

**Sperrfrist 18.11.2006**

## **Nächtlicher Fluglärm und Arzneimittelverbrauch**

Kurzfassung des Abschlussberichtes des Forschungsprojektes  
„Beeinträchtigung durch Fluglärm: Arzneimittelverbrauch als Indikator  
für gesundheitliche Beeinträchtigung“

Prof. Dr. Eberhard Greiser  
Dr. Katrin Janhsen  
Claudia Greiser, M.P.H.

**Bremen, 18.11. 2006**

Dieses Forschungsvorhaben wurde gefördert durch finanzielle Zuwendungen  
der Ärzte-Initiative für ungestörten Schlaf e.V., Siegburg,  
des Rhein-Sieg-Kreises  
und des Umweltbundesamtes (Förderkennzeichen: 205 51 100)

## **I. Einleitung**

Das Forschungsprojekt zur Analyse möglicher gesundheitlicher Beeinträchtigungen durch nächtlichen Fluglärm im Umfeld des Flughafens Köln-Bonn wird gefördert durch das Umweltbundesamt, durch den Rhein-Sieg-Kreis, durch Beiträge einzelner Gemeinden des Rhein-Sieg-Kreises und durch die Ärzte-Initiative für ungestörten Schlaf e.V. (Siegburg).

Ziel des Projektes ist es, durch die Analyse von Daten gesetzlicher Krankenkassen und durch die adress-genaue Verbindung dieser Daten mit Parametern des Fluglärms und des Verkehrslärms (Schiene, Strasse) zu ermitteln, ob für Versicherte in stärker durch Fluglärm belasteten Gebieten häufiger und in größerer Menge spezifische Arzneimittel verordnet wurden als für Versicherte in geringer oder gar nicht durch Fluglärm belasteten Gebieten. Als Studienregion wurde definiert das Gebiet der Stadt Köln, sowie die Gebiete des Rhein-Sieg-Kreises und des Rheinisch-Bergischen Kreises.

## **II. Design der Studie**

### **II.1 Lärmdaten**

Vom Flughafen Köln-Bonn waren Daten über jede einzelne Flugbewegung des Kalenderjahres 2004 zur Verfügung gestellt worden. Aus diesen Daten wurden mithilfe der AZB99 von 40 dB(A) Leq aufwärts die Lärmwerte aus den sechs verkehrsreichsten Monaten des Jahres 2006 für verschiedene Zeitfenster berechnet. Für den Nachtschlaf ist insbesondere der Fluglärm in der zweiten Nachthälfte von Bedeutung. Deshalb sind für das vorliegende Verfahren vor allem die im Zeitraum zwischen 3 und 5 Uhr nachts ermittelten Werte von Bedeutung. Vom Flughafen Köln-Bonn starten in diesem Zeitraum die zuvor zwischen 23 und 1 Uhr eingeflogenen Frachtmaschinen. Im Weiteren wird deshalb ausschließlich auf die Ergebnisse Bezug genommen, die sich aus einer Auswertung des nächtlichen Fluglärms zwischen 3 und 5 Uhr ergeben.

Vom Landesumweltamt des Landes Nordrhein-Westfalen sind für Zwecke des vorliegenden Forschungsvorhabens Daten eines Screeningprojektes zur Verfügung gestellt worden, bei dem für das gesamte Bundesland Nordrhein-Westfalen die Belastung der Bevölkerung durch Strassen- und Schienenlärm ermittelt worden war.

Vom Flughafen Köln-Bonn waren Adressdaten für diejenigen Gebiete im Umkreis des Flughafens zur Verfügung gestellt worden, deren Bewohner Anträge zur Finanzierung von Lärmschutzmassnahmen für Schlafzimmer gestellt werden konnten.

## II.2 Daten gesetzlicher Krankenkassen

Von gesetzlichen Krankenkassen verschiedener Kassenarten wurden faktisch anonymisierte Einzeldaten von Versicherten zur Verfügung gestellt, die unter anderem die Versicherungsdauern sowie im Versicherungszeitraum erfolgte Arzneiverordnungen enthielten. Die Anzahl der Versicherten und der Versichertenjahre ergeben sich aus Tabelle 1. Die Versicherten umfassten beide Geschlechter und alle Altersgruppen.

Tabelle 1 . Versicherte der kooperierenden Krankenkassen

Krankenkasse	Stamm - und Arzneimittel-daten verfügbar	Nach Linkage mit Lärmdaten und Sozialhilfe-Daten verfügbar	Verlust %	Versicherten-Jahre	Maximale Versicherungs-Dauer (Jahre)
AOK	462.759	420.332	9.17	1.103.770.8	4.0
TK	172.668	165.744	4.01	408.860.2	4.0
DAK	122.243	112.635	7.86	63.645.3	0.6
Gemeinsame Betriebskrankenkasse der Stadt Köln (GBK)	54.469	53.559	1.67	145.587.1	4.0
BKK Ford	28.214	26.951	4.46	36.649.7	4.0
BKK Rheinland	26.122	23.085	11.63	41.665.7	3.0
Metro-Kaufhof BKK	7.206	7.073	1.85	18.389.6	3.0
Summe	873.681	809.379	7.36	1.818.568.4	-

Aus den Lärmparametern wurde mithilfe sämtlicher Wohnanschriften der Studienregion eine Datenbank erstellt, die für jede Anschrift die Belastung durch Fluglärm, bzw. Strassen- und Schienenlärm enthielt. Diese Datenbank mit über 376.000 Einträgen wurde allen kooperierenden Krankenkassen zur Verfügung gestellt.

