich bereits bei relativ geringen nächtlichen Dauerschallpegeln (z.B. 50 dB(A)) bereits Risikozuwächse von mehr als 50 % ergeben. Solche Risikozuwächse sind in der

[33] Haralabidis AS, Dimakopoulou K, Vigna-Taglianti F, Giampolo M, Borgini A, Dudley ML, Pershagen G, Bluhm G, Houthuijs D, Babisch W, Velonakis M, Katsouyanni K, Jarup L; HYENA Consortium. Acute effects of nighttime noise exposure on blood pressure in populations living near airports. Eur Heart J 2008; 29:658-664.
[34] Babisch W, van Kamp I. Exposure-respone relationship of the association between aircraft noise and the risk of hypertension. Noise Health 2009; 44:161-168.
[35] FujinoY, Iso H, Tamakoshi A, for the JACC study group. A prospective cohort study of perceived noise exposure at work and cerebrovascular diseases among male workers in Japan. J Occup Health 2007; 49: 382-388.

Umweltepidemiologie als stark zu bewerten. Aus der HYENA-Studie ergibt sich für nächtlichen Fluglärm je 10 dB(A)-Anstieg über 35 dB(A) ein Anstieg der Bluthochdruck-Häufigkeit um 14,2 %. Für den so genannten kritischen Toleranzwert von 60 dB(A) würde sich ein Exzessrisiko für Bluthochdruck von 33,5% ergeben. In der Umweltepidemiologie sind bereits deutlich niedrigere Exzessrisiken gut gesichert und wissenschaftlich allgemein akzeptiert worden. So liegt für Nichtraucher das durch Passivrauchen am Arbeitsplatz entstehende Exzessrisiko für die Entwicklung eines Bronchialcarcinoms nach Feststellung der Krebsforschungsorganisation (IARC) der Weltgesundheitsorganisation (WHO) zwischen 13% und 19%[36].

3. Analogie: Darunter ist zu verstehen, dass vergleichbare, jedoch nicht identische Faktoren zu vergleichbaren Effekten führen können. Vergleichbare Effekte wie durch den Einfluss von Fluglärm auf den Bluthochdruck sind beobachtet worden bei Personen, die durch Lärm am Arbeitsplatz belastet sind sowie durch Belastungen durch Straßenverkehrslärm. So fanden sich in der epidemiologischen Studie zu Arzneiverordnungen und Fluglärm im Umfeld des Flughafens Köln-Bonn quantitativ mit zunehmendem Straßenverkehrslärm am Tage als auch in der Nacht signifikante Anstiege der Verordnungsmengen für blutdrucksenkende Arzneimittel. In der HYENA-Studie stieg das Exzessrisiko für Bluthochdruck durch Straßenverkehrslärm ab 35 dB(A) um knapp 10% pro 10 dB(A) Anstieg des 24-Stunden-Straßenverkehrslärms an.

Aus der Vielzahl von Studien zur Wirkung von Lärm am Arbeitsplatz auf das Hypertonie-Risiko sollen nur wenige exemplarische zitiert werden[37]

---

[36] Tobacco Smoke and Involuntary Smoking. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 83. World Health Organization. International Agency for the Research on Cancer, Lyon, 2004.

[37] Fouriad C, Jacquinet-Salord MC, Degoulet P, Aimé F, Lang T, Laprugne J, et al. 1984. Influence of socioprofessional conditions on blood pressure levels and hypertension control. Epidemiologic study of 6665 subjects in the Paris district. Am J Epidemiol 120:72–86.
Talbott EO, Gibson LB, Burks A, Engberg R, Mchugh KP. 1999. Evidence for a dose-response relationship between occupational high blood pressure in shipyard workers. Am J Ind Med 12:431–438.
Jonsson A, Hansson L. 1977. Prolonged exposure to a stressful stimulus (noise) as a cause of raised blood pressure in man. Lancet I:86–87.
Tomei F, Fantini S, Tomao E, Baccolo TP, Rosati MV. 2000. Hypertension and chronic exposure to noise. Arch Environ Health 55:319–325.
Lusk SL, Hagerty BM, Gillespie B, Caruso CC. 2002. Chronic effects of workplace noise on blood pressure and heart rate. Arch Environ Health 57:273–281.
Verbeek JHAM, Van Dijk FJH, De Vries FF. 1987. Non-auditory effects of noise in industry. IV-A field study on industrial noise and blood pressure. Int Arch Occup Environ Health 59:51–54.

4. Dosis-Wirkungs-Beziehung: Eine solche Beziehung ist zu bejahen, wenn der Effekt (in diesem Fall: Erkrankungsrisiko) mit zunehmender Stärke des Faktors (in diesem Fall: Dauerschallpegel) zunimmt. Diese Beziehung ist durch die mehrere publizierte Studien, vor allem aber durch die epidemiologische Studie um den Flughafen Köln-Bonn nachdrücklich belegt. Eine vergleichbare Dosis-Wirkungsbeziehung ergibt sich u.a. auch aus der HYENA-Studie. Dass in der HYENA-Studie für den Fluglärm am Tage keine Effekte gefunden wurden, hat seine Ursache vermutlich darin, dass diese Studie mit ca. 5.000 Probanden zu klein war, um eine Erhöhung des Bluthochdruck-Risikos zu entdecken. Generell muss man davon ausgehen, dass nächtlicher Fluglärm mit erheblich größeren Beeinträchtigungen der Gesundheit einhergeht als Fluglärm am Tage. Deshalb bedurfte es einer so umfangreichen Studie wie der Studie um den Flughafen Köln-Bonn, bei der ja die Daten von mehr als 1 Million Versicherten eingegangen sind.

5. Kohärenz: Hierunter versteht man, dass der zu diskutierende Befund nicht im Gegensatz stehen darf zu den bekannten patho-physiologischen Zusammenhängen. Diese Kohärenz ist für den Zusammenhang zwischen Lärm, darunter auch Fluglärm, und Bluthochdruck zu bejahen. Patho-physiologisch sind Lärmwirkungen als Stresswirkungen zu interpretieren. Stress jeder Art, auch Lärmstress, führt zu einer vermehrten Ausschüttung von Stresshormonen. Diese wiederum führen zur Erhöhung des Blutdrucks und mittelfristig zu krankhaftem Bluthochdruck.

6. Intervention: Darunter ist zu verstehen, dass eine Modifikation des in Frage stehenden Risikofaktors zu einer entsprechenden Modifikation des Effektes führen kann. Dieses Kriterium ist durch die durchgängigen Befunde der vorliegenden Studie als erfüllt anzusehen, da eine anzunehmende Verminderung nächtlichen Fluglärms durch die Möglichkeit einer freiwilligen Finanzierung von Schallschutzmassnahmen für Schlafzimmer durch den Flughafen Köln-Bonn bei den betroffe-

---

Wu TN, Ko YC, Chang PY. 1987. Study of noise exposure and high blood pressure in shipyard workers. Am J Ind Med 12:431–438.
Zhao Y, Zhang S, Selvin S, Spear RC. 1991. A dose-response relation for noise-induced hypertension. Br J Ind Med 48:179–184.
Fortsetzung von Fußnote 39.
Chang TY, Jain RM, Wang CS, Chan CC. 2003. Effects of occupational noise exposure on blood pressure. J Occup Environ Med 45:1289–1296.
Chang TY Su TC, Lin SY, Jain RM, Chan CC. Effects of occupational noise exposure on 24-hour ambulatory vascular properties in male workers. Environ Health Perspect 2007; 115: 1660-1664.

nen Versicherten in der Regel zu einer starken Verringerung der Erkrankungsrisiken geführt hat. Hierbei ist zu beachten, dass vermutlich nicht alle Personen, die aufgrund ihrer Wohnanschrift die Möglichkeit zur Beantragung dieser Finanzierung hatten, davon tatsächlich auch Gebrauch gemacht haben dürften. Andererseits kann auch nicht ausgeschlossen werden, dass Personen, die auf diese Form der Finanzierung von Schallschutzmaßnahmen für Schlafzimmer nicht zurückgreifen konnten, sich auf eigene Kosten Schallschutzfenster zugelegt haben. Deshalb dürften die „wahren" Effekte dieser Intervention größer sein, als die im Rahmen der Studie gefundenen.

In vergleichbarer Weise muss der Befund aus der schwedischen Studie von Rosenlund und Mitarbeitern[38] interpretiert werden, die erheblich geringere Effekte des Fluglärms auf die Entwicklung von Bluthochdruck bei Schwerhörigen gefunden hatten.

7. Tierversuche: Vergleichbare Effekte wie beim Menschen sollten auch im Tierversuch darstellbar sein. Zum Zusammenhang zwischen Lärm, auch Fluglärm, und der Entwicklung von Bluthochdruck gibt es eine erhebliche Anzahl von Publikationen. An dieser Stelle sollen nur einige exemplarische zitiert werden. Bei den meisten dieser Studien sind Versuche an Ratten durchgeführt worden[39]. Es finden sich jedoch vereinzelt auch Experimente, die an höheren Säugetieren mit vergleichbaren Ergebnissen durchgeführt wurden[40].

8. Temporalität: Unter diesem Kriterium ist die Anforderung zu verstehen, dass der vermutete Einflussfaktor zeitlich vor dem vermuteten Effekt aufgetreten sein muss. Dafür existiert vermutlich nur eine einzige Studie, die nach ihrer Anlage, die

[38] Rosenlund et al. (2001) und Rosenlund (2005) a.a.O.
[39] Tucker DC, Hunt RA. Effects of log-term air jet noise and dietary sodium chloride in borderline hypertensive rats. Hypertension 1993; 527: 527-534.
Fisher LD, Tucker DC. Air jet noise rapidly increases blood pressure in young borderline hypertensive rats. J Hypertens 1991; 9: 275-282.
Altura BM, Altura BT, Gebrewold A, Ising H, Günther T. extraaural effectzs of chronic noise exposure on blood pressure, microcirculation and electrolytes in rats: modulation by Mg2+. Schriften Ver Wasser Boden Lufthyg 1993; 88: 65-90.
Altura BM, Altura BT, Gebrewold A, Ising H, Günther T. Noise-induced hypertension and magnesium in rats: relationship to microcirculation and calcium. J Appl Physiol 1992; 72. 194-202.
Morseth SL, Dengerink HA, Wright JW. Effect of impulse noise on water consumption and blood pressure in the female rat. Physiol Behav 1985; 34: 1013-1016.
[40] Kirby DA, Herd JA, Hartley LH, Teller DD, Rodger RF. Enhanced blood pressure responses to loud noise in offspring of monkeys with high blood pressure. Physiol Behav 1984; 32: 779-783.

Feststellung einer zeitlichen Aufeinanderfolge von Faktor und Effekt erlauben würde. Eine solche Untersuchung ist von Evans und Koautoren[41] und beschrieben worden. Sie hatten vor der Eröffnung des Franz-Josef-Strauß-Flughafens im Erdinger Moos Kinder aus Gemeinden ohne zu erwartende Belastung mit Fluglärm und aus solchen Gemeinden, bei denen in Zukunft Fluglärm zu erwarten war, im Rahmen einer Langzeit Studie untersucht. Dabei zeigte sich deutlich, dass Kinder in den später mit Fluglärm belasteten im Laufe der Beobachtungsperiode (vor Eröffnung des Flughafens vs. Nach Eröffnung des Flughafens) im Vergleich zu den Kindern aus nicht mit Fluglärm belasteten Gemeinden in höherem Umfang Stresshormone bildeten und sowohl stärkere Anstiege beim systolischen als auch beim diastolischen Blutdruck aufwiesen.

Damit kann davon ausgegangen werden, dass die epidemiologischen Kriterien zur Feststellung eines ursächlichen Zusammenhanges zwischen Fluglärm und Herz- und Kreislauferkrankungen, insbesondere Bluthochdruck, erfüllt sind.

Damit ist zu konstatieren, dass nach den epidemiologischen Kriterien für die Beurteilung von ursächlichen Zusammenhängen zwischen Einflussfaktoren und Erkrankungen ein solcher Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber nächtlichem Fluglärm und Erkrankungen des Herzens und des Kreislaufs als gesichert angesehen werden muss.

4.2 Krebserkrankungen

Im Gegensatz zur Lage der wissenschaftlichen Evidenz für einen Zusammenhang zwischen Fluglärm und Herz- und Kreislauferkrankungen kann man bei Krebserkrankungen der Frau nur auf eine eher disparate Datenlage verweisen. Es findet sich in der wissenschaftlichen Literatur eine einzige Publikation, in der vergleichbare Ergebnisse gefunden wurden, wie in der vorliegenden Fall-Kontroll-Studie (Visser et al. 2005)[42]. Bei dieser Studie wurde die Neuerkrankungshäufigkeit von Krebserkrankungen in Gemeinden, die unmittelbar um den Amsterdamer Flugha-

[41] Evans GW, Bullinger M, Hygge S. Chronic noise exposure and physiological response: a prosepctive study of children living under environmental stress. Psychol Sci 1998; 9: 75-77.
[42] Visser O, van Wijnen JH, van Leuwen FE. Incidence of cancer in the area around Amsterdam Airport Schiphol in1998-2003: a population-based ecological study. BMC Public Health 2005; 5:127

fen Schiphol lagen, mit den Erkrankungshäufigkeiten des nationalen niederländischen Krebsregisters verglichen. Alle in unmittelbarer Nähe des Flughafen gelegenen Gemeinden waren auch massiv durch Fluglärm belastet. Es fanden sich signifikant erhöhte Erkrankungsrisiken für sämtliche Krebserkrankungen bei Frauen und für Brustkrebs. Da die niederländischen Wissenschaftler jedoch den möglichen Einfluss von gas- und staubförmigen Emissionen des Flughafens auf das Krebsrisiko analysieren wollten, verwarfen sie die Befunde als nicht plausibel mit ihrer Forschungshypothese. Eine Interpretation ihrer Ergebnisse im Hinblick auf Fluglärm wurde von ihnen nicht vorgenommen.

Abgleich eine Reihe von Studien einen Zusammenhang zwischen Schlafstörungen, Störungen des cirkadianen Rhythmus, Nacht- und Schichtarbeit mit erhöhten Krebsrisiken – vor allem bei Frauen - gezeigt haben, bedarf der in der vorliegenden Studie gezeigte Befund eines erhöhten Brustkrebsrisikos bei Frauen der Bestätigung durch weitere Studien vergleichbarer Art.

4.3 Limitationen und Stärken der vorliegenden Studie

Den großen Vorteilen der gewählten Form einer Fall-Kontroll-Studie – Verwendung ausschließlich objektiver Parameter, außerordentlich hohe Abdeckung der Gesamtpopulation, kein Verlust durch Non-Response – stehen einige Limitationen gegenüber:

A. Da nur ein begrenzter Zeitraum des Lebens der Versicherten über den verarbeiteten Versicherungszeitraum zur Verfügung stand, wird die Lebenszeitinzidenz der untersuchten Erkrankungen vermutlich unterschätzt. Die möglichen Auswirkungen dieses Defizits auf die Risikoschätzer lassen sich gegenwärtig nicht exakt abschätzen. Es ist zu erwarten, dass bei künftigen Studien mit Daten gesetzlicher Krankenkassen mögliche Verzerrungen dieser Art sich minimieren lassen, da künftig längere Versicherungszeiträume verfügbar sein werden.
B. Die Exposition gegenüber Umgebungslärm aus verschiedenen Lärmquellen ist für die vorliegende Studie nach dem Stand der Wissenschaft geschätzt worden. Es wäre jedoch zu diskutieren, ob z.B. in Bezug auf den Fluglärm Expositionsmodelle, die Maximalpegel einbeziehen, nicht zu einer adäquateren Effektschätzung führen könnten. Bei der vorliegenden Studie war es nicht möglich, die Expositi-

onsdauer der Versicherten gegenüber verschiedenen Umgebungslärmarten zu erheben. Das den Analysen zugrunde liegende Modell nimmt eine identisch lange Exposition für alle Versicherten an. Da unter realen Bedingungen vermutlich eher ein Fortzug aus verlärmten Regionen unterstellt werden kann, würde dieses zu einer geringeren Expositionsdauer in stärker mit Lärm belasteten Regionen führen. Damit wäre die in stärker mit Lärm belasteten Regionen die exponierte Population kleiner. Die durch Nichtberücksichtigung der Expositionsdauer mögliche Verzerrung würde eher zu einer Unterschätzung tatsächlich vorhandener Erkrankungsrisiken führen.