Die gesetzlichen Krankenkassen stellten für jeden Versicherten für das Projekt die faktisch anonymisierten Lärmdaten seiner Wohnanschrift zur Verfügung.

## II.3 Sonstige Daten

Von der Stadt Köln und von den beiden Kreisen wurden kleinräumig desaggregierte Daten über die Sozialhilfeshäufigkeit am Ende des Jahres 2004 zur Verfügung gestellt, so dass daraus die stadtteil- bzw. ortsteil-spezifische Häufigkeit (%) von Sozialhilfeempfängern berechnet werden konnte. Für alle Gemeinden stand außerdem die Anzahl von Alten- und Pflegeheim-Plätzen zur Verfügung. Daraus wurde der Prozentsatz der für die über 64-jährige Bevölkerung zur Verfügung stehenden Altenheimplätzen berechnet.

## III. Ergebnisse

### III.1 Deskriptive Analysen

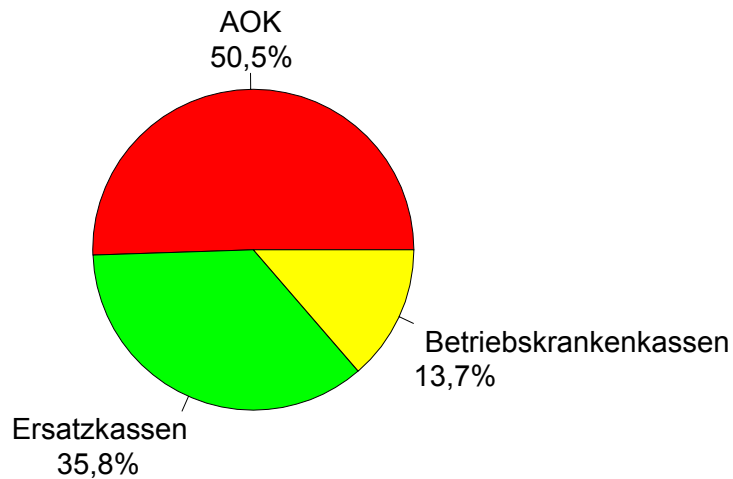
Da nicht für alle Anschriften sämtliche Informationen zur Verfügung standen, ergab sich für die Auswertungen ein geringfügiger Verlust. Die für die finalen Analysen ermittelten Versichertendaten nach Geschlecht und Altersgruppe finden sich in Tabelle 2.

Tabelle 2. Versicherte mit kompletten Daten für Arzneimittel-Analysen (Stammdaten, Verordnungsdaten, Sozialhilfe-Daten)

Altersgruppe	Männlich		Weiblich	
	Versicherte	Versichertenjahre	Versicherte	Versichertenjahre
< 10	36.713	79.038.1	34.583	74.980.9
10-19	43.796	112.097.1	41.491	105.787.4
20-29	54.681	98.608.8	57.074	106.187.5
30-39	64.010	133.068.5	60.675	124.685.1
40-49	65.221	150.793.1	61.608	135.684.7
50-59	45.923	106.644.2	46.119	102.783.9
60-69	46.427	111.343.0	45.587	105.569.2
70-79	27.749	74.422.3	34.321	93.195.7
80+	11.509	26.649.0	31.892	77.029.9
Summe	396.029	892.664.2	413.350	925.904.3

Damit standen die Daten von insgesamt 809.379 Versicherten für statistische Auswertungen zur Verfügung. Bezogen auf die Wohnbevölkerung der Studienregion zum 31.12.2004 ergibt sich eine Abdeckung von 42.3% der Gesamtbevölkerung.

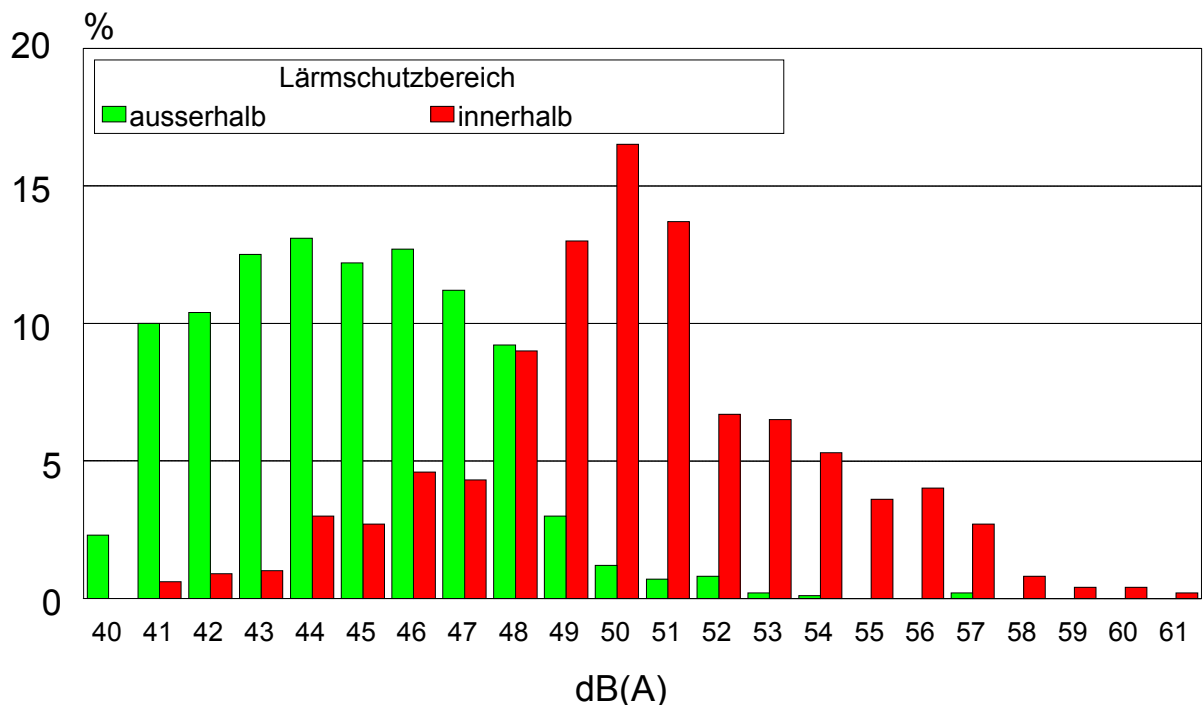
Bezogen auf die einzelnen Arten der gesetzlichen Krankenkassen ergibt sich folgendes Bild (Abbildung 1).



Die Verteilung nächtlichen Fluglärms nach dB(A)-Werten für die Zeit zwischen 3 und 5 Uhr unter Berücksichtigung von Lärmschutz-Möglichkeiten zeigt Abbildung 2.

Abbildung 2

Belastung von Versicherten durch nächtlichen Fluglärm (3-5 Uhr)



Aus den Analysen ergab sich, dass 117.821 Versicherte, die durch diese Art von Fluglärm belastet waren, keinen Anspruch auf Lärmschutzmaßnahmen hatten, während 38.914 entsprechende Ansprüche stellen konnten.

Abbildung 3. Fluglärmbelastung während der Nachtstunden von 23.00 bis 1.00 Uhr im Bereich des Flughafens Köln/Bonn

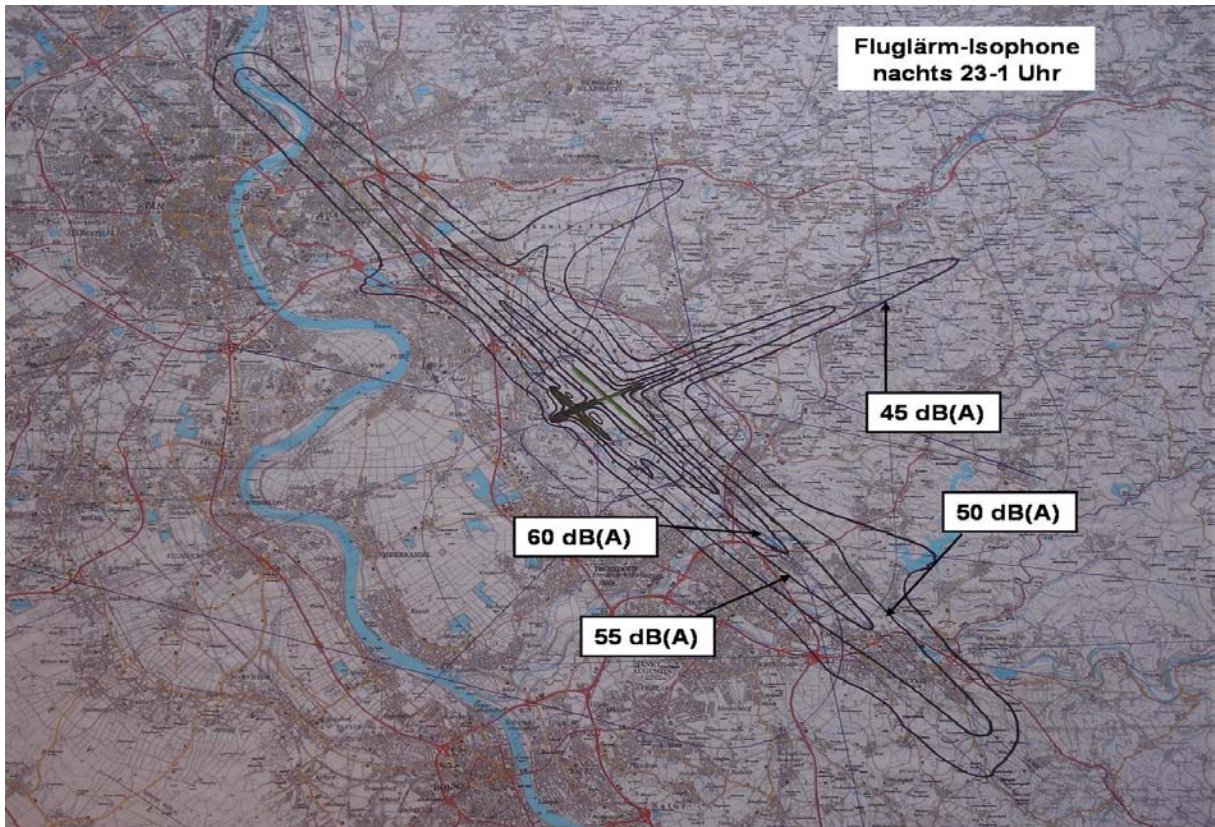
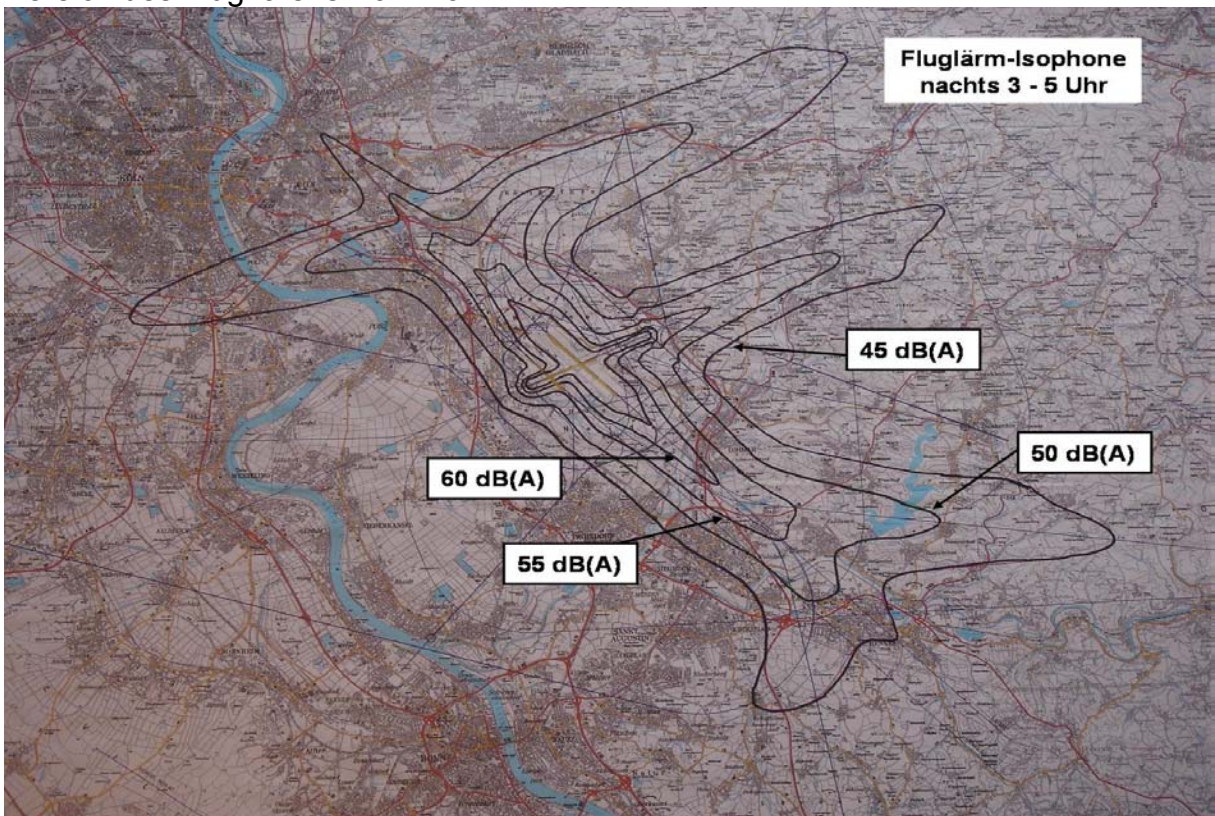