C. Als Proxy-Variable für einen individuellen Sozialschicht-Indikator ist die Sozialhilfe-Häufigkeit des Ortsteils bzw. des Stadtteils der Versicherten herangezogen worden. Regionalspezifische Sozialschichtindikatoren sind impräziser als individuelle Indikatoren der Sozialschicht. Allerdings weisen sie eine starke Korrelation zu individuellen Sozialschichtindikatoren auf. Eine Vielzahl von älteren und neueren Publikationen haben die Brauchbarkeit regionaler Faktoren für epidemiologische Studien gezeigt. Aus der Vielzahl dieser Publikationen seien nur einige exemplarische zitiert[43,44,45,46,47,48,49,50,51,52]. Bei künftigen Fall-Kontroll-Studien ist jedoch an-

[43] Pekkanen J, Tuomilehta J, Uutela A, Vartiainen E, Nissinen A. Social class, health behaviour, and mortality among men and women in eastern Finland. BMJ 1995; 311:589-593.
[44] van Rossum CTM, van de Meen H, Breteler MMB, Grobbee DE, Mackenbach JP. Socioeconomic differences in stroke in elderly women. Stroke 1999; 30:357-362.
[45] Hart CL, Hole DJ, Smith GD. The Contribution of risk factors to stroke differentials, by socioeconomic position in adulthood: The Renfrew/Paisly Study. Am J Public Health 2000; 90: 1788-1791.
[46] Galobardes B, Costanza MC, Bernstein MS, Delhumeau C, Morabia A. Trends in risk factors for lifestyle-related diseases by socioeconomic position in Geneva, Switzerland, 1993-2000: Health inequalities persist. Am J Public Health 2003; 93:1302-1309.
[47] Leyland AH. Socioeconomic gradients in the prevalence of cardiovascular disease in Scotland: the roles of composition and context. J Epidemiol Community Health 2005; 59:799-803.
[48] Regidor E, Gutiérrez-Fisac JL, Banegas JR, Domíngue z V, Rodríguez-Artalejo F. Association of adult socioeconomic position with hypertension in older people. J Epidemiol Community Health 2006; 60:74-80.
[49] Eggleston KS, Coker AL, Williams M, Tortolero-Luna G, Martin JB, Tortolero SR. Cervical cancer survival by socioeconomic status, race/ethnicity, and place of residence in Texas, 1995-2001. J Womens Health (Larchmt.) 2006; 15:941-951.
[50] Harper S, Lynch J, Meersman SC, Breen N, Davis WW, Reichman MC. Trends in socioeconomic and racet-ethnic disparities in breast cancer incidence, stage at diagnosis, screening, mortality, and survival among women ages 50 years and over (1987-2005). Cancer Epidemiol Biomarkers Prev 2009; 18: 121-131.
[51] Tromp M, Eskes M, Reitsma JB, Jaap J, Erwich HM, Brouwers HAA, Rijninks-van Driel GC, Bonsel GJU, Ravelli ACJ. Regional perinatal mortality differences in the Netherlands; care is the question. BMC Pub Health 2009. doi: 10.1186/1471-2458-9-102.

[52] Byers TE, Wolf HJ, Bauer KR, Bollick-Aldrich S, Chen VW, Finch JL, Fulton JP, Schymura MJ, Shen T, Van Heest S, Yin X fort he Patterns of Care Study. The impact of socioeconomic status on survival after cancer in the United States. Cancer 2008; 113:582-591.

zustreben, als Indikator für Sozialschicht das individuelle Einkommen der Stammversicherten (Berufstätige bzw. Rentner) zu verwenden.

D. Naturgemäß sind in den Daten gesetzlicher Krankenkassen eine Reihe von Risikofaktoren nicht enthalten, die für die Genese der hier untersuchten Krankheitsgruppen von Bedeutung sind. Zu diesen sind außer den durch das Individualverhalten determinierten Risikofaktoren insbesondere auch Risikofaktoren am Arbeitsplatz zu nennen. Es muss auch diskutiert werden, ob nicht außer dem Lärm sonstige Emissionen des Flug- und des Straßenverkehrs einen erheblichen Beitrag zur Krankheitsentstehung beitragen. In künftigen Studien sollte dem Rechnung getragen werden, ungeachtet der erheblichen methodischen Probleme einer adäquaten kleinräumigen Modellierung gas- und staubförmiger Emissionen des Flugverkehrs und des Straßenverkehrs. Im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse sind Analysen mit einem zusätzlichen Einflussfaktor, nämlich medikamentös behandelte Zuckerkrankheit, durchgeführt worden. Es zeigte sich, dass die Haupteffekte (Risiko-Erhöhung durch Fluglärm) praktisch unverändert blieben, während die Risiko-Koeffizienten für Zuckerkrankheit auf eine vom Fluglärm unabhängige starke Risikozunahme hindeuteten.
E. Bei der vorliegenden Fall-Kontroll-Studie sind keine Versicherten einbezogen worden, die bei privaten Krankenkassen versichert waren. Diese machen ca. 15% der deutschen Bevölkerung aus. Es ist kaum anzunehmen, dass diese Limitierung der Datenbasis zu einer Verzerrung der Ergebnisse geführt haben könnte, da bisher keine Studien vorliegen, die auf eine geringere bzw. erhöhte Lärmsensitivität von privat Versicherten im Vergleich zu gesetzliche versicherten Personen hindeuteten.

4.4 Stärken der vorliegenden Studie

Die vorliegende Fall-Kontroll-Studie weist von allen bisher vorliegenden epidemiologischen Studien zum Zusammenhang zwischen Fluglärm und Erkrankungen die bislang umfangreichste Datenbasis auf. Dieser Umstand erlaubt eine Vielzahl von verschiedenen Analysen, auch an Teilpopulationen. Während eine Reihe von publizierten Studien mit hoher methodischer Qualität wegen zu geringer Anzahl von Beobachtungen auf eine Differenzierung der Analysen nach Geschlecht verzichten mussten, war dieses in der vorliegenden Studie problemlos möglich. Im Vergleich

zu klassischen Fall-Kontroll-Studien mit Befragung der Probanden, weist die vorliegende Studie den erheblichen Vorteil auf, dass die bei Befragungsstudien inhärente Problematik von relativ geringen Beteiligungsraten bei der vorliegenden Studie überhaupt kein Problem darstellt. Infolge technischer Probleme war es den kooperierenden Krankenkassen in ca. 8% aller Versicherten mit Wohnsitz in der Studienregion nicht möglich, eine Verbindung der Umgebungslärm-Daten mit den Wohnanschriften sicher zu stellen. Verglichen mit den in Befragungsstudien maximal erreichbaren Responseraten um 70% ist die hier vorliegende Verlustrate von ca. 8% als optimal zu betrachten.

B. Konzept für ein Gesundheitsmonitoring im Umfeld des Flughafens Frankfurt

1. **Ziele des Gesundheitsmonitorings**

   Ziel des Gesundheitsmonitoring ist es, kurz und mittelfristig die Auswirkungen des Fluglärms des Flughafens Frankfurt zu ermitteln auf
   - die geistige Entwicklung von Schulkindern (Kognitionsverhalten),
   - die Gesundheit von Erwachsenen in Bezug auf häufige zur stationärer Krankenhausbehandlung führenden Erkrankungen
   - das Ausmaß von Belästigung und von Schlafstörungen durch Fluglärm in der Bevölkerung.

   Die Ergebnisse des Gesundheitsmonitorings sollen geeignet sein, die durch Fluglärm entstehende Belastung der Bevölkerung durch zusätzliche Erkrankungen quantitativ nach Anzahl von Erkrankungen für beide Geschlechter und verschiedene Altersgruppen und den sich daraus ergebenden Kosten für Behandlung, Rehabilitation, Invalidität, Todesfälle und Produktionsausfälle abzuschätzen.

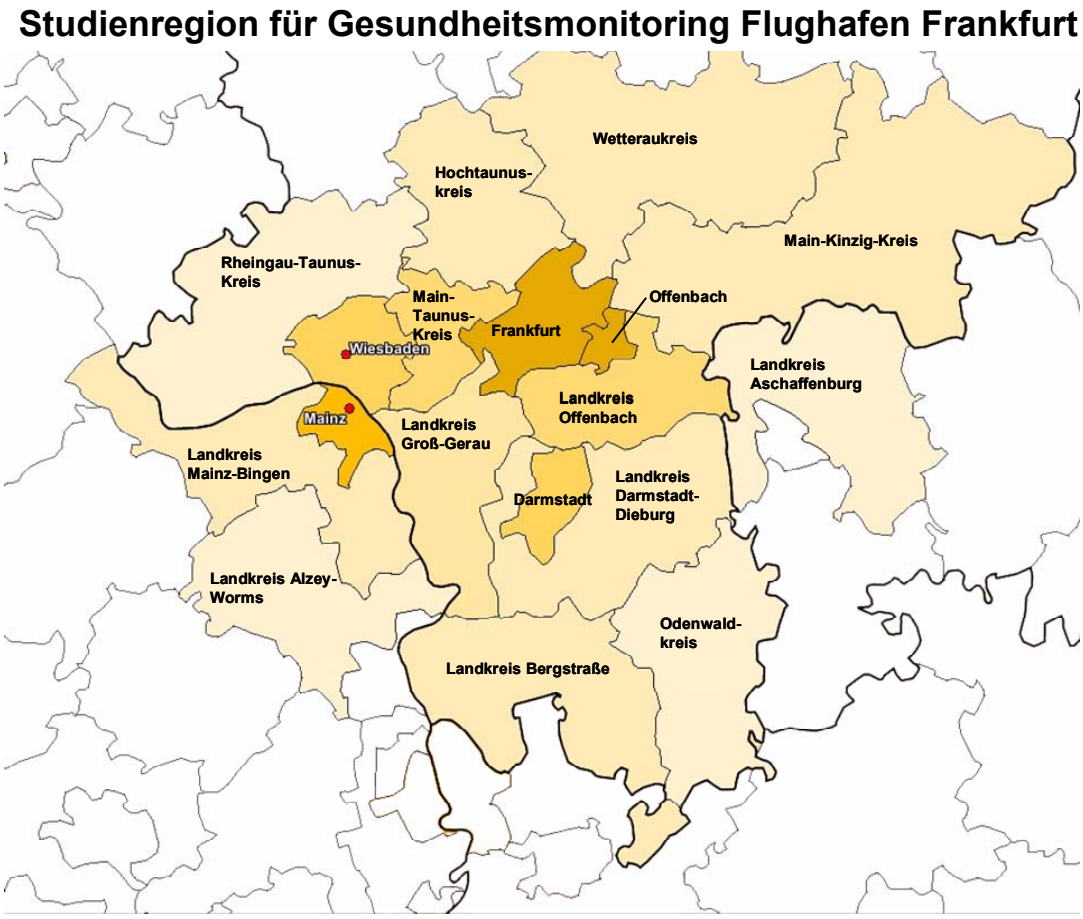
2. Ziele des Gesundheitsmonitorings kann es **nicht** sein,
   - den Einfluss des Fluglärms auf die Gesundheit im Umfeld weiterer deutscher Verkehrsflughäfen zu ermitteln,
   - den Einfluss von Lärm des Straßen- und Schienenverkehrs auf die Gesundheit außer als Confounder (Störfaktoren) des Einflusses des Fluglärms zu bestimmen,
   - ausschließlich auf der Basis des Gesundheitsmonitorings eine Kausalität zwischen Fluglärm, Sozialschicht und anderen etablierten Risikofaktoren herzustellen,
   - nachzuweisen, dass Fluglärm zu Schlafstörungen und zu Bluthochdruck führen kann, weil dieses bereits endgültig durch publizierte Studien nach gewiesen ist.

3. Zielkrankheiten. Als Zielkrankheiten werden diejenigen Krankheitsgruppen definiert, bei denen auf Grund vorhergegangener Studien der begründete Verdacht besteht, dass sie durch Fluglärm verstärkt auftreten können. Dazu gehören:

- Krankheiten des Herzens und des Kreislaufsystems, insbesondere
-- Herzschwäche,
-- Herzinfarkt,
-- Koronare Herzkrankheit,
-- Schlaganfall.
- Psychische Erkrankungen, insbesondere
-- Depressionen,
-- Psychosen.
- Krebserkrankungen bei Frauen, insbesondere
-- Brustkrebs.
- Zuckerkrankheit, insbesondere Typ 2.

3. **Studienregion**

Als Studienregion werden alle administrativen Regionen definiert, in denen nach den Daten des Regionalen Dialogforums Fluglärm mit einem Dauerschallpegel von 40-45 dB(A) aufwärts auftritt.



Regionen mit einer Belastung von Fluglärm am Tage 40-45 dB(A) in 2005
(Quelle: RDF – Ost- und Westbetriebsrichtung kombiniert / Karte: Stat. Bundesamt - Bevölkerungsdichte)

Die Gesamtbevölkerung dieser Studienregion beträgt ca. 4.5 Millionen Personen.

4. Design einer kombinierten Fall-Kontroll-Studie zu Erkrankungen

Es wird eine Fall-Kontroll-Studie mit eingeschlossener Validierungs-Studie vorgeschlagen. Bei einer Fall-Kontroll-Studie wird die Häufigkeit von möglichen Risikofaktoren bei bereits Erkrankten (= Fällen) mit der Häufigkeit der gleichen Risikofaktoren bei Nicht-Erkrankten (=Kontrollen) ermittelt. Findet sich die Häufigkeit eines möglichen Risikofaktors in der Gruppe der Erkrankten statistisch gesichert häufiger als in der Gruppe der Nicht-Erkrankten, kann man von einem krankmachenden Faktor oder Risikofaktor sprechen.

Für die Durchführung einer Fall-Kontroll-Studie ist es erforderlich, in einer definierten Studienregion möglichst alle Erkrankungsfälle für den Studienzeitraum zu erfassen und die bei diesen Erkrankten vorhandenen Risikofaktoren zu ermitteln. Optimal lassen sich Fall-Kontroll-Studien durchführen, wenn im Rahmen von Krankheitsregistern bereits eine mindestens annähernd komplette Erfassung aller Neuerkrankungsfälle geschehen ist. Krankheitsregister sind in Deutschland jedoch bisher lediglich für Krebserkrankungen vorgesehen. Der Aufbau des Landeskrebsregisters in Hessen ist jedoch noch nicht soweit fortgeschritten, dass innerhalb der nächsten 5 Jahre mit einer Nutzung für Fall-Kontroll-Studien zu rechnen ist. Für alle übrigen Krankheitsgruppen, die zur Ermittlung von Gesundheitsschäden durch Fluglärm untersucht werden müssten, existiert in keinem Land der Bundesrepublik ein flächendeckendes Krankheitsregister. Eine nahezu komplette Erfassung von Erkrankungsdaten ist jedoch durch eine Nutzung der Daten gesetzlicher Krankenkassen möglich.

Für das Gesundheitsmonitoring im Umfeld des Flughafens Frankfurt wird eine Kombination von zwei zusammenhängenden Fall-Kontroll-Studien vorgeschlagen:
Studie 1 soll mit Daten gesetzlicher Krankenkassen durchgeführt werden. Die gesetzlichen Krankenkassen liefern dazu, wie schon bei den im Umfeld des Flughafens Köln-Bonn durchgeführten Fall-Kontroll-Studien faktisch anonymisierte Individualdaten aller Versicherten mit Wohnsitz in der Studienregion. Diese Daten umfassen u.a. sämtliche Arzneiverordnungen, sämtliche Krankenhausaufenthalte mit den jeweiligen Entlassungsdiagnosen sowie neben Alter und Geschlecht das Einkommen der Stammversicherten. Für alle Wohnanschriften in der Studienregion erhalten alle kooperierenden Krankenkassen eine Datei, die für jede Anschrift Daten über Lärm des Flugverkehrs, des Straßenverkehrs und des Schienenverkehrs, sowie regionalspezifische Sozialstrukturdaten enthält. Die Krankenkassen verbinden diese Umgebungslärmdaten mit den Anschriften der bei ihnen Versicherten und liefern dem Forschungsprojekt diese Daten mit einer anonymen Identifikationsnummer. Auf diese Weise stehen für die statistischen Analysen sowohl die Gesundheitsdaten als auch die Umgebungslärmdaten und Strukturdaten zur Verfügung. Diese Analysen haben in den epidemiologischen Studien um den Flughafen Köln-Bonn zu der

Erkenntnis geführt, dass Fluglärm mit zunehmender Lautstärke zu einer Erhöhung der verordneten Menge von verschiedenen Arzneimittelgruppen (vor allem Herz- und Kreislauf-Medikamente) sowie zu einem verstärkten Auftreten von Herz- und Kreislaufkrankheiten, daneben aber auch von psychischen Erkrankungen und bei Frauen von Brustkrebs führen kann.