Abbildung 4. Fluglärmbelastung während der Nachtstunden von 3.00 bis 5.00 Uhr im Bereich des Flughafens Köln/Bonn



Durch unterschiedliche An- und Abflugrouten der Frachtmaschinen in der Nacht sind die Lärmbelastungen auf unterschiedlichen Regionen verteilt, wie die Abbildungen 3 und 4 zeigen. Das bedeutet, dass ein Teil der betroffenen Bevölkerung sowohl vom Anflug- als auch Abflugverkehr betroffen ist, andere jedoch nur zwischen 23.00 und 1.00 Uhr oder von 3.00 bis 5.00 Uhr dem Fluglärm exponiert sind.

Da sich beim Vergleich der Fluglärmeffekte in den verschiedenen Zeitfenstern zeigte, dass vor allem der Fluglärm in der zweiten Nachthälfte bedeutsam war, werden im Folgenden nur die Ergebnisse für dieses Zeitfenster ausgewiesen.

### III.2 Analytische Auswertungen

Es wurden zwei statistische Auswertungsverfahren angewendet:

- A) Schätzung des Risikos, dass für bestimmte Arzneimittelgruppen überhaupt eine Arzneiverordnung erfolgte (statistische Verfahren: multivariate logistische Regression),
- B) Schätzung der durchschnittlichen Menge von Einzeldosen, die für Versicherte pro Versicherungsjahr verordnet worden waren (statistisches Verfahren: multiple lineare Regression).

Da Arzneiverordnungen jedoch wesentlich auch durch andere Faktoren beeinflusst werden, erfolgten alle Analysen jeweils getrennt für beide Geschlechter. Das Alter der Versicherten wurde dadurch berücksichtigt, dass entweder Alter als zusätzlicher Einflussfaktor einbezogen wurde (Verfahren A) oder die Analyse für jede Altersgruppe einzeln erfolgte. Als zusätzliche relevante Einflussfaktoren wurden berücksichtigt:

- Sozialhilfe-Häufigkeit des Stadtteils oder Ortsteils,
- Häufigkeit von Alten- und Pflegeheimplätzen der Gemeinden, bezogen auf die Anzahl von Personen über 64 Jahren,
- Nächtlicher Straßenlärm,
- Nächtlicher Schienenlärm,
- Mögliches Zusammenwirken von Alter und Lärmparametern,
- Mögliches Zusammenwirken von Sozialhilfe-Häufigkeit und Lärmparametern.

Für Auswertungen mithilfe der multivariaten logistischen Regression wurden die Analysen getrennt durchgeführt für Gruppen von Versicherten, die mit ihrer Fluglärmbelastung

in der unteren Hälfte der dB(A)-Werte lagen (unterhalb des Medianwertes= 40-45 dB(A)), sowie in der oberen Hälfte (oberhalb des Medianwertes= 46-61 dB(A)).

Die Ergebnisse sind jeweils mit dem unmittelbaren Punktschätzwert und den Grenzen des 95%-Vertrauensbereiches angegeben worden. Der 95%-Vertrauensbereich gibt an, in welchem Bereich sich der „wahre“ Wert in 95 von 100 Fällen finden wird. Bei Risiko-Erhöhungen kann man erst dann von einer statistisch signifikanten Erhöhung ausgehen, wenn sowohl der untere als auch der obere Wert eine Erhöhung zeigen.

Tabelle 3. Verordnung von blutdrucksenkenden Arzneimitteln (jemals) im Vergleich zu Versicherten ohne nächtlichen Fluglärm (3-5 Uhr), sowie Strassen- und Schienenlärm (nachts) unter 35 dB(A)			
Exposition gegenüber Fluglärm	Geschlecht	Risiko-Erhöhung	95%-Vertrauensbereich
Nächtlicher Fluglärm 40-45 dB(A)	männlich	5.4%	-4.9 – 15.6%
Nächtlicher Fluglärm 46-61 dB(A)		24.2%	8.1 – 42.8%
Nächtlicher Fluglärm 40-45 dB(A)	weiblich	26.8%	17.3 – 37.0%
Nächtlicher Fluglärm 46-61 dB(A)		66.3%	48.8 – 86.7%

Tabelle 3 zeigt, dass nächtlicher Fluglärm im Zeitraum zwischen 3 und 5 Uhr in Abhängigkeit von der Intensität bei Verordnungen von blutdrucksenkenden Arzneimitteln bei den Geschlechtern zu einer Erhöhung der Häufigkeit führt. Bei Frauen findet sich schon bei 40-45 dB(A) eine Erhöhung um 26.8%, während der entsprechende Wert für Männer (5.4%) statistisch nicht signifikant ist. Bei stärker Lärmbelastung steigt bei Frauen die Häufigkeit auf 66.3%, bei Männern deutlich geringer auf 24.2%, jeweils im Vergleich zu Männern und Frauen ohne Fluglärmbelastung und mit nächtlichem Strassen- und Schienenlärm unter 35 dB(A). Die Unterschiede der Erhöhung (40-45 gegen 46-61 dB(A)) sind bei Frauen statistisch signifikant, d.h. die Erhöhungen unterscheiden sich nicht nur nach Augenschein, sondern statistisch, da sich die jeweiligen Vertrauensbereiche nicht überdecken.

Die höheren Anstiege der Verordnungen bei Frauen sind plausibel, weil aus einer Vielzahl von Untersuchungen in Deutschland bekannt ist, dass Frauen eine Vielzahl von

Medikamenten häufiger verschrieben bekommen als Männer, obgleich sich ihre Krankheitshäufigkeit von der der Männer z.T. nur unwesentlich unterscheidet.

Aus einer Vielzahl von Untersuchungen, insbesondere aus Analysen der vier repräsentativen Nationalen Gesundheitssurveys ist bekannt, dass bei einem erheblicher Prozentsatz derjenigen Männer und Frauen, die an einem Bluthochdruck leiden, die Diagnose durch einen behandelnden Arzt (noch) nicht gestellt worden ist. Nach den Daten des letzten Nationalen Gesundheitssurveys (1998) beträgt der Prozentsatz der unentdeckten, und damit auch unbehandelten Männer mit Bluthochdruck 48.5%, bei den Frauen 36.8%. Dieses bedeutet, dass die in Tabelle 3 aufgezeigten Erhöhungen der Verordnungshäufigkeit von blutdrucksenkenden Arzneimitteln nur ein sehr unvollständiges Bild der durch nächtlichen Fluglärm induzierten Blutdruckerhöhung in der Bevölkerung widerspiegeln können.

Tabelle 4. Verordnung von Arzneimitteln zur Behandlung von Herz- und Kreislauf-Krankheiten (ohne blutdrucksenkende Medikamente) im Vergleich zu Versicherten ohne nächtlichen Fluglärm (3-5 Uhr), sowie Strassen- und Schienenlärm (nachts) unter 35 dB(A)			
Exposition gegenüber Fluglärm	Geschlecht	Risiko-Erhöhung	95%-Vertrauensbereich
Nächtlicher Fluglärm 40-45 dB(A)	männlich	13.6%	0.1 – 28.9%
Nächtlicher Fluglärm 46-61 dB(A)		26.7%	3.0 – 55.8%
Nächtlicher Fluglärm 40-45 dB(A)	weiblich	21.5%	8.1 – 36.6%
Nächtlicher Fluglärm 46-61 dB(A)		115.7%	79.4 – 159.4%

Die in Tabelle 4 dargestellten Anstiege der Verordnungshäufigkeiten für Arzneimittel zur Behandlung von Herz- und Kreislauf-Krankheiten zeigen für beide Geschlechter einen von der Lärmintensität abhängigen Anstieg. Auch hier finden sich bei Frauen stärker Erhöhungen als bei Männern.