Ein vergleichbares Studiendesign für das Umfeld des Flughafens Frankfurt hätte den Vorteil den großen Vorteil, dass mit geringem Aufwand Daten mit hoher Qualität für die gesamte Studienregion erhoben und auf alle relevanten Erkrankungen hin ausgewertet werden könnten. Außerdem wäre es problemlos möglich, bei demselben Kollektiv von Versicherten periodisch Nacherhebungen durchzuführen. Dieses würde eine Langzeitbeobachtung der gesundheitlichen Folgen von Fluglärm gewährleisten.

Gegen diese Ergebnisse ist u.a. eingewendet worden, dass die bereits als Risikofaktoren identifizierten individuellen Faktoren (z.B. bei Herz- und Kreislaufkrankheiten: Rauchen, Fettstoffwechselstörungen, Übergewicht) in den Daten der Krankenkassen nicht vorhanden sind. Zur Validierung der Ergebnisse der Fall-Kontroll-Studie mit Krankenkassendaten soll deshalb eine Validierungsstudie mit Daten von mehreren kooperierenden Klinika für Herz- und Kreislaufkrankheiten durchgeführt werden. Dafür werden aus dem EDV-System der Klinika Patientinnen und Patienten mit den Diagnosen Herzinfarkt, Herzschwäche und Schlaganfall identifiziert. Aus dem Laborsystem werden für diese Patienten die zur Bestimmung von Fettstoffwechselstörungen gebräuchlichen Laborwerte herangezogen, aus den Krankenakten Variable zur Identifizierung von Rauchern, Übergewichtigen und Zuckerkranken. Zu diesen als „Fälle“ identifizierten Patienten werden aus allen Abteilungen der Klinika Vergleichspatientinnen und Vergleichpatienten ausgewählt. Für alle „Fälle“ und „Kontrollen“ der Klinika werden nach ihrer jeweiligen Wohnanschrift die Umgebungslärmwerte hinzugefügt. Eine statistische Analyse wird dann die Aussage erlauben, ob und falls ja, in welchem Umfang eine Verzerrung des Einflusses der Umgebungslärmwerte durch die in den Klinika identifizierten Risikofaktoren erfolgt sein könnte.

5. Stichprobenkalkulation

Auf der Basis der Ergebnisse der epidemiologischen Studie zu stationär behandelten Erkrankungen und Fluglärm im Umfeld des Flughafens Köln-Bonn sind vorläufige Stichprobenkalkulationen für Neuerkrankungen an sämtlichen Herz- und Kreislauferkrankungen angestellt worden. Dabei sind nächtliche Fluglärmwerte (23-1 Uhr) von 40 dB(A) an aufwärts angenommen worden. Als Kofaktoren wurden bei den Berechnungen berücksichtigt: Alter, Interaktionsterm von Alter und Fluglärm, Straßenverkehrslärm in der Nacht (22-6 Uhr), Schienenverkehrslärm in der Nacht (22-6 Uhr), Sozialhilfe-Häufigkeit des Ortsteils bzw. des Stadtteils, Dichte von Altenheim und Pflegeplätzen bezogen auf die über 64 Jahre alte Bevölkerung, Finanzierungsmöglichkeit von Schallschutzfenstern für Schlafzimmer durch den Flughafen Köln-Bonn. Dabei errechneten sich die erforderlichen Studienumfänge mit ca. 200.000 Personen für jedes Geschlecht. Da die Berechnungen jeweils für die ab 40 Jahre alten Personen durchgeführt wurden, ergibt sich ein erforderlicher Studienumfang von insgesamt ca. 800.000 Versicherten.

Für die Fall-Kontroll-Studie in Klinika wird ein erforderlicher Umfang von insgesamt ca. 10.000 Patienten veranschlagt.

6. Langzeitbeobachtung

Die Verwendung von Daten gesetzlicher Krankenkassen erlaubt eine Langzeitbeobachtung (Kohorten-Studie), da etwa in 2-Jahres-Abständen ein erneuter Abgleich der zwischenzeitlich neu aufgetretenen Erkrankungsfälle mit Daten des Umgebungslärms möglich ist. Diese Methode erlaubt Verlaufsbeobachtungen des durch Umgebungslärm verursachten Erkrankungsrisikos und vermag deshalb auch abzuschätzen, ob eine Veränderung der Belastung durch Fluglärm zu einer vergleichbaren Veränderung des Erkrankungsrisikos führt. Damit lassen sich die Effekte aktiven und passiven Schallschutzes auf das Erkrankungsrisiko ermitteln.

7. **Kofaktoren neben dem Fluglärm**

Da eine Vielzahl von Studien Hinweise darauf ergeben haben, dass neben Fluglärm in vergleichbarer Weise Umgebungslärm aus anderen Quellen (Stra-

ßenverkehr, Schienenverkehr) das Risiko für die Entwicklung von Bluthochdruck und daraus folgenden Herz- und Kreislauferkrankungen erhöhen kann, ist es zwangsläufig, dass in jeder Fall-Kontroll-Studie neben Fluglärm auch diese Lärmarten einbezogen werden müssen. Zusätzlich werden aus den Daten der gesetzlichen Krankenkassen bzw. der Rentenversicherungsträger das Einkommen der Stammversicherten (Beitragsbemessungs-Einkommen) und die gerundete Rentenhöhe von Rentnerinnen und Rentnern als Indikator für die Sozialschicht berücksichtigt.

8. Zeitrahmen

Die Durchführung der kombinierten Fall-Kontroll-Studien ist in einem Zeitraum von 18 Monaten möglich. Dieses bedeutet, dass bei einem Studienbeginn im Spätherbst 2010 Ergebnisse der Erkrankungsrisiken vor Inbetriebnahme der Nord-West-Landebahn des Frankfurter Flughafens im Frühjahr 2012 vorliegen können. Bei Folgestudien im Abstand von zwei Jahren können die jeweiligen Ergebnisse innerhalb von 12 Monaten vorgelegt werden.

Anhörung
„Fluglärmmonitoring und Gesundheitsschutz im Ballungsraum Frankfurt/Rhein Main“
am 23./24. September im Hessischen Landtag

Stellungnahme zum Punkt. 2:
„Physikalische Situation des Fluglärms - derzeit und zukünftig“

Dr. Ullrich Isermann, DLR Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik, Göttingen

Diese Stellungnahme befasst sich mit einigen allgemeinen Aspekten, die sich im wesentlichen an laufenden Aktivitäten im technisch-physikalischen Bereich und im interdisziplinären Bereich der Immissions-Modellierung orientieren. Sie ist bewusst knapp gehalten, da sie lediglich als Grundlage für eine Diskussion dienen soll. Weiterführende Informationen zu den Themenkomplexen sind u.a. im Internet, z.B. auf den Seiten des DLR (Stichwort "Leiser Flugverkehr") oder des Forschungsverbundes "Leiser Verkehr" (unter "Veröffentlichungen"), verfügbar.

Auf die aktuelle Belastungssituation am Flughafen Frankfurt wird hier nicht eingegangen, da diese durch die Stellungnahmen der Fraport, der Fluglärmkommission sowie des DFLD dargestellt werden dürfte.

Generelles zur Entwicklung der Lärmsituation

Bis etwa zur Jahrtausendwende konnte die kontinuierliche Einführung leiser Flugzeugmuster der dritten Generation (Flugzeuge mit Motoren mit hohem Nebenstromverhältnis) den Einfluss der steigenden Flugverkehrszahlen auf die Fluglärmbelastung noch überkompensieren. Seitdem ist die Flottenzusammensetzung was die Emissionseigenschaften angeht weitestgehend homogen. Zunahmen in den Bewegungszahlen schlagen sich also jetzt in einer Erhöhung der Immissionswerte nieder. Betrachtet man hier den äquivalenten Dauerschallpegel als Beurteilungskriterium, so resultieren Erhöhungen der Bewegungszahlen um 10, 20, 50 bzw. 100% in um 0.4, 0.8, 1.8 bzw. 3.0 dB höheren Dauerschallpegeln. Eine Verdoppelung der Bewegungszahlen würde also erst durch eine Reduktion der Emissionspegel um im Mittel 3 dB wieder kompensiert werden können.

Das sind Größenordnungen der Reduktion gegenüber dem Stand zur Jahrtausendwende, die mit den aktuellsten Nebenstromtriebwerken konventioneller Bauart (Trent 900, GP7200) technisch derzeit schon realisiert sind. Beispiel hierfür ist der A380. Gleichzeitig sind mit dem Getriebefan neue Technologien verfügbar, die noch höheres Lärmminderungspotential besitzen und auch an schon im Dienst befindlichen Flugzeugmustern wie A320 oder A340 nachrüstbar sind. Die Entwicklung leiseren Fluggeräts hat also nicht stagniert und wird im Rahmen der internationalen Forschungsprogramme fortgesetzt – und zwar nicht nur in Richtung leiserer Triebwerke, sondern auch zu leiseren Zellen hin. Zielsetzung ist eine Reduktion der Emissionspegel gegenüber denen heutigen Fluggeräts um etwa 10 dB bis zum Jahr 2020.

Dieser Zeithorizont bezieht sich allerdings auf die Verfügbarkeit entsprechender Technologien. Die vollständige Umsetzung in den Luftflotten wird aufgrund der typischen Betriebsdauern von Flugzeugen von etwa 25 Jahren ein allmählicher Prozess sein, der sich (wie die Erfahrungen bei der Einführung der 2. und 3. Triebwerksgeneration zeigten) über 20-30 Jahre erstrecken kann.

Kurz- und mittelfristige Maßnahmen zur Lärmminderung

Es ist also abzusehen, dass in Zukunft die technische Entwicklung den Effekt der Verkehrszunahme auf die Lärmbelastung wieder überkompensieren wird. Der Zeitrahmen, in dem dies geschehen wird, legt es aber nahe, weiter an kurz- und mittelfristigen Maßnahmen zu arbeiten. Dies sind insbesondere lärmoptimierte Streckenführung und lärmärmere Flugverfahren, die seit einigen Jahren in Deutschland der Gegenstand intensiver Forschung sind und die auch in die Aktivitäten des Expertengremiums Aktiver Schallschutz des Forums Flughafen & Region Eingang fanden. Derartige Maßnahmen resultieren allerdings in der Regel in einer Verlagerung von Lärm, bieten also nur ein lokal begrenztes Lärmminderungspotential. Eine Ausnahme bilden optimierte Anflugverfahren, die darauf hin zielen, möglichst lange im Leerlauf oder mit niedriger Triebwerksleistung zu fliegen.

Das Lärmminderungspotential solcher Maßnahmen liegt im Bereich einiger dB. Da dies aber nur lokal gilt, erfordern sie eine optimale Auslegung. Dies ist nur mit Simulationen auf der Basis hochwertiger Fluglärmberechnungsprogramme, die auch Flugleistungsberechnungen ermöglichen müssen, zu leisten. Im DIN wird derzeit an einer Norm gearbeitet (DIN 45689), die sich an diesem Anforderungsprofil orientiert. Allerdings werden die Arbeiten ca. 3-5 Jahre dauern, da die Mitarbeit in Normenausschüssen in der Regel nicht finanziert wird. Parallel dazu laufen im DLR entsprechende Entwicklungen komplexer Rechenmodelle, die die wissenschaftlichen Grundlagen für praxisnahe Rechenverfahren wie die DIN 45689 schaffen. Hier besteht die Einschränkung, dass die für die Schallquellenmodellierung notwendigen umfangreichen akustischen Vermessungen von Flugzeugen z.Z. nicht finanziert werden können – entsprechende Projekte wurden schon mehrfach abgelehnt, und zwar sowohl im Luftfahrtforschungsprogramm als auch im EU-Rahmenprogramm.

Lärmarme Anflugverfahren und auch lärmoptimierte Flugstreckenführung führen derzeit in der Regel zu kapazitiven Engpässen im Flugbetrieb, erfordern also u.a. neue Konzepte in der Flugführung. Mit dieser Thematik wird sich ab 2011 im Rahmen des DLR-Projekts „flexiguide“ auseinandergesetzt.

Die Rolle der Frankfurter Fluglärmindizes FTI und FNI

Bis vor wenigen Jahren wurde die Fluglärmbelastung auf der Basis von Lärmkonturen beschrieben, die sich an akustischen Kriterien orientieren (Dauerschallpegel, Überschreitungshäufigkeiten von Maximalpegeln). Ein direkter Wirkungsbezug war hier nicht gegeben. Diese Einschränkung wurde durch die Einführung der Frankfurter Fluglärmindizes FTI und FNI aufgehoben. Beide Grö-

ßen koppeln die physikalische Belastung (Dauerschallpegel, Maximalpegel) mit psychologischen bzw. physiologischen Reaktionen, nämlich der Belästigung tagsüber (FTI) bzw. der Wahrscheinlichkeit, während der Nacht durch Fluglärmereignisse aufzuwachen (FNI). Die Kopplung erfolgt über sog. „Dosis-Wirkungs-Beziehungen“. Auf der Basis dieser Beziehungen werden Bevölkerungsdaten mit charakteristischen Schallpegeln und deren Häufigkeiten verschnitten, so das sich tagsüber die Anzahl hoch belästigter Personen und während der Nacht die Anzahl zu erwartender zusätzlicher Aufwachreaktionen durch Fluglärm ergibt. Dabei wurde die Dosis-Wirkungs-Beziehung für den FTI aus der RDF-Belästigungsstudie aus dem Jahr 2005 abgeleitet – sie ist also speziell auf die Frankfurter Situation zugeschnitten.

FTI und FNI beschreiben die Belastungssituation in einem bestimmten Untersuchungsgebiet durch einen Einzahlwert. Hier besteht natürlich die Gefahr, eine komplexe Situation in einem großen räumlichen Bereich drastisch vereinfachend zu beschreiben. Bei sachgerechter Anwendung können diese Indizes aber auch umfangreichere und detailliertere Informationen liefern: Man kann sie gemeindebezogen auswerten, sie in Relation zur Dichte der Bevölkerung setzen oder sie lokal mit „klassischen“ Beurteilungsgrößen vergleichen.

Die erste praktische Anwendung der beiden Indizes erfolgte im Rahmen der Erarbeitung des ersten Maßnahmenpakets zum aktiven Schallschutz durch das Expertengremiums des Forums Flughafen & Region. Diese Arbeiten zeigten sowohl die Potentiale als auch die Probleme auf, die mit der Anwendung der Indizes verbunden sind. Als ein Problem konnte die Wahl des Untersuchungsbereiches, in dem die Indizes ermittelt werden, identifiziert werden. Hier werden mit Sicherheit noch von verschiedenen Seiten Anregungen und Kritiken geäußert werden, die in die Entwicklung des 2. Maßnahmenpakets mit einfließen werden. Letztendlich ist die Anwendung der Indizes noch Neuland, und insofern existiert sicherlich noch Optimierungspotential beim Umgang mit diesen Größen. Nichtsdestoweniger ist mit dem FTI und dem FNI ein wichtiger Schritt in Richtung auf eine wirkungsbezogene Beurteilung von Lärm gemacht worden.

Göttingen, 20. September 2010

Dr. Ullrich Isermann
Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt e.V.
Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik
Bunsenstrasse 10
37073 Göttingen

Telefon : 0551 709 2255
Telefax : 0551 709 12255
EMail: ullrich.isermann@dlr.de

Stellungnahme: Prof Dr med Peter Lercher, M.P.H.
Sektion Sozialmedizin, Medizinische Universität Innsbruck, Österreich

1. Expertisenhintergrund und inhaltliche Ausrichtung der Stellungnahme.

Die Stellungnahme erfolgt aus meiner integrierenden Sichtweise (Lercher 2007) des in großen Verkehrs-Umweltverträglichkeitsprojekten erfahrenen Epidemiologen und Facharztes für Hygiene, dessen Forschungsinteresse der Wechselwirkung zwischen individueller Vulnerabilität, Sozial- und Umwelteinflüssen, gesundheitlicher Lebensqualität und Krankheit sowie den Kombinationswirkungen zwischen Lärm, Erschütterungen und Luftschadstoffen gilt (siehe Details http://www.i-med.ac.at/sozialmedizin/de/personal/peter_lercher.html).

Ich hatte 2008 im Rahmen einer Beratung die Gelegenheit Gemeinden, Schulen und Kindergärten rund um den Frankfurter Flughafen zu besuchen, habe die Erfahrungen von VolksvertreterInnen und Betroffenen aufgenommen und konnte mir so auch selbst ein Bild von der aktuellen Lage machen. Ferner habe ich die Unterlagen zur Umweltverträglichkeit und zum Mediationsverfahren eingehend studiert.