Tabelle 5. Verordnung von Arzneimitteln zur Blutdrucksenkung und zur Behandlung von Herz- und Kreislaufkrankheiten im Vergleich zu Versicherten ohne nächtlichen Fluglärm (3-5 Uhr), sowie Strassen- und Schienenlärm (nachts) unter 35 dB(A)

Exposition gegenüber Fluglärm	Geschlecht	Risiko-Erhöhung	95%-Vertrauensbereich
Nächtlicher Fluglärm 40-45 dB(A)	männlich	17.1%	1.7 – 35.0%
Nächtlicher Fluglärm 46-61 dB(A)		43.5	14.2 – 80.4%
Nächtlicher Fluglärm 40-45 dB(A)	weiblich	37.3%	20.5 – 56.4%
Nächtlicher Fluglärm 46-61 dB(A)		183.8%	130.7 – 249.1%

Tabelle 6. Verordnung von Tranquillizern, Schlaf- und Beruhigungsmitteln im Vergleich zu Versicherten ohne nächtlichen Fluglärm (3-5 Uhr), sowie Strassen- und Schienenlärm (nachts) unter 35 dB(A)

Exposition gegenüber Fluglärm	Geschlecht	Risiko-Erhöhung	95%-Vertrauensbereich
Nächtlicher Fluglärm 40-45 dB(A)	männlich	7.1%	-2.1 - 17.1%
Nächtlicher Fluglärm 46-61 dB(A)		8.4%	-5.5 - 24.3%
Nächtlicher Fluglärm 40-45 dB(A)	weiblich	23.9%	15.7 - 32.6%
Nächtlicher Fluglärm 46-61 dB(A)		41.8%	27.4 - 57.8%

Die in Tabelle 6 dargestellten Verordnungshäufigkeiten von Tranquillizern, Schlaf- und Beruhigungsmitteln zeigen nur für Frauen eine statistisch signifikante Steigerung. Hier findet sich im Vergleich der beiden Lärmintensitätsklassen jedoch kein statistisch signifikanter Unterschied, da sich die Vertrauensbereiche überlappen.

Tabelle 7. Verordnung von blutdrucksenkenden Arzneimitteln, Arzneimitteln zur Behandlung von Herz- und Kreislaufkrankheiten und sonstigen Arzneimitteln<sup>1</sup> im Vergleich zu Versicherten ohne nächtlichen Fluglärm (3-5 Uhr), sowie Strassen- und Schienenlärm (nachts) unter 35 dB(A)

Exposition gegenüber Fluglärm	Geschlecht	Risiko-Erhöhung	95%-Vertrauensbereich
Nächtlicher Fluglärm 40-45 dB(A)	männlich	18.0%	1.6 – 37.1%
Nächtlicher Fluglärm 46-61 dB(A)		65.8%	28.9 – 113.1%
Nächtlicher Fluglärm 40-45 dB(A)	weiblich	34.8%	17.5 – 54.7%
Nächtlicher Fluglärm 46-61 dB(A)		227.2%	161.5 – 309.6%

<sup>1</sup>alle Arzneimittel außer: Arzneimittel zur Behandlung von Bluthochdruck, Herz- und Kreislaufkrankheiten, Magen- und Darmerkrankungen, Depressionen, sowie Tranquillizer, Beruhigungsmittel, Schlafmittel.

Vergleichbares gilt für Arzneimittel zur Behandlung von Herz- und Kreislauf-Erkrankungen. Hier ist eine signifikante Erhöhung der Verordnungshäufigkeit in der unteren Lärmintensitätsklasse für beide Geschlechter zu konstatieren.

Bei der Verordnung von Tranquillizern, Schlaf- und Beruhigungsmitteln (Tabelle 6) finden sich lediglich bei Frauen erhöhte Verordnungshäufigkeiten.