Deshalb beginnt die Ausrichtung der Stellungnahme mit einer kritischen Analyse der Fakten der Umweltverträglichkeitsprüfung des Ausbauvorhabens Flughafen Frankfurt (hier spezifisch: das Planfeststellungsverfahren (PFV) und den Planfeststellungsbefund (PFB). Insbesondere auch, inwieweit kombinierte Wirkungen oder Summationswirkungen (Vgl. BVerwG, Urt. v. 25. 1. 1996 – 4 C 5/95, NuR 1996, 466/468) hinreichend berücksichtigt wurden und im Zweifel Sicherheitsfaktoren einberechnet wurden, bzw das Vorsorgeprinzip angewandt wurde.
Denn die integrierte Abschätzung von gleichzeitig einwirkenden Umweltfaktoren (unterschiedliche Lärmquellen, Erschütterungen, Luftschadstoffe etc) ist nicht nur in Umweltverträglichkeitsprüfungen zwingend vorgeschrieben. Die Erfahrungen in Abschätzungsverfahren des letzten Jahrzehnts haben zunehmend deutlich gemacht, dass eine integrierte Abschätzung notwendig ist, um eine hinreichend nachhaltige Wirkung von Maßnahmen zu gewährleisten, um Nachfolgekosten für betroffene Gemeinden, das Land und den Steuerzahler zu vermeiden.

Dem folgt eine kurze Gegenüberstellung der Vorgangsweise und der Ist-Situation zweier anderer Europäischer Flughäfen.
Schließlich werden Vorschläge zu ergänzenden Erhebungen gemacht, welche eine Optimierung des Schutzes der betroffenen Bevölkerung nach dem Stand des Wissens herbeiführen könnten, um das zentrale Ziel einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) bzw Gesundheitsverträglichkeitsprüfung (GVP) abzusichern.

2. Feststellungen zur Umweltverträglichkeitsprüfung im Planfeststellungs-verfahren (PFV) und –befund (PFB)

2.1. Hervorragende Ausgangslage

Mit der RDF-Belästigungsstudie stand dem Verfahren eine nach dem Stand des Wissens sorgfältig durchgeführte regionale Studie zur Abschätzung der Lärmbelästigung durch den Frankfurter Flughafen zur Verfügung. Die Studie bestätigte den Stand des aktuellen

Wissens, dass in jüngeren Fluglärm-Untersuchungen ein Prozentsatz von 25% stark Belästigten („highly annoyed“) bereits bei deutlich geringeren Fluglärmpegeln erreicht wird.

2.2. Kritische Analyse

2.2.1 Gesamtschwächen im PFV und PFB

Die Ergebnisse der RDF-Studie **(Abb. 1)** hätten deshalb Anlass dazu geben müssen, den Präventiven Richtwert (PRW) von 62 dB(A) zu überdenken bzw. von der Auffassung abzurücken, der Gesetzgeber habe die erhebliche Belästigung erst mit der Tagschutzzone 1 bei 60 dB(A) beginnen lassen wollen.
Das im PFV und PFB verwendete Kriterium von 25% unzumutbar („highly annoyed“) Belästigten hätte gemäß der RDF-Belästigungskurve knapp unter 55 dB(A) gesetzt werden müssen.

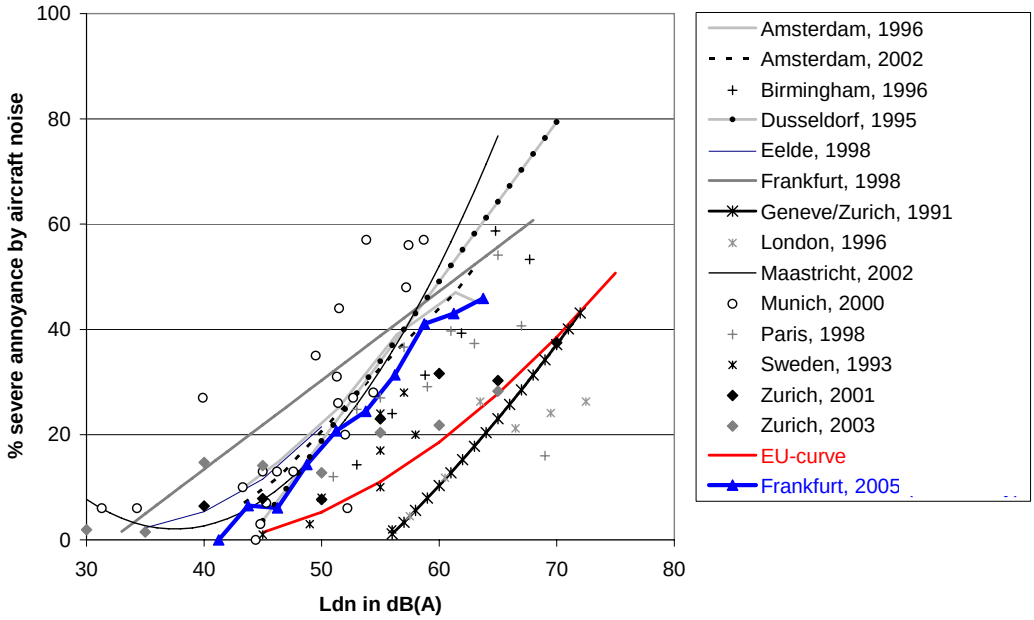


Abbildung 1. Expositions-Wirkungs-Kurven von 11 Studien, welche denselben cut-off (70-75 auf 0-100er Skala) verwendet haben: basierend auf van Kempen E, van Kamp I 2005 - ergänzt um die RDF-Studie

Unter diesen Umständen hätten jedenfalls Sicherheitsfaktoren geprüft werden müssen bzw das Vorsorgeprinzip in der UVP zur Anwendung kommen müssen.

Der aktuelle Stand des Wissens der Belästigungsforschung ist also im PFB nicht abgebildet und der notwendige Schutz vor unzumutbarer/erheblicher Belästigung bisher als nicht gewährleistet anzusehen.

Erschwerend kommt hier hinzu, dass der aktuelle Stand des Wissens zur Fluglärmwirkung auf den Blutdruck in dieselbe Richtung weist: nämlich, dass eine Risikoerhöhung in den neueren Studien bereits zwischen 50 und 60 dB(A) nachzuweisen bzw nicht ausgeschlossen werden kann (**Abb. 2**).
D.h. dass auch ernstere Gesundheitswirkungen (wie z.B. Bluthochdruck) durch ein ähnliches Niveau der Lärmbelastung ausgelöst werden wie die unzumutbare Belästigung.

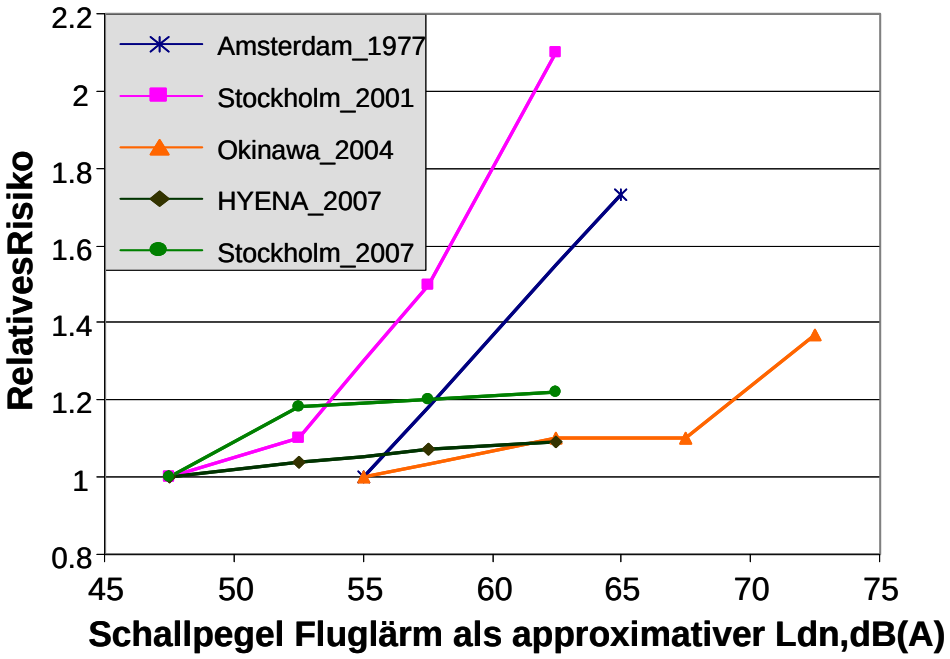


Abb. 2 Relative Risiken für Bluthochdruck in Abhängigkeit vom Fluglärmschallpegel als Ldn,dB(A): Hauptstudien. Stockholm 2007 = Inzidenzstudie

Die im PFV und PVB verwendeten Lärmkonturen (horizontal wie vertikal) und die berechnete Fluglärmbelastung stimmen mit der realen Fluglärmbelastung, die der Bürger erlebt nicht überein (Siehe hierzu die aktuellen Ausführungen des Deutschen Fluglärmdienstes und die spezifischen Eingaben im PFV).

Dieser Umstand führt zu einer zweifachen Unterschätzung der Gesamtausbreitung der Fluglärmbelastung. Einerseits durch abweichende Routen und anderseits durch zu hoch angesetzte Abbruchkriterien (sollten selbst gemäß den Standardkurven von Miedema & Vos (2001) nicht höher als 40 dB(A) sein – denn hier kann starke Belästigung beginnen). Zusätzlich werden tonale und modulierte Lärmkomponenten bei den Anflügen und beim Kreisen in den Warteschleifen durch die im PFB verwendeten Schallindizes unterschätzt. Diese Schwächen der Expositionsberechnung erschwert die Erfassung der tatsächlichen gesundheitlichen Wirkungen.
Insbesondere wird die Kontamination sog. „ruhiger Gegenden“ gemäß Umgebungs-lärmrichtlinie dadurch massiv unterschätzt und der gesetzliche Schutzauftrag unterminiert. Durch die West- und Ostfluglagen ergibt sich eine sehr atypische Situation, welche durch ihren ständigen Wechsel nachhaltige Adaptationsleistungen und die Habituation erschwert.
Insbesondere bei Ostlagen kommt es zu deutlich erweiterten Belastungen auch im Bereich der Stadt Mainz - ohne dass dieser Umstand im PFB entsprechend berücksichtigt worden wäre. Auch andere Anrainer-Gemeinden bekommen dann mehr Fluglärm ab.

Eine Gesamtabschätzung der möglichen Gesundheitsauswirkungen durch den Flughafen fehlt im PFB.
Es wurde gar kein Versuch gemacht, eine Gesamtabschätzung der möglichen gesundheitlichen Auswirkungen gemäß der WHO-Vorgangsweise oder nach dem Vorbild nationaler Einrichtungen, RIVM oder UBA-Berlin (DALY Berechnungen) gemäß dem

Stand des Wissens vorzunehmen. Eine eigene regionale Gesundheitsstudie hätte hier zusätzlich eine notwendige Validierung ermöglicht.

2.2.1 Detailschwächen im PFV und PFB

- Es wird wirkungsseitig nicht zwischen Fluglärm und Rangier- bzw Bodenlärm (z.B. Probeläufe etc) des Flughafens unterschieden. Für Flughafen- bzw Bodenlärm gelten andere Wirkungskurven. Darauf weist spezifisch die Umgebungslärmrichtlinie hin. Siehe den Vergleich von Industrielärm-Wirkungskurven von Miedema & Vos (2004), wo durch Rangierlärm eine signifikant höhere Belästigung hervorgerufen wird.

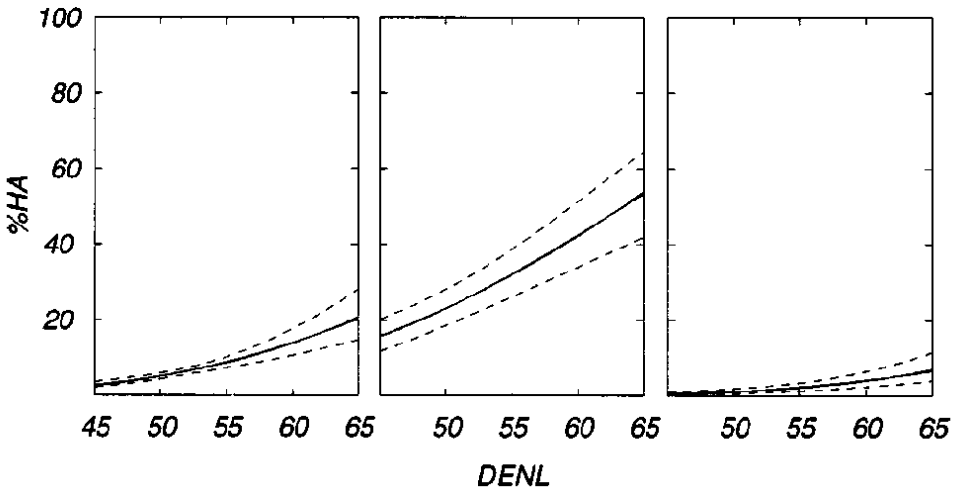


Abb. 3. Expositions-Wirkungskurve (Prozent erheblich Belästigte: % HA) für verschiedene Formen von Industrielärm (mittlere Kurve: Rangierlärm). Quelle: Miedema & Vos 2004)

- Bereits zwischen 1998 und 2005 hat eine wesentliche Veränderung des Flughafens und der Flugfrequenzen stattgefunden - insbesondere während der Nacht - ohne dass von der Aufsichtsbehörde steuernde Maßnahmen ergriffen wurden.

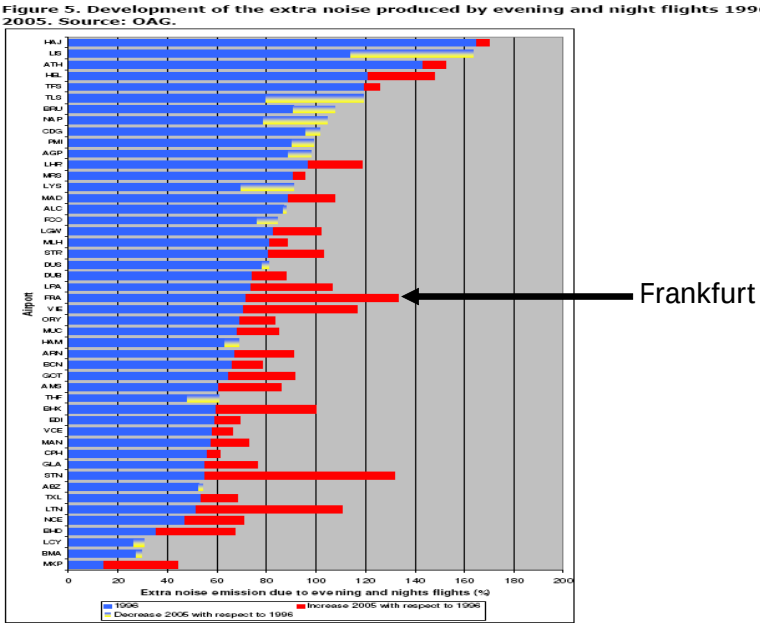


Abb. 4. Zunahme der Abend und Nachtflugfrequenzen: Frankfurt im Vergleich

- Die Ausweitung der Bauverbotszonen zeigt deutlich an, dass es bereits während dieses Zeitraums um den Flughafen herum zunehmend lauter geworden ist (Beispiel: Abbildung Neu-Isenburg).

Dem folgt nun eine zweite Phase wesentlicher Änderung durch den eingereichten Ausbau mit weiterer Ausdehnung der Belastungszonen und der Belästigten.

- Die geplanten Schutzmaßnahmen sind unzureichend und werden zudem erst mit großer Verspätung (bis zu 10 Jahre) zum tragen kommen. Das bedeutet, dass zwei wesentliche Änderungen des Flug- und Flughafengeschehens der Bevölkerung ohne hinreichenden Begleitschutz zugemutet werden
- Unter die Räder kommen hier insbesondere Kinder, ältere und kranke Menschen und Schichtarbeiter
- Mit der fachlich nicht haltbaren Vorstellung von hinreichenden Querlüftungen werden die Kinder in den Schulen und Kindergärten weiterhin überhöhten CO2-Konzentrationen ausgesetzt - ohne dass gezielte Maßnahmen im PFB vorgeschrieben werden.

Daraus ergibt sich eine dreistufige, kumulative Benachteilung für die Bevölkerung beim Schutz vor Fluglärm:

- Stufe 1:
  Nach dem aktuellen Wissensstand zu hoch angesetzter präventiver Richtwert (PRW)
- Stufe 2:
  Verspätete und zu wenig differenzierte Festlegung des Schutzes
  (nur „Schutz von der Stange“ gemäß Fluglärmgesetz)
- Stufe 3:
  Unterschätzung des tatsächlichen Schutzbedarfs durch nicht hinreichende Berücksichtigung von Sonderbelastungen (unberücksichtigte Betriebsgeräusche, Tonhaltigkeit von Flugbewegungen, Niedrigfrequenzen) und Kombinationswirkungen: gemischte Quellbelastungen (z.B. Flug und Straße, Flug und Zug), gemischte Expositionsbelastungen (Fluglärm und Luftverschmutzung, Schulen: Lärm und CO2).

Spezifische atypische Kontextfaktoren sind unberücksichtigt geblieben

- Der hohe Anteil an Personen mit niedriger Sozialschicht, Sozialhilfe und Migrations-Hintergrund im Flughafenbereich weist auf einen besonders vulnerablen Bevölkerungskontext hin, der bereits eine höhere Gesundheitslast zu tragen hat.

Deshalb sind Studien welche Vergleiche zwischen unterschiedlichen Datenquellen (wie z.B. die Studie „Fluglärm und Gesundheit – Ergänzende Auswertung der RDF-Belästigungsstudie, Frankfurt, 2009“) als Grundlage für den Nachweis/Nichtnachweis von Gesundheitswirkungen durch Lärmbelastungen nicht geeignet.
Aus einem Vergleich mit dem Bundesgesundheitssurvey (BGS) mit doppelt so hohem Unterschichtanteil kann fachlich keine seriöse Aussage abgeleitet werden (**Tab. 1**).

Tabelle 1. Vergleich der Sozialschicht-Proportionen: RDF vs Bundesgesundheitssurvey

Sozialstatus	RDF-Studie 2005	BGS 1998	BGS 2003
Unterschicht	14,6 %	22,8%	28,8%
Mittelschicht	52,5%	53,6%	46,2%
Oberschicht	32,9%	20,5%	23,4%

Quelle: Fluglärm und Gesundheit in der Rhein-Main Region

Amt für Gesundheit der Stadt Frankfurt, Frankfurt, März 2009

- Die bereits hohe Langzeitbelastung in einem aus sozialmedizinischer Sicht kritischen und atypischen Umfeld mit kumulativen Belastungen durch Verkehr Gewerbe und Industrie erfordert ein am Vorsorgeprinzip orientiertes Gesundheits-Management.
  Im PFB gibt es jedoch keine Ansätze zu einer Besorgnisanalyse und/oder Hinweise für eine entsprechende Abwägung:
  Es werden weder Sicherheitsfaktoren einberechnet noch wird eine Adjustierung von Schutzbereichen oder eine Verstärkung der Schutzmaßnahmen in kritischen Belastungsbereichen mit Mehrfachexpositionen oder speziellen Lärmcharakteristika (Niedrigfrequenzen, Tonalität, Modulationen) vorgenommen.

2.3. Vergleiche mit Vorgangsweisen an anderen Europäischen Flughäfen

2.3.1 Schiphol

Im Gegensatz zur Vorgangsweise am Frankfurter Flughafen steht der hinsichtlich der Flugbewegungen vergleichbare Flughafen Schiphol.
Eine zusätzliche Runway (Vorgabe der Regierung) durfte nur errichtet werden, wenn gesichert ist, dass durch umfangreiche Maßnahmen die Belästigung der Anwohner gesenkt werden kann.
Dazu wurde u.a. ein spezielles Lärmdämmungsprogramm (bessere Dämmung der Hausdächer (Fluglärm wirkt von oben ein) durchgeführt. Wie das umfangreiche Monitoring gezeigt hat sind in der Folge die Beschwerden durch den Fluglärm zurückgegangen.
Zusätzlich wurden Flugverfahren und Flottenmix angepasst.
Im PFV und PFB ist keine solche nachhaltige Reduktion der Lärmbelastung zu erkennen. Vielmehr wird ein weiterer Anstieg der Lärmbelastung in Kauf genommen.
Insbesondere werden auch in Randgebieten, deren relative Ruhigkeit nach der Umgebungslärmrichtlinie geschützt werden sollten, keine Maßnahmen gesetzt.
Damit wird eine weitere Verschlechterung der schon außerordentlich hoch belasteten Bevölkerung in Kauf genommen und die verbliebenen Erholungsgebiete werden neu oder zusätzlich belastet.

2.3.2 Zürich

In Zürich (ca. 50% der Flugbewegungen von Frankfurt mit weit reichenden Betriebsvorschriften zur Eindämmung der Fluglärmemissionen) ist das Gebiet mit

Überschreitungen des Immissionsgrenzwert (in der Schweiz 60 dBA!) deutlich zurückgegangen.

2.3.3 Resume

An beiden besprochenen Flughäfen konnte die Fluglärmkontur trotz einer höheren Anzahl von Flugbewegungen reduziert werden. Dieses Ergebnis sollte auch in Frankfurt möglich sein.

3. Kurze Diskussion epidemiologischer Optionen zum Gesundheits-Monitoring mit Blick auf die Umsetzung und Evaluierung von Schutzmaß-nahmen und der Entwicklung von Lebensqualität im Umfeld des Frankfurter Flughafens

3.1 Integriertes Umweltmonitoring

3.1.1 Aufbau eines integrierten administrativen Umwelt-Informationsystems

Die WHO hat mit dem EHIS eine Methodologie entwickelt, welche eine Integration von Informationen aus Umwelt-Monitoring und Gesundheits-Surveys integrieren kann.
Die Installierung eines solchen Systems wäre für eine so komplexe Region wie die Rhein-Main-Gegend um den Flughafen von besonderem Wert, da es nicht nur eine Evaluierung des Flughafen sondern auch des anderen Verkehrs sowie des Industrie- und Gewerbegeschehens erlauben würde. Dies wäre dann eine Art übergeordnetes System in welchem die Verknüpfung und Integration von Monitoringdaten effizient und effektiv erfolgen könnte.

3.1.2 Integrierte regionale Expositionsstudie

Um eine den tatsächlichen Verhältnissen entsprechende Gesamt-Lärmbelastung zu erhalten, sind entsprechende Lärm-Surveys durch unabhängige Institute durchzuführen.
Durch ein multiples Netz von mobilen Messstellen können GIS-basierte fiktive Fluglärmszenarien-Berechnungen durch tatsächliche erfahrene Expositionswerte korrigiert werden. Es wäre sinnvoll zumindest 2 Berechnungsmethoden hierzu heranzuziehen und sich nicht ausschließlich auf das nationale Verfahren zu verlassen.
Diese Surveys sollen auch Autobahnen, stärker befahrene Strassen (>7500 Kfz/d) und die Schienenwege umfassen.

Alle Lärmerreignisse ab 40 dB(A) tags und 30 dB(A) nachts sollten erfasst werden.

In Naheinzugsbereich des Flughafens sollten ergänzend psychoakustische Messungen durchgeführt werden, um Niedrigfrequenzbelastungen, tonale Komponenten, Rauhig-keiten etc zu erfassen, welche als besonders belästigend bekannt sind.
Ferner sollte im Rahmen der Auswertungen dieser Surveys geprüft werden inwieweit eine Integration dieser psychoakustischen Zusatzmessungen (z.B. durch Penalties oder Lärmindexanpassungen (z.B. C-Bewertung niederfrequent belasteter Bereiche) in die Fluglärmisophonen möglich ist.
Schließlich wäre es von Bedeutung eine Gesamtlärmberechnung durchzuführen, welche über eine reine Summation hinausgeht (z.B. Äquivalenzverfahren von Miedema).

3.2 Wiederholung der RDF-Querschnittsstudie

Eine Wiederholung der RDF-Querschnittsstudie alle 5-6 Jahre wäre sinnvoll.

Die Stichprobe sollte ausgeweitet werden, um die Randgebiete, bzw Gebiete bei Ostbetrieb besser zu erfassen.
Die Stichprobenerhebung könnte dann auf den verbesserten Lärmkarten aufbauen (siehe 3.1 oben: Lärmsurvey)

Im Rahmen dieser Querschnittswiederholungen könnten zusätzliche Frageblöcke oder Erhebungsblöcke eingebaut werden, welche Kombinationsbelastungen erfassen und Analysen hierzu ermöglichen (siehe z.B. Brink & Lercher 2007, Heimann et al 2007, Quehl & Basner 2008).

Mit den Ergebnissen der Wiederholungsstudien steht ein flächendeckendes Monitoring der Belästigung und gesundheitsorientierten Lebensqualität zur Verfügung und notwendige Anpassungen der Schutzmaßnahmen (aktiv und passiv) für Hochbelastungsbereiche können entsprechend den Ergebnissen vorgenommen werden. Weiters kann der Schutz ruhiger Gebiete entsprechend den Voraussetzungen der Umgebungslärmrichtlinie umgesetzt und überwacht werden.

Die Kombination von 3.1 und 3.2 ist aus Public Health Sichtweise eine aus Kosten-Nutzen-Überlegungen maßvolle Investition, welche auch zukünftig evaluierbar ist.

3.3 Zur Frage spezifischer Morbiditäts- und Medikationsstudien

Der Zweck dieser Art von Studien ist in erster Linie auf das Erkenntnisinteresse ausgerichtet, ob und wieweit der Fluglärm über die reine Belästigung hinaus auch zu ernsten Gesundheitsbeeinträchtigungen beitragen kann.
Eine im regionalen Kontext durchgeführte Studie kann die Ergebnisse einer Belästigungsstudie unterstützen. Sie ist aber auch sehr viel anfälliger für Fehler.
Denn der direkte Zusammenhang zwischen physikalischem Lärmindex und spezifischer Gesundheitsstörung (z.B. Bluthochdruck) ist sehr viel schwächer als bei der Belästigung oder der Schlafstörung.
Solche Studien verlangen nach einer umfassenden Erhebung anderer gesundheitlicher, sozialer, beruflicher und anderer „Randbedingungen“ und erfordern einen höheren logistischen und administrativen Aufwand mit höheren Kosten.
Studien dieser Art leiden vor allem außerhalb Skandinaviens (auch in Deutschland) meist an einer niedrigen Teilnehmerproportion (Beispiel HYENA-Studie, Jarup et al 2008).
Es sind aber Primärdaten, deren Qualität die Untersucher selbst unter Kontrolle haben
Wenn hinreichend Geld zur Verfügung steht - welches dann nicht bei Schutzmaßnahmen fehlen darf -, die Durchführung und Analyse auf hohem Niveau steht, sind solche spezifischen Studien jedenfalls geeignet die Risikoabschätzung zu verbessern.

3.3.1 Registerdatenstudien

3.3.1.1 Analysen von Versicherungsdaten

Analysen von Sekundärdaten, wie die vom UBA geförderte Studie von Greiser haben den Vorteil einer nahezu vollständigen Erfassung der Bevölkerung. Weiters ermöglicht die enorm große Probandenzahl eine Erfassung auch sehr kleiner Risiken (RR <1,25).
Ein Nachteil dieser Sekundärdaten – auch wenn sie auf individueller Ebene vorliegen – ist, dass die oben erwähnten „Randbedingungen“ der untersuchten Probanden nicht auf Individualdatenniveau in den Registern zur Verfügung stehen. Meist stehen nur Alter und Geschlecht und andere Versicherungsleistungen als Variablen zur Verfügung.
Deshalb sind Adjustierungen für individuelle „Randbedingungen“ nicht auf demselben Datenniveau möglich - sondern nur auf „Aggregatdaten-Niveau“.
Man zieht also z.B. zur Adjustierung der Schulbildung oder des sozioökonomischen Status

regionalspezifische Daten aus der jeweils verfügbaren Ebene räumlicher Aggregation (Kreis, Gemeinde, Stadtteil etc) heran.
Deshalb verbleiben häufig Probleme der Interpretation, da die Frage hinreichender Adjustierung nicht direkt auf Aggregatniveau beantwortet werden kann.
Auch die verwendeten Auswertungsstrategien geraten oft in die Kritik (siehe Greiser et al 2007 - Studie des UBA) – obwohl ein wissenschaftlicher Beirat darüber gewacht hat.
Sollte eine Studie dieser Art im Rhein-Main-Gebiet geplant werden ist es sicher ratsam diese kritischen Fragen von demselben wissenschaftlichen Beirat unter Beiziehung spezifischer Experten a priori klären zu lassen.

3.3.1.2 Erhebungen auf der Basis von Krankenhausdaten

Auch hier wird auf Sekundärdaten zurückgegriffen. Es besteht jedoch im Rahmen einer Krankenhaus-basierten Fall-Kontroll-Studie die Möglichkeit zusätzliche Individualdaten vom Probanden direkt zu erheben und sich somit die Zusatzdaten zu den für die Analyse nötigen „Randbedingungen“ zu beschaffen. Es besteht auch bei optimaler Kooperation die Option, die Sekundärdaten neu zu kodieren, um einheitlich standardisierte Daten zu erhalten.
Diese Option wurde schon erfolgreich in den Berlin-Studien des UBA (Babisch et al 2005, Willich et al 2006) angewandt und ist vor allem für Krankheiten niedriger Inzidenz oder Prävalenz wie Myokardinfarkt sinnvoll.

3.3.1.3 Aufbau eines Überwachungs-Systems auf Ärzte-Ebene

Die bisher hauptsächlich zur Nutzung von meldepflichtigen Infektionskrankheiten verwendeten Systeme sind grundsätzlich auch zur Verwendung des Monitorings von Umwelt-assoziierten Symptomen und Erkrankungen geeignet und könnten vor allem im Tandem mit einem EHIS sinnvoll genutzt werden. Automatische Einspeisung der anonymisierten Daten in das EHIS.
Datenschutzrechtliche Klärungen sind hier jedoch vorab nötig.
Vorteil eines solchen Systems wäre, dass die Datenqualität durch standardisierte Erhebung und Kodierung wahrscheinlich höher als in einem klassischen Registersystem wäre. Ferner ist ein Arzt basiertes System auch geeignet Gesundheitsstörungen auf niedrigerem Niveau (z.B. Symptome wie Schlafstörungen) zu erfassen.

Arzt basierte Überwachungs-Systeme sind aber auch zur Erhebung von Neuerkrankungsdaten im Rahmen einer prospektiven Studie nutzbar.
Diese Option wurde u.a. von Ising et al (2005) zur Untersuchung kombinierter Wirkungen von Lärm und Luftverschmutzung auf das Auftreten von chronischer Bronchitis im Kindesalter erfolgreich verwendet.

3.3.2 Spezifische Morbiditätserhebungen

Wie bereits eingangs unter Punkt 3.3 erwähnt ist die Felderhebung spezifischer Krankheiten mit einem hohen Aufwand und auch Risiken verbunden – aber zur Abklärung eines kausalen Zusammenhangs essentiell. Hierbei ist jedoch ausschließlich eine prospektive Erhebung von Interesse.
Das Risiko besteht vor allem im Verlust von Probanden durch Wegzug. In einer dynamischen Region wie dem Rhein-Main-Gebiet sicher ein realistisches Problem.

3.3.4 Resume

Eine Kombination aus einer integrierte regionalen Expositionsstudie und Wiederholung der RDF-Querschnittsstudie in 5-6 Jahresabständen wäre eine im UVP-Kontext spezifisch nutzbare, kostengünstige und effiziente Untersuchungslösung.
Eine Einbettung in ein EHIS-analoges System auf Regionsebene wäre wünschenswert. Spezifische, standardisierte Arzt-basierte Erhebungen (auch prospektiv) wären dann in das EHIS gut integrierbar, wenn eine datenschutzrechtliche Lösung möglich ist.

Referenzen

Babisch W, Beule B, Schust M, Kersten N, Ising H. Traffic noise and risk of myocardial infarction. Epidemiology 2005;16:33-40.

Brink M, Lercher P. The effects of noise from combined traffic sources on annoyance: The interaction between aircraft and road traffic noise. Proceedings of Internoise 2007 on CD-ROM.

Greiser E, Greiser C, Janhsen K. Night-time aircraft noise increases prevalence of prescriptions of anthypertensive and cardiovascular drugs irrespective of social class - the Cologne-Bonn Airport study. J. Public Health 2007b;15(5):1613-2238.

Heimann D, de Franceschi M, Emeis S, Lercher P, Seipert P, (Eds.). Air pollution, traffic noise and related health effects in the Alpine space - A guide for authorities and Consulters. ALPNAP comprehensive report. Trento: Università degli Studi di Trento, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, 2007

Ising H, Lange-Asschenfeldt H, Eilts M. Bronchitis bei Kindern unter Belastung durch Strassenverkehrslarm und Abgase. Bronchitis in Children Exposed to Road Traffic Noise and Exhaust Fumes. Somnologie 2005; 9(2):105-110.