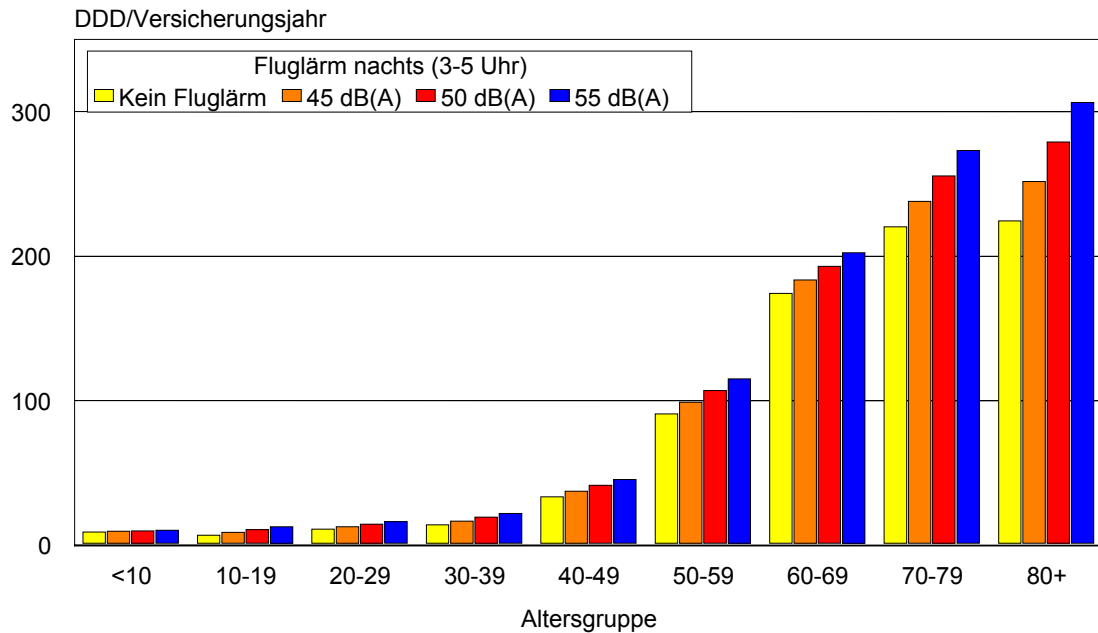
Es ist eine triviale klinische Erfahrung, dass vor allem ältere Patienten häufiger an mehr als einer Erkrankung leiden und z.B. neben einem Arzneimittel zur Senkung erhöhten Bluthochdrucks auch noch ein Medikament zur Behandlung einer Angina pectoris benötigen. Jedem praktisch tätigen Arzt ist auch geläufig, dass Patienten mit chronischen Erkrankungen leichter in ihrer Nachtruhe gestört werden können als Gesunde. Deshalb lag es nahe zu untersuchen, ob sich der Einfluss nächtlichen Fluglärms auch zeigen würde, wenn die Analysen nach Kombinationen von Arzneimittelgruppen durchgeführt würden. Tabelle 5 zeigt in der Analyse für alle auf das Herz- und Kreislauf-System wirkenden Arzneimittel deutlich stärker Anstiege als bei den blutdrucksenkenden Arzneimitteln oder den Herzmitteln allein. Maximale Erhöhungen der Verordnungshäufigkeit finden sich schließlich, wenn man „sonstige“ Arzneimittel hinzunimmt (Tabelle 7).

Die in den Tabellen 3-7 dargestellten Ergebnisse reflektieren eine Zunahme von von niedergelassenen Ärzten als behandlungsbedürftig eingestuften Krankheiten. Daraus lässt sich jedoch noch nichts über die tatsächlich für die Behandlung eingesetzte Arzneimittelmengende ableiten. Entsprechende Analysen sind mithilfe des Auswertungsverfahrens nach B (s. S. 4) durchgeführt worden. Dabei wurden nach Richtlinien der Weltgesundheitsorganisation (WHO) sogenannte definierte Tagesdosen (**Defined Daily Dose = DDD**) für jede einzelne Arzneiverordnung bestimmt und für jeden Versicherten auf die Dauer eines Versicherungsjahres umgerechnet. Für jede 10-Jahres-Altersklasse beider Geschlechter wurde danach der Einfluss nächtlichen Fluglärms (3-5 Uhr) auf die so definierte Verordnungsmenge bestimmt. Als weitere Einflussvariable wurden Lärm durch nächtlichen Straßenverkehr, die Sozialhilfe-Häufigkeit des entsprechenden Stadtteils, die Dichte von Altenheimplätzen und die mögliche Abhängigkeit von Sozialhilfe-Häufigkeit von der Ausprägung nächtlichen Fluglärms berücksichtigt.

Abbildung 5 weist für alle Altersgruppen des männlichen Geschlechtes Steigerungen der Verordnungsmenge blutdrucksenkender Arzneimittel auf. Bei diesen Berechnungen ist angenommen worden, dass es sich um eine relativ ruhige Wohnumgebung handelt mit einem nächtlichen Straßenverkehrslärm von 40 dB(A), fernab jeder Eisenbahnlinie. Es ist weiter angenommen worden, dass die Sozialhilfe-Häufigkeit und die Dichte von Altenheimplätzen dem mittleren Wert (Medianwert) des gesamten Studiengebietes entsprechen. Die dargestellten Anstiege der Verordnungsmengen betragen z.B. für die Altersgruppe der 70-79-jährigen Männer im Vergleich einer Zone frei von Fluglärm mit einer Zone mit nächtlichem Fluglärm von 55 dB(A) einen Zuwachs von 24%. Die entsprechende Abbildung für Frauen (Abbildung 6) zeigt einerseits, dass Frauen im Durchschnitt für die Behandlung von Bluthochdruck pro Versicherungsjahr mehr Einzeldosen verordnet bekommen als Männer.

Abbildung 5. Verordnung von blutdrucksenkenden Arzneimitteln bei Männern

Nächtlicher Strassenverkehrslärm (22-6 Uhr): 50 dB(A) / Kein Schienenlärm  
Sozialhilfe-Häufigkeit: 4.4% / Altenheim-Plätze 9.2‰ / Interaktionsterm Fluglärm\*Sozialhilfe



Der Anstieg der Verordnungsmenge bewegt sich im vergleichbaren Rahmen wie bei den Männern: Bei den 70-79-jährigen Frauen steigt die Verordnungsmenge beim Vergleich einer fluglärmfreien Zone mit eine Zone mit Lärmwerten von 55 dB(A) um 26%.

Auch bei der Verordnung von Tranquillizern, Schlaf- und Beruhigungsmitteln werden für Frauen von niedergelassenen Ärzten größere Anzahlen von Einzeldosen pro Versicherungsjahr verschrieben als für Männer (Abbildungen 7 und 8) .