Jarup L, Babisch W, Houthuijs D, Pershagen G, Katsouyanni K, Cadum E et al. Hypertension and exposure to noise near airports – the HYENA study. Environmental Health Perspectives 2008;116:329-33.

Lercher P. Environmental noise: A contextual public health perspective. In: Luxon L, Prasher D (eds.): Noise and its effects (pp 345-377). London: Wiley 2007.

Miedema HME, Oudshoorn CG. Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals. Environ Health Persp 2001; 109(4):409-416.

Miedema HME, Vos H. Noise annoyance from stationary sources: Relationships with exposure metric DENL and their confidence intervals. Journal of the Acoustical Society of America 2004; 116:334-343.

Miedema HME. Relationship between exposure to multiple noise sources and noise annoyance. Journal of the Acoustical Society of America 2004; 116(2):949-957.

Quehl J. Basner M. Nächtlicher Flug-, Straßen- und Schienenverkehrslärm: Belästigungsunterschiede und kumulative Wirkungen. Lärmbekämpfung 2008; Bd 3(6): 240-246.

van Kempen E, van Kamp I. Annoyance from air traffic noise. Possible trends in exposure-response relationships. Report 01/2005 MGO EvK, Reference 00265/2005. Bilthoven: RIVM 2005.

Willich SN, Wegscheider K, Stallmann M et al. Noise burden and the risk of myocardial infarction. Eur Heart J 2006;27:276- 82.

ZUKUNFT RHEIN-MAIN
Aktion gegen Flughafen-Ausbau

Sprecher der ZRM:

Jens Beutel

Oberbürgermeister der Stadt Mainz

Angelika Munck

Bürgermeisterin der Stadt Hochheim

Kreisverwaltung GG | Postfach 1464 | D-64504 Groß-Gerau

An die Damen und Herren
Abgeordneten des Hessichen Landtages
Schlossplatz 1 – 3
65183 Wiesbaden

Geschäftsstelle der Initiative Zukunft Rhein-Main
bei der Kreisverwaltung in Groß-Gerau
Fachbereich Wirtschaftsförderung
Wilhelm-Seipp-Straße 4
64521 Groß-Gerau
Ansprechpartnerin:
Elisabeth Straßer
Tel.: 06152-989250
Email: e.strasser@kreisgg.de
Fax: 06152-989448

Groß-Gerau, Mainz und Hochheim am Main,
den 20.09.2010

Anhörung zur Fluglärmbelastung der Rhein-Main-Region am 23. und 24. September 2010 im Hessischen Landtag

Sehr geehrte Damen und Herren Abgeordnete,

die Initiative Zukunft Rhein-Main (ZRM) ist ein Zusammenschluss von über 20 Städten und Gemeinden, 2 Landkreisen und dem BUND Hessen und repräsentiert somit einen großen Teil der Bevölkerung in der Rhein-Main-Region. Seit gut einem Jahrzehnt begleitet die ZRM den Betrieb des Flughafens Frankfurt sowie den geplanten Ausbau und hat sich ein hohes Maß an Fachkompetenz der damit verbundenen Auswirkungen auf Mensch und Natur erworben.

Das im Juni 2010 der Öffentlichkeit vorgestellte erste Maßnahmenpaket des Expertengremiums Aktiver Schallschutz zeigt deutlich die hohe Belastung der Bevölkerung in der Rhein-Main-Region durch den Betrieb des Flughafens Frankfurt Main und die damit verbundene Notwendigkeit eines qualifizierten Gesundheitsmonitorings.

So fallen in das Gebiet des Frankfurter Tagindex (FTI) 284.000 Personen, wovon 93.000 Personen sogar als hoch belästigt anzusehen sind. In das Gebiet des Frankfurter Nachtindex (FNI) fallen 420.000 Personen, wovon 107.000 Personen innerhalb des als hoch betroffen definierten Gebiets leben müssen. Zu berücksichtigen gilt hierbei, dass Datengrundlage dieser Zahlen das Jahr 2005 ist. Durch den geplanten Ausbau des Flughafens, mit einer beabsichtigten Erhöhung der Flugbewegungszahlen um mindestens 50 %, werden sich diese – bereits jetzt höchst alarmierenden Zahlen auf Basis des Jahres 2005 – noch in erheblichem Maße erhöhen.

Insbesondere Nachtflüge stellen für die Bevölkerung im Flughafenumland nicht nur eine Einschränkung der Lebensqualität, sondern eine massive Gesundheitsgefährdung dar.

Seit mehr als einem Jahr gibt es eine breit angelegte Diskussion über ein Gesundheitsmonitoring, die sowohl auf der Ebene des Hessischen Landtages, der Anrainerkommunen als auch in Kreisen der Bürgerinitiativen und weiterer Interessengruppen sowie in den Medien stattfindet. In dieser Diskussion wird unbestritten die Notwendigkeit eines qualifizierten Gesundheitsmonitorings für die Region um den

Frankfurter Flughafen deutlich. Hier muss für den – sich mitten in einem Ballungsraum befindlichen – größten deutschen Verkehrsflughafen eine Vorreiterrolle eingenommen werden.

Die Initiative Zukunft Rhein-Main legt nun ein mit Experten erarbeitetes Positionspapier vor (siehe Anlage), das an die bereits vorhandenen Studien anknüpft und den Schwerpunkt auf die regionale Betroffenheit legt. Die Fokussierung auf die vom Frankfurter Flughafen ausgehenden Fluglärmwirkungen ist zentraler Bestandteil des Positionspapiers, um für die Region eine konkrete empirische und vor allem zeitnahe Aussage zu erhalten.

Unsere Forderungen lauten daher wie folgt:

1. Ein qualifiziertes Gesundheitsmonitoring für den Frankfurter Flughafen ist unabdingbar und daher unverzüglich zu realisieren.

2. Die Fürsorgepflicht für den Schutz der Gesundheit der Bevölkerung vor Flug-, Roll- und Bodenlärm liegt in der Verantwortung des Landes Hessen, das somit auch die Finanzierung des Gesundheitsmonitorings sicherzustellen hat. Dies begründet sich darin, dass das Hessische Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung sowohl Planfeststellungsbehörde für den geplanten Ausbau, als auch Aufsichtsbehörde für den Betrieb des Flughafens Frankfurt ist.

3. Die Erfassung des status quo vor Inbetriebnahme der Landebahn Nordwest zum Nachweis der Lärmzusatzbelastung durch den Ausbau ist sicherzustellen.

4. Es kann nicht die Aufgabe des Gesundheitsmonitorings sein, Grundlagenforschung zu leisten. Kernaufgabe und Zielsetzung muss es sein, die spezifische Belastungsänderung in der Rhein-Main-Region abzubilden und Erkenntnisse über die Gesamtbelastung der Bevölkerung vor Inbetriebnahme der geplanten Landebahn Nordwest und nach einer eventuellen Inbetriebnahme zu gewinnen.

5. Ein qualifiziertes Gesundheitsmonitoring, welches aus 3-Stufen besteht, wobei alle 3 Teile von entscheidender Relevanz und daher als Gesamtpaket unverzichtbar sind:

   5.1.:**„Auswirkungen von Fluglärm auf das Lernverhalten von Kindern“** (Kinderteil)
   Aus den Ergebnissen von Studien kann vermutet werden, dass auch Kinder, die im Umfeld des Flughafens Frankfurt Main aufwachsen, in ihrer kognitiven Entwicklung beeinträchtigt sein können. Es ist daher der Einfluss mehrerer Faktoren (soziale Faktoren, chronischer Fluglärm, weiterer Verkehrslärm als confounder) auf quantitative Variablen (Lesevermögen, kognitive Fähigkeiten) zu analysieren.
   Zeitschiene: Studienbeginn dieses Bestandteils eines qualifizierten Gesundheitsmonitorings ab Oktober 2010.

   5.2.:**„Ermittlung der Krankheitsgefährdung der Bevölkerung durch Fluglärm“** (Erkrankungsteil)
   Konzept aus zwei miteinander verbundenen Fall-Kontroll-Studien. Einerseits einer Studie zur Ermittlung von Risiko-Erhöhungen für inzidente kardiovaskuläre Erkrankungen, psychische Erkrankungen und Krebserkrankungen unter Berücksichtigung von Fluglärm, ferner weiteren confoundern und individuellen Sozialschichtindikatoren sowie individuellen Arzneiverordnungen auf der Basis von Daten gesetzlicher Krankenkassen. Andererseits eine Studie zur Validierung häufiger kardiovaskulärer Diagnosen (Herzschwäche, Herzinfarkt, Schlaganfall) sowie von Depressionen auf der Basis der Ermittlung dieser Krankheitsfälle aus den Akten von ausgewählten Krankenhäusern bzw. Kliniken. Zur Sicherung der Diagnose sind dabei relevante Risikofaktoren (z. B. Rauchen, Bluthochdruck, Feststoffwechselstörungen, Diabetes mellitus) mit zu berücksichtigen.
   Zeitschiene: Studienbeginn dieses Bestandteils eines qualifizierten Gesundheitsmonitorings für die Erfassung der confounder ab Oktober 2010, Beginn der Fall-Kontroll-Studien im Frühjahr 2011.

   5.3.**:„Wirkung von Fluglärm auf Belästigung, Gestörtheit und Lebensqualität der Bevölkerung im Umfeld des Flughafens Frankfurt Main“** (Belästigungsteil)
   Die Belästigung durch Fluglärm wird verstanden als eine psychische Stressreaktion auf den Lärm, die aus dem Ausmaß der erlebten Störung und der fehlenden Möglichkeit, die Lärmbelastung zu

bewältigen, resultiert. Mehrere Studien haben zum Ergebnis, dass die Belästigung durch Fluglärm mit weiteren gesundheitlichen Folgen verbunden ist. Die Lärmbelästigung ist daher im Rahmen einer Befragungsstudie zu erfassen. Um die weiteren gesundheitlichen Folgen mit zu berücksichtigen, sind im Rahmen der Befragungsstudie für Teilkollektive der Probanden Blutdruckmessungen (Blutdruck-Monitoring) durchzuführen.
Zeitschiene: Studienbeginn dieses Bestandteils eines qualifizierten Gesundheitsmonitorings ab Oktober 2010.

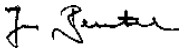
6. Im Fokus stehen die Lärmquellen Flug, Roll- und Bodenlärm. Weitere Lärmquellen wie Straßen- und Schienenverkehrslärm sollen als confounder einbezogen werden, nicht aber als eigener Untersuchungsgegenstand.

Im Interesse der Zukunftsfähigkeit der Region – und insbesondere aus Verantwortung gegenüber den betroffenen Menschen im Flughafenumland – appellieren wir an die politisch Verantwortlichen im Land Hessen, ein qualifiziertes Gesundheitsmonitoring für das Rhein-Main-Gebiet nach den vorgenannten Kriterien auf Basis des kommunalen Positionspapiers durchzuführen.

Die Kommunen der Rhein-Main-Region haben bereits einen erheblichen Beitrag geleistet, in dem sie sich mit qualifizierten Empfehlungen und Forderungen sowie dem Positionspapier in die Diskussion eingebracht haben. Aufgrund des breiten Dialogs im Vorfeld der Erstellung des Positionspapiers können die Kommunen für sich in Anspruch nehmen, dass dies auf eine breite gesellschaftliche Akzeptanz stößt.

Mit freundlichen Grüßen

Thomas Will
Landrat des Kreises
Groß-Gerau



Jens Beutel
Oberbürgermeister
der Stadt Mainz

Angelika Munck
Bürgermeisterin der
Stadt Hochheim am Main

ZUKUNFT RHEIN-MAIN
Aktion gegen Flughafen-Ausbau

Abgestimmtes kommunales Positionspapier eines Studiendesigns für ein qualifiziertes Gesundheitsmonitoring im Rhein-Main-Gebiet,

für die Anhörung zur Fluglärmbelastung der Rhein-Main-Region am 23. und 24. September 2010 im Hessischen Landtag,

erstellt durch die Initiative Zukunft Rhein-Main (ZRM)
unter Mitwirkung folgender Sachverständiger:

Herr Prof. Dr. Eberhard Greiser, Musweiler

Herr Prof. Dr. Martin Kaltenbach, Dreieich

Frau Dr. Sylvia von Mackensen, UKE Hamburg

Herr Dr. Christian Maschke, LUGV Brandenburg

Und unter Anhörung von:

Herrn Dirk Schreckenberg, SCR, Hagen

Groß-Gerau, im September 2010

Inhaltsverzeichnis:

Vorwort	Seite 6
Auswirkungen von Fluglärm auf das Lernverhalten von Kindern	Seite 7
Ermittlung der Krankheitsgefährdung der Bevölkerung durch Fluglärm	Seite 9
Wirkung von Fluglärm auf Belästigung, Gestörtheit und Lebensqualität der Bevölkerung im Umfeld des Flughafens Frankfurt Main	Seite 14
Fazit	Seite 18

Vorwort:

Mit dem vorliegenden Positionspapier wird der Forderung der Kommunen wie auch der Bevölkerung der Rhein-Main Region nach einem Gesundheitsmonitoring Nachdruck verliehen.

Um dies zu erreichen, wurde mit den nachfolgend genannten renommierten Experten und kommunalen Vertreterinnen und Vertretern eine kommunale Position im Hinblick auf ein sinnvolles wie auch realisierbares Studiendesign erarbeitet. Das Positionspapier ist das Ergebnis eines interkommunalen Abstimmungsprozesses auf breiter Ebene, der seit knapp einem Jahr in Gang ist.

Dem Konzept angeschlossen haben sich bereits folgende Kommunen:

Gemeinde Bischofsheim

Gemeinde Budenheim

Gemeinde Büttelborn

Stadt Flörsheim am Main

Gemeinde Ginsheim-Gustavsburg

Stadt Hochheim am Main

Gemeinde Nauheim

Gemeinde Trebur

Stadt Groß-Gerau

Kreis Groß-Gerau

Stadt Hattersheim am Main

Stadt Hofheim am Taunus

Stadt Mörfelden-Walldorf

Stadt Mühlheim am Main

Stadt Neu-Isenburg

Stadt Riedstadt

Main-Taunus-Kreis

Stadt Mainz

Stadt Rüsselsheim

Auswirkungen von Fluglärm auf das Lernverhalten von Kindern

Für die Untersuchung des Lernverhaltens von Kindern liegen bewährte Instrumente vor. Hier ist zuvorderst die englische RANCH-STUDIE zu nennen. Sie wurde für die Gemeinde Mahlow-Blankenfeld (Brandenburg) nach Vorarbeiten von Frau Dr. Klatte, Kaiserslautern, und Frau Prof. Härtel, München, im Hinblick auf Lesefähigkeit auf deutsche Verhältnisse umgesetzt und auf ihre Durchführbarkeit hin erprobt. Ein Handbuch, mit dem begonnen werden könnte, liegt somit bereits vor. Die zeitliche Ersparnis bei den Vorarbeiten liegt bei etwa einem Jahr. Aus finanziellen Gründen konnte die Durchführung einer Hauptstudie nach dem in der Pilotstudie entwickelten Design im Umfeld des Flughafens Berlin-Schönefeld/BBI bislang nicht erfolgen.

Auch mit den Fragebögen des modularen Kindersurveys des Robert-Koch-Instituts (KIGGS) und des eigenständigen KIGGS-Moduls Kinder-Umwelt-Survey (KUS) des Umweltbundesamtes liegen bewährte Instrumente vor, die auch Lärm erfassen. Weiterhin können einzelne Fragen aus dem sogenannten Kidscreen, einem Erhebungsinstrument zur Erfassung der Lebensqualität von Kindern, in das vorliegende Design aufgenommen werden.

Eine Kombination mit Blutdruckmessungen oder weiteren klinischen Untersuchungen ist abzulehnen wegen des damit verbundenen erheblichen Aufwands (Ethik-Kommission u.a.). Auch liegen keine Erkenntnisse darüber vor, dass es sich hierbei im Hinblick auf Kinder und Lärm um aussagekräftige Instrumente handeln könnte.

Die Durchführung kann sofort im Oktober 2010 vergeben werden, da mit dem in Brandenburg erarbeiteten Handbuch bereits ein erprobtes Design vorliegt.

Begründung des Konzeptes „Auswirkungen von Fluglärm auf das Lernverhalten von Kindern“, Dr. Christian Maschke

Kinder sind bezüglich der Lärmwirkung keinesfalls als kleine Erwachsene anzusehen. Kinder reagieren empfindlicher auf Lärm, weil Lärm das Lernen (besonders in kritischen Entwicklungsstufen) behindert, weil ihre Kommunikationsprobleme größer sind und weil Kinder noch nicht über die Anpassungskapazitäten von Erwachsenen verfügen. Darüber hinaus sind stark altersspezifische Probleme zu verzeichnen die ein differenziertes Herangehen bei der Beurteilung von Fluglärmwirkungen im Kindes- und Jugendalter erfordern. Aus Studien ergibt sich eindeutig, dass chronischer Umgebungslärm, vor allem Fluglärm, das Lern- und

Kognitionsvermögen von Kindern in erheblichem Masse beeinträchtigen kann[1] [2] [3,4]. Zu den Ursachen kann auch die gestörte Gedächtniskonsolidierung durch nächtlichen Lärm am Wohnort (lärmbedingte Schlafstörungen) zählen. [5] [6] [7]

Diese Befunde legen die Vermutung nahe, dass Kinder die in der Nähe des Frankfurter Großflughafens aufwachsen, in ihrer kognitiven Entwicklung beeinträchtigt sein können.

Diese Befürchtung hat die Gemeinde Blankenfelde-Mahlow und den Landkreis Teltow-Fläming veranlasst, eine Pilotstudie in Auftrag zu geben[8], in der Methoden und Instrumente für eine epidemiologische Kinderstudie entwickelt und getestet werden. Die Pilotstudie wurde 2009 erfolgreich abgeschlossen. Deutsche Instrumente[9] und Handbücher[10] stehen für eine epidemiologische Studie zu den Auswirkungen von Fluglärm auf das Lernverhalten von Kindern Verfügung.

Die Studie beinhaltet einen zweifachen Design-Ansatz:

1. Einerseits ist das Studiendesign als Querschnittsstudie angelegt: Dabei wird der Einfluss mehrerer Faktoren (im vorliegenden Fall: soziale Faktoren, chronischer Fluglärm, anderer Verkehrslärm) auf quantitative Variable (in diesem Fall: Lesevermögen, kognitive Fähigkeiten) analysiert. Dabei soll sowohl die Übertragbarkeit international ermittelter Ergebnisse (RANCH Studie) auf Frankfurter Verhältnisse geprüft, als auch kognitive Bereiche untersucht werden, die nach heutigem Kenntnisstand als empfindlich hinsichtlich einer

[1] Hiramatsu, K.; Tokuyama, T.; Matsui, T.; Miyakita, T.; Osada, Y.; Yamamoto, T. The Okinawa study: effect of chronic aircraft noise exposure on memory of school children. Proceedings of the 8th International Congress on Noise as a Public Health Problem (ICBEN): 179-180
[2] Matsui, T; Stansfeld, S; Haines, M.; Head, J. Children's cognition and aircraft noise exposure at home--the West London Schools Study. Noise & Health 2004; VOL: 7 (25): 49-58
[3] Stansfeld SA, Matheson MP. Noise pollution: non-auditory effects on health. Brit Med Bull 2003; 68: 243-257.
[4] Clark C, Martin R, van Kempen E et al. Exposure-effect relations between aircraft and road traffic noise exposure at school and reading comprehension. Am J Epidemiol 2006; 163:27-37.
[5] Plihal, W.; Born, J. Effects of Early and Late Nocturnal Sleep on Declarative and Procedural Memory. Journal of Cognitive Neuroscience 9(4), 534-547.
[6] Plihal, W.; Born, J. Memory consolidation in human sleep depends on inhibition of glucocorticoid release. NeuroReport 10,2741-2747.
[7] Born, J.; Fehm, H.L. The Neuroendocrine Recovery Function of Sleep. Noise & Health 2000 (7), 25-37.
[8] Bearbeitet von Dr. Maschke in Zusammenarbeit mit Frau Prof. Härtel und Frau Dr. Klatte.
[9] Lesegeschwindigkeit, Leseverständnis, Langzeitgedächtnis, Prospektives Gedächtnis, sozial-emotionale Schulerfahrungen der Kinder, Fragebögen (Eltern, Lehrer, Kinder)
[10] Handbücher: Vorbereitung der Schulbesuche, Anleitungen zur Durchführung der Testaufgaben

chronischen Lärmbelastung einzustufen sind. Die nächtliche Gedächtniskonsolidierung wird mit einbezogen.

2. Andererseits ist das Gesamtkonzept als Längsschnitt angelegt. Dabei stellt die Eingangsstudie die Basisstudie für wiederholte Untersuchungen im Abstand von wenigen Jahren dar. Untersucht werden soll der zeitliche Verlauf der quantitativen Variablen (Lesevermögen, kognitive Fähigkeiten, nächtliche Gedächtniskonsolidierung) bei unveränderten sowie veränderten Belastungszuständen durch Fluglärm. Die erste Untersuchung sollte deshalb vor der Inbetriebnahme der neuen SL-Bahn durchgeführt werden, eine zweite Untersuchung kurz nach Inbetriebnahme der neuen SL-Bahn und eine dritte Untersuchung mehrere Jahre nach der Inbetriebnahme.

Die Studien sollen an Schulkindern im Alter zwischen 8 und 10 Jahren durchgeführt werden (Vergleichbarkeit mit RANCH, vorliegende Untersuchungsinstrumente).
Um Effekte ermitteln zu können, wie sie in publizierten internationalen Studien gefunden wurden, sind Stichprobenberechnungen durchgeführt worden, um die erforderliche Anzahl von Studienteilnehmern zu bestimmen. Diese Berechnungen ergaben, dass in jedem Untersuchungsschritt etwa 100 Klassen untersucht werden müssen, die das Untersuchungsgebiet repräsentativ abdecken. Die Schulen werden in jedem Untersuchungsschritt beibehalten. Es werden in jedem Studiendurchgang Schulkinder im Alter zwischen 8 und 10 Jahren untersucht.

Ermittlung der Krankheitsgefährdung der Bevölkerung durch Fluglärm:

Die Diskussion um Erkrankungen durch Fluglärm wurde in der Region durch die sogenannte „Greiser“-Studie zu Fluglärmwirkungen im Umfeld des Flughafens Köln-Bonn belebt. Insofern besteht in der Bevölkerung und bei vielen Kommunen die Forderung, eine ähnlich breit angelegte Untersuchung mit Daten aus der Region zu wiederholen, um die möglichen lärmbedingten Risikoerhöhungen für bestimmte Erkrankungsarten genauer beurteilen zu können. Zum einen unterscheidet sich die flugbetriebliche Situation, z.B. die Verteilung der Flugbewegungen, von der am Flughafen Köln-Bonn, zum anderen sind in der Rhein-Main-Region mehr Einwohner höheren Pegeln ausgesetzt als dies am Flughafen Köln-Bonn der Fall ist.

Die ausschließliche Betrachtung an Hand von Sekundärdaten ist bei Teilen der wissenschaftlichen Gemeinde und bei den entsprechenden Lobby-Gruppen auf Kritik gestoßen. Dies wird zum einen damit begründet, dass erhebliche Zweifel bestehen im Hinblick auf die Qualität der verwendeten Krankenkassendaten.

Zur Heranziehung von Krankenkassendaten gibt es jedoch keinerlei Alternative, wenn man Erkenntnisse über die Gesamtbelastung der Bevölkerung gewinnen will.

Eine weitere, auch in der Öffentlichkeit verbreitete Kritik ist die Frage, inwieweit sonstige (individuelle) Einflussfaktoren das Erkrankungsrisiko erhöhen und es zu einer Überschätzung der lärmbedingten Einflussfaktoren kommt. Daher ist es angezeigt, eine Validierung der am Flughafen Köln-Bonn durchgeführten Studie von Prof. Greiser vorzunehmen.

Dazu sollen die Sekundardaten der Krankenkassen mit einer klinischen Studie kombiniert werden, um an Hand der Klinikdaten aus der EDV unter Einbeziehung der Anamnese (Krankenakte) den Einfluss weiterer Erkrankungsfaktoren auf die Erhöhung des Erkrankungsrisikos abschätzen zu können. Ein vergleichbares - mithin erprobtes - Design wurde bei der sogenannten KiKK-Studie (Kinderleukämie im Umfeld von Kernkraftwerken) eingesetzt.

Bei der Validierung sollte sich auf die Erhebung der signifikanten Erkrankungszuwächse aus der Köln-Bonner Studie beschränkt werden. Das sind Herzversagen, Schlaganfall und Depressionen.

Für die Validierung der Krebserkrankungen müssten die jeweiligen onkologischen Fachabteilungen der Krankenhäuser einbezogen werden. Die Auswertung des Krebsregisters Hessen ist nicht möglich, da die Daten nicht in der benötigen Qualität vorliegen.

Die Ausschreibung des ausgearbeiteten Designs muss im Oktober 2010 erfolgen, die Vorarbeiten müssen sofort beginnen. Die Durchführung muss spätestens im Frühjahr 2011 vergeben werden.

Begründung des Konzeptes „Gesundheitliche Beeinträchtigung durch Fluglärm bei Erwachsenen - Möglichkeiten und Grenzen epidemiologischer Methoden“, Prof. Dr. med. Eberhard Greiser

Für ein Monitoring möglicher Gesundheitsgefährdungen bei der Gesamtbevölkerung durch Fluglärm im Umfeld des Flughafens Frankfurt am Main stehen grundsätzlich verschiedene epidemiologische Methoden zur Verfügung.

1. **Befragung einer Stichprobe der Bevölkerung:**

Im Rahmen einer standardisierten Befragung einer repräsentativen Bevölkerungsstichprobe kann ein breites Spektrum von potentiellen Risikofaktoren und Erkrankungen abgedeckt werden. Allerdings erlauben die so erhobenen Informationen keine belastbare Schätzung der Häufigkeit (Prävalenz) oder der Neuerkrankungshäufigkeit (Inzidenz) von Erkrankungen. Die Gründe dafür sind:

(a) Responseraten: Die Beteiligungsraten bei Befragungen liegen selbst bei optimal durchgeführten Befragungen selten über 60%. Es ist bekannt, dass selbst bei einer Responserate von 70% Angehörige der Unterschicht, Raucher, Übergewichtige in erheblichem Maße unterrepräsentiert sind.

(b) Eingeschränkte Altersgruppen: Es ist fast unmöglich, bei Personen über 70 Jahren zu vertretbaren Responseraten zu gelangen, weil ein erheblicher Anteil der älteren Bevölkerung in Alten- und Pflegeheimen für Interviews praktisch nicht erreichbar ist, bzw. zu schwach oder krank ist, um an Interviews teilzunehmen. Damit wäre die Gesamtbevölkerung in unzureichender Form abgedeckt.

(c) Unterschätzung von relevanten Erkrankungen: Erkrankungen, die in einem hohen Prozentsatz zu körperlicher Beeinträchtigung bzw. Tod führen, können bei Befragungsstudien nicht valide erhoben werden. Zu diesen Erkrankungen zählen insbesondere diejenigen Erkrankungen des Herzens und des Kreislaufs, von denen aufgrund neuester Studien angenommen werden muss, dass sie infolge von Belastung durch Fluglärm auftreten (Schlaganfall, Herzinfarkt, Herzinsuffizienz).

(d) Zu geringe Stichprobengröße: Um die Auswirkungen von Fluglärm auf die Erkrankungshäufigkeit von Herz- und Kreislaufkrankheiten unter Berücksichtigung relevanter Confounder (z.B. Alter, Straßenverkehrslärm, Schienenverkehrslärm, Sozialstatus) ermitteln zu können, sind Stichprobenumfänge von mehreren Zehntausend bis mehrere Hunderttausend

Teilnehmer erforderlich (abhängig von der Häufigkeit der Erkrankung in der Bevölkerung und der zu erwartenden Risiko-Erhöhung durch Fluglärm).

2. Bevölkerungsbezogene Krankheitsregister

Krankheitsregister bieten eine optimale Möglichkeit, die Erhöhung von Erkrankungsrisiken durch Umweltfaktoren zu ermitteln. In solchen Krankheitsregistern werden sämtliche Erkrankungsfälle und Todesfälle an definierten Erkrankungen in definierten Regionen erfasst. Allerdings existiert in Deutschland gegenwärtig nur noch ein Krankheitsregister, in dem Herzinfarkte nach dem Standard der WHO erhoben werden (MONICA-Register Augsburg). Die Krebsregister der einzelnen Bundesländer sind bislang nur in einigen Bundesländern in ihrer Erfassung so vollständig, dass sie zur Abschätzung der Neuerkrankungshäufigkeiten geeignet wären. Das Krebsregister des Bundeslandes Hessen gehört nicht zu diesen. Generell gilt, dass Krankheitsregister selbst bei optimaler Ausstattung mit qualifiziertem Personal und anderen Ressourcen erst nach 5 Jahren annähernd vollständige Daten liefern können.

3. Regionale Erhebung von Erkrankungsfällen

Beim Fehlen von bevölkerungsbezogenen Krankheitsregistern können alternativ verschiedene Datenquellen zur Ermittlung von Neuerkrankungshäufigkeiten und Todesfällen ausgewertet werden. In minimaler Form gehören dazu die Archive von Krankenhäusern und die Todesbescheinigungen der Gesundheitsämter. Zur Ermittlung der Erkrankungshäufigkeit für z.B. einen Kreis oder eine kreisfreie Stadt wäre es jedoch erforderlich, nicht nur die in diesem Bereich befindlichen Krankenhäuser zur Kooperation zu bewegen, sondern zusätzlich auch diejenigen Einrichtungen außerhalb der eigentlichen Studienregion, in denen Einwohner der Studienregion sich auch behandeln lassen könnten. Der dafür erforderliche Aufwand kann im Rahmen von dezidierten epidemiologischen Studien geleistet werden. Für eine Erhebung von Erkrankungsfällen diverser Erkrankungen in einem Bereich, wie er vom Fluglärm des Flughafens Frankfurt betroffen ist, wäre ein eigenes epidemiologisches Institut mit einem Jahresetat von mehreren Millionen Euro zu etablieren.

4. Sekundäranalyse von Daten gesetzlicher Krankenkassen

Die Daten gesetzlicher Krankenkassen stehen seit dem Jahre 2000 in wissenschaftlich belastbarer Qualität zur Verfügung. Sie decken die bei ihnen Versicherten vollständig ab und bieten Informationen über ambulant erfolgte Arzneiverordnungen und über stationäre Krankenhausbehandlungen. Die Auswertungen erlauben belastbare Rückschlüsse auf Neuerkrankungshäufigkeiten für eine Vielzahl von Erkrankungen. Sie bieten gleichzeitig die

Möglichkeit die Entwicklung von Erkrankungen im Längsschnitt über mehrere Jahre zu beobachten. Eine Verbindung von georeferenzierten Umgebungslärmdaten mit den Wohnanschriften der Versicherten ist mittlerweile gängige epidemiologische Routine. Die für eine differenzierte Analyse des Einflusses von Flug- lärm auf Neuerkrankungen erforderlichen großen Stichprobenumfänge sind gegeben. Der Kostenrahmen für derartige Analysen liegt weit unterhalb der für alternative Methoden entstehenden Kosten.

Übersicht über ein Konzept zur „Ermittlung der Krankheitsgefährdung der Bevölkerung durch Fluglärm“, Prof. Martin Kaltenbach, Prof. Eberhard Greiser

Es wird ein Konzept von zwei miteinander verbundenen Fall-Kontroll-Studien vorgeschlagen. Die zwei Komponenten bestehen aus

(a) einer Fall-Kontroll-Studie zur Ermittlung von Risiko-Erhöhungen für multiple Krankheitsendpunkte (inzidente kardiovaskuläre Erkrankungen, psychische Erkrankungen, Krebserkrankungen) unter Berücksichtigung von Umweltlärm sowie individuellen Sozialschichtindikatoren und individuellen Arzneiverordnungen auf der Basis von Daten gesetzlicher Krankenkassen,

(b) eine Validierung häufiger kardiovaskulärer Diagnosen (Herzschwäche, Herzinfarkt, Schlaganfall) sowie von Depressionen auf der Basis einer krankenhausbasierten Fall-Kontroll-Studie. Hierfür erfolgt die Ermittlung der Erkrankungsfälle für die spezifizierten Diagnosen aus den Archiven kooperierender Klinika für einen definierten Zeitraum von mehreren Kalenderjahren. Aus den EDV-Systemen der Klinika, ergänzt durch Informationen aus den Archiven der Klinika werden neben Daten über die Diagnosesicherung die relevanten etablierten Risikofaktoren (z.B. Rauchen, Bluthochdruck, Fettstoffwechselstörungen, Diabetes mellitus) für die entsprechenden Erkrankungen abstrahiert. Zu diesen Daten werden für jeden Fall die spezifischen Umweltlärmparameter seiner Wohnung gelinkt. Im Verhältnis zum Beitrag aller Abteilungen des jeweiligen Klinikums zur Gesamtzahl von Krankenhausbehandlungen werden nach Geschlecht und Altersgruppe vergleichbare Vergleichspatienten (=Kontrollen) aus den Informationssystemen der Klinika gezogen. Für diese Vergleichspatienten werden in identischer Weise wie für die Fälle Informationen über etablierte Risikofaktoren abstrahiert.