Abbildung 6. Verordnung von blutdrucksenkenden Arzneimitteln bei Frauen

Nächtlicher Strassenverkehrslärm (22-6 Uhr): 50 dB(A) / Kein Schienenlärm  
 Sozialhilfe-Häufigkeit: 4.4% / Altenheim-Plätze 9.2% / Interaktionsterm Fluglärm\*Sozialhilfe

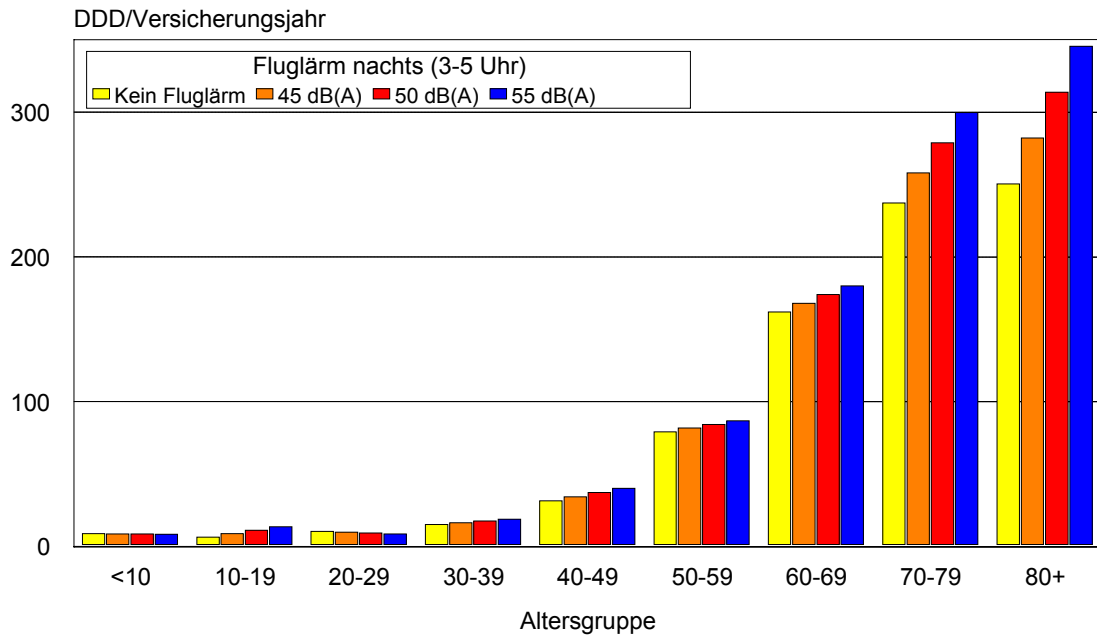


Abbildung 7. Verordnung von Tranquillizern, Schlaf- und Beruhigungsmitteln bei Männern

Nächtlicher Strassenverkehrslärm (22-6 Uhr): 50 dB(A) / Kein Schienenlärm  
 Sozialhilfe-Häufigkeit: 4.4% / Altenheim-Plätze 9.2% / Interaktionsterm Fluglärm\*Sozialhilfe

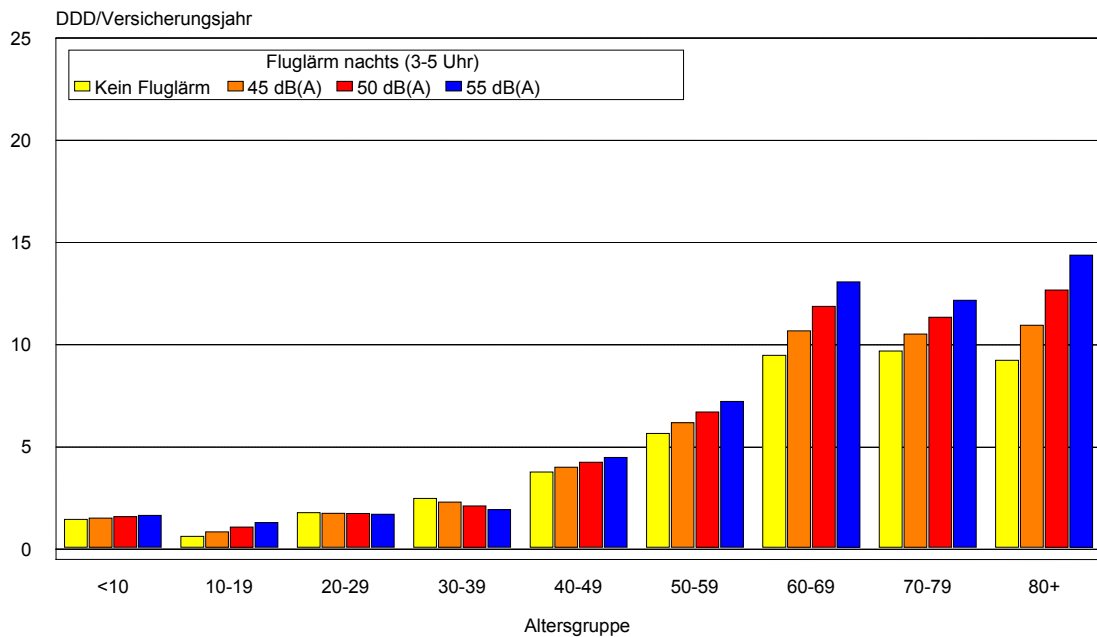