Eine vergleichende Analyse beider Fall-Kontroll-Studien wird eine Abschätzung darüber erlauben, in welchem Umfang die in der größeren Fall-Kontroll-Studie zu erwartende Erhöhung des Erkrankungsrisikos unter Exposition durch Fluglärm durch das Einwirken etablierter Risikofaktoren bestimmt sein könnte.

Der Umfang der Fall-Kontroll-Studie (a) dürfte zwischen 2-3 Millionen gesetzlich Versicherter im Umfeld des Flughafens Frankfurt/Main betragen. Der Umfang der Validierungs-Fall-Kontroll-Studie wird sich im Umfang mehrerer tausend Patienten bewegen.

Wirkung von Fluglärm auf Belästigung, Gestörtheit und Lebensqualität der Bevölkerung im Umfeld des Flughafens Frankfurt am Main

Eine Befragung der Bevölkerung auf Belästigung, Gestörtheit und Lebensqualität ist vor Inbetriebnahme der neuen Landebahn Nordwest, kurz danach und nach zwei bis drei Jahren sinnvoll, um Belastungsänderungen durch den Ausbau zu erfassen. Die Stichprobengröße wird auf etwa 6.500 beziffert. Soweit sich Schwund in einzelnen Gruppen durch Wegzug o. a. ergibt sind diese Gruppen wieder aufzufüllen.

Bei der Gebietsauswahl ist zu berücksichtigen, dass Gebiete mit konstanter Belastung, zunehmender Belastung und abnehmender Belastung nach dem Flughafenausbau für die Befragung ausgewählt werden.

Die besondere Berücksichtigung von Tagesrandzeiten ist für die spezifische Situation in Frankfurt von besonderer Bedeutung. Auch international gibt es hierüber noch wenige Erkenntnisse.

Die RDF-Belästigungsstudie sollte jedoch nicht bloß reproduziert werden, sondern eine neue Qualität bekommen durch die Kombination mit der Erhebung gesundheitlicher Erkrankungsfaktoren sowie der Ausrichtung als Längsschnitt-Monitoring zur Erfassung der Belastungsänderungen durch den Ausbau des Flughafens.

Erkenntnisse kann diese kombinierte Untersuchung bringen für die Fragestellung, ob die Fluglärmexposition direkt und/oder in Verbindung mit der Stärke der Belästigung Einfluss auf den Blutdruck und damit verbundene Krankheitsbilder hat.

Begründung des Konzeptes „Längsschnittstudie zur Wirkung von Fluglärm auf Belästigung, Gestörtheit und Lebensqualität der Bevölkerung im Umfeld des Frankfurter Flughafens in Kombination mit einem Blutdruckmonitoring“, Dirk Schreckenberg, Prof. Martin Kaltenbach

a) Ausgangslage

Im Jahr 2005 wurde beauftragt durch das Regionale Dialogforum Flughafen Frankfurt in der Region rund um den Frankfurter Flughafen eine Feldstudie zu den Auswirkungen von Fluglärm auf die Bevölkerung durchgeführt. 2312 Anwohner aus 66 Wohngebieten im Umfeld des Flughafens wurden ausführlich zu ihrer Belästigung und Gestörtheit durch Fluglärm sowie zu ihrer gesundheitlichen Lebensqualität befragt und die Angaben mit der wohnadressgenau berechneten, jahresgemittelten Fluglärmexposition gegenübergestellt. Im Jahr 2006 wurden die Ergebnisse – insbesondere bezogen auf Störungen und Belästigung durch Fluglärm – veröffentlicht. Im Jahr 2009 folgte die Veröffentlichung einer vom Stadtgesundheitsamt Frankfurt beauftragten Ergänzungsstudie zum selbstberichteten Gesundheitszustand der Untersuchungsteilnehmer der RDF-Studie

Bereits in dem 2006 veröffentlichten Abschlussbericht der RDF-Fluglärmwirkungsstudie sowie nochmals im Bericht der Ergänzungsstudie 2009 wurde die Implementierung eines periodischen Wirkungsmonitorings im Sinne einer Längsschnittstudie vorgeschlagen. Ein möglicher Untersuchungsansatz für diese Längsschnittstudie kombiniert mit wiederholten Querschnittsstudien wird hier bezogen auf die Untersuchung der Belästigungswirkung kurz skizziert.

b) Untersuchung der Fluglärmbelästigung im Rahmen eines Wirkungsmonitorings

Die Belästigung durch Fluglärm wird verstanden als eine psychische Stressreaktion auf den Lärm, die sich aus dem Ausmaß der erlebten Störung und der (fehlenden) Möglichkeit, die Lärmbelastung zu bewältigen, bzw. der wahrgenommenen Kontrolle über die Lärmsituation resultiert. Mehrere Studien zeigen, dass die Belästigung durch Fluglärm mit weiteren gesundheitlichen Folgen (insb. psychische, kardiovaskuläre Gesundheitsproblemen) verbunden ist.

In jüngerer Zeit hat sich ein internationaler Standard zur Erfassung der Lärmbelästigung etabliert, der in einer ISO-Norm festgeschrieben wurde. In der RDF-Studie 2005 wurde die Lärmbelästigung nach dieser Norm erhoben und es wird empfohlen, diesen Standard auch für die Längsschnittstudie beizubehalten.

Die Erfassung der Lärmbelästigung im Rahmen einer Befragungsstudie kann – neben obligatorisch aufzunehmenden Fragen zur Soziodemographie, Kontrollfragen zur Wohnsituation und weiteren aus der Forschung bekannten Aspekten/Confoundern, die auf die Belästigung einwirken können - ergänzt werden durch Fragen zur allgemeinen Wohnqualität sowie zur gesundheitsbezogenen Lebensqualität. Um der spezifischen Situation am Frankfurter Flughafen gerecht zu werden, sind insbesondere auch Fragen zum Ausbau des Flughafens vorzusehen.

Für ein Wirkungsmonitoring ist es von zentraler Bedeutung, in der Stichprobe genügend Varianz in der Fluglärmexposition zu haben, um expositionsabhängige Wirkungsunterschiede aufzeigen zu können. Es bietet sich daher an, bei Auswahl der Befragungsteilnehmenden von den 66 Wohngebieten auszugehen, die bereits in der RDF-Studie 2005 untersucht wurden, da hier bereits ein LAeq- Pegelrange von tagsüber 40 bis ca. 65 dB(A) vorliegt. Die Gebiete können noch weiter ergänzt werden um solche, die tagsüber eine noch geringere bzw. keine Fluglärmbelastung (LAeq, 16h ‹ 40 dB(A)) aufweisen. Da zudem die Ausbauwirkung am Frankfurter Flughafen von besonderem Interesse ist, ist bei der Gebietsauswahl neben den unterschiedlichen Fluglärmexpositionsstufen noch die Unterscheidung über die prognostizierten Belastungsänderungen zu berücksichtigen. Das heißt die Bedingungen "Belastungserhöhung nach Ausbau", "keine Belastungsänderung nach Ausbau" und "Belastungsreduktion nach Ausbau" sollten – soweit sie in der Realität vorkommen – auch im Studiendesign vertreten sein.

Im Rahmen der Längsschnittstudie, in der dieselben Personen mehrmals befragt werden (Panelstichprobe), sollten zur Erfassung der Wirkung des Ausbaus des Frankfurter Flughafens mindestens drei Erhebungswellen durchgeführt werden: Eine Basiserhebung unmittelbar vor Fertigstellung des Ausbaus, eine Erhebung zeitnah nach dem Ausbau sowie eine dritte Erhebungswelle mehrere Monate nach dem Ausbau, um auch längerfristige Ausbauwirkungen untersuchen zu können. Weitere periodische Erhebungen sind anzustreben, um ein dauerhaftes Monitoring aufzubauen, in dem langfristig die Fluglärmwirkungen auf die Bevölkerung bei zukünftiger Flugverkehrsentwicklung, der Einführung etwaiger aktiver Lärmschutzmaßnahmen, Routenänderungen, etc. evaluiert werden können. Um in der dritten Erhebungswelle einen ausreichenden Stichprobenumfang der Panelteilnehmer zu erhalten ist unter Berücksichtigung von Responseausfällen in den Erhebungswellen eine Ausgangsstichprobe von mindestens 5000 Personen vorzusehen.

In den nachfolgenden Erhebungswellen kann die Panelstichprobe jeweils bis zur Höhe der Ausgangsstichprobe aufgefüllt werden (Kombination von Längsschnitt – und wiederholter Querschnittsstudie), um damit die Effekte von Messwiederholungen (wiederholte Befragungen) kontrollieren zu können. Außerdem kann diese Längs-/Querschnittsstudienkombination genutzt

werden, um Wanderungsmotivation und die Fluglärmwirkung bei "Alteingesessenen" und "Neuzuzüglern" untersuchen zu können.

Generell bieten sich verschiedene Formen der Befragung an: persönliche, telefonische, postalische Befragung oder Onlinebefragung. Zwar gilt das persönliche Interview als Goldstandard bezüglich Datenqualität und Rücklaufquote, allerdings ist diese Befragungsform insbesondere im Rahmen einer Längsschnittstudie sehr zeit- und kostenaufwändig. Eine gute und in der Forschung etablierte Erhebungsform ist das Telefoninterview, die Responsequoten sind höher als bei postalisch- schriftlichen Befragungen. Zudem ermöglicht eine computergestützte Telefonbefragung (CATI- Befragung), durchgeführt von einem professionell eingerichteten Telefonstudio, die automatische Steuerung der Datenerhebung sowie des Befragungsablaufs. Damit ist eine hohe Datenqualität gewährleistet.

Wohnadresse und die hierauf bezogene Fluglärmexposition sind essentiell für die Auswahl der Untersuchungsteilnehmer. Daher wird für die Stichprobenziehung ein gestuftes Zufallsziehungsverfahren auf Basis von Registerdaten empfohlen. Den Registerdaten werden dabei Telefonrufnummern zugeordnet. Die Personen bzw. Haushalte, deren Telefonnummer nicht bestimmt werden kann, werden in einem Anschreiben über die Befragung informiert und für die Teilnahme um Bekanntgabe einer Rufnummer gebeten. Dieser mehrstufige Rekrutierungsprozess lässt sich auch nutzen, um zwecks Responseerhöhung verschiedene Varianten der Befragungsteilnahme (Ausfüllen eines mitgelieferten Fragebogens, Befragungsteilnahme via Internet [Onlinefragebogen]) anzubieten. Dadurch können auch solche Personen gewonnen werden, die insbesondere Interviews am Telefon ablehnen, der Teilnahme an einer wissenschaftlichen Befragungsstudie aber grundsätzlich offen gegenüber stehen.

c) Kombination mit einem Blutdruckmonitoring, Prof. Kaltenbach

In die Untersuchung der Fluglärmbelästigung über Belästigung soll eine Blutdruckmessung aufgenommen werden. Diese soll sich auf Teilkollektive beschränken. Um die Anzahl der erforderlichen Probanden klein zu halten und um verlässliche Blutdruckwerte zu erhalten wird das folgende Vorgehen empfohlen:

Grundlage sind Selbstmessungen durch die Probanden mit einem automatischen, digital anzeigenden Messgerät über einen Zeitraum von etwa 1 – 2 Wochen. Damit wird der sogenannte „Weißkitteleffekt“ vermieden und die natürlichen Schwankungen des Blutdrucks werden weitgehend ausgeglichen. Im Ergebnis werden Mittelwerte erzielt, die für die einzelnen

Probanden repräsentativ sind und eventuelle Veränderungen besser als bei Einzelmessungen erkennen lassen.

Erforderlich ist die individuelle Einweisung vor Beginn der Messungen und die Kontrolle am Ende der Messzeit. Die Geräte werden ausgeliehen und können für mehrere Probanden verwendet werden. An jedem Messtag wird ein Morgen- und Abendwert abgelesen und protokolliert. Eine zusätzliche Messung durch den Einweiser erfolgt am Anfang und Ende der Untersuchung.

Gegenüber der 24 std. Blutdruckmessung mit einem am Arm fixierten Gerät und einem zusätzlich zu tragenden Aufzeichnungsgerät ist der Hauptvorteil die geringere Belästigung der Probanden. Durch die Messung über einen längeren Zeitraum werden außerdem Verfälschungen durch die jeweilige Tagesform vermieden. Die Akzeptanz wird erhöht. Dadurch wird gewährleistet, dass wiederholte Messungen im Längsschnitt von allen Probanden - etwa im Jahresabstand -toleriert werden und durchgeführt werden können. Die fehlende Erfassung zusätzlicher Parameter - wie Nachtabsenkung etc. – ist für die zu untersuchende Fragestellung nicht ausschlaggebend.

Eine Anzahl von etwa 1 000 Probanden dürfte ausreichen. Powerberechnungen haben ergeben, dass eine Gruppendifferenz im Querschnitt oder Längsschnitt ab 4 mm Hg systolisch und 2 mm Hg diastolisch bei einer Anzahl von 250 je Gruppe statistisch zu sichern wäre.

Fazit:

Aus pragmatischen und zeitlichen Gründen war für die Erarbeitung des vorgestellten Studienentwurfs ein wesentliches Kriterium, dass die vorgeschlagenen Instrumente bereits erprobt sind und den Instrumenten erwiesenermaßen Aussagekraft in Bezug auf die Erfassung von Lärmwirkungen zukommt.

Kernaufgabe des Monitorings ist es, die spezifische Belastungsänderung in Frankfurt abzubilden und Erkenntnisse über die Gesamtbelastung der Bevölkerung vor Inbetriebnahme der neuen Landebahn Nordwest und nach ihrer Inbetriebnahme zu gewinnen. Es ist nicht Aufgabe der angestrebten Studie bzw. des Monitorings, Grundlagenforschung zu leisten und etwa Erkenntnisse über die Schädlichkeit anderer Lärmarten (Straße, Schiene) zu erhalten und diese vergleichend gegenüberzustellen. Hierüber gibt es bereits wissenschaftliche Erkenntnisse.

Keine Erkenntnisse gibt es dagegen über die Folgen der Belastungsänderung durch die geplante Inbetriebnahme der Landebahn Nordwest. Eine Einbeziehung weiterer Lärmquellen als sonstige Störgröße (sogenannter confounder) muss selbstverständlich erfolgen und setzt eine sorgfältige Erhebung voraus.

Auch eine Einbeziehung anderer Flughäfen ist aus kommunaler Sicht nicht zielführend, da die charakteristische Frankfurter Situation der Belastungszunahme erfasst werden soll. Überdies würde die Einbeziehung und Abstimmung mit anderen Flughafenregionen faktisch eine erhebliche Verzögerung bedeuten und einen rechtzeitigen Studienbeginn vor Inbetriebnahme der geplanten Bahn ausschließen. Eine Vergleichbarkeit mit Untersuchungen an anderen Flughäfen ist dagegen erwünscht und angestrebt.

Die Beauftragung aller drei Studienteile muss gemeinsam erfolgen, da die einzelnen Bestandteile unverzichtbar sind, um ein umfassendes Bild über die Gesamtbelastung der Bevölkerung zu erhalten.

Es besteht erheblicher Zeitdruck, um den Ist-Zustand vor Inbetriebnahme der geplanten neuen Landebahn Nordwest noch rechtzeitig erheben zu können. Das gilt vor allem für die Testung von Kindern auf ihre Lesefähigkeit hin sowie die Erfassung der Belästigung. Mit den Vorarbeiten für eine Fall-Kontroll-Studie zur Ermittlung der Krankheitsgefährdung an Hand der Daten gesetzlicher Krankenkassen muss unverzüglich begonnen werden, da eine Vorlaufzeit von 6-9 Monaten erforderlich ist.

Um den Zustand vor Inbetriebnahme der geplanten Landebahn Nordwest noch rechtzeitig erfassen zu können, muss mit der Durchführung einzelner Studienteile unmittelbar im Oktober 2010 begonnen werden. Sollte keine rechtzeitige Durchführung und Vergabe durch das Land Hessen erfolgen, ziehen die beteiligten Kommunen in Betracht, kurzfristig selbst aktiv werden.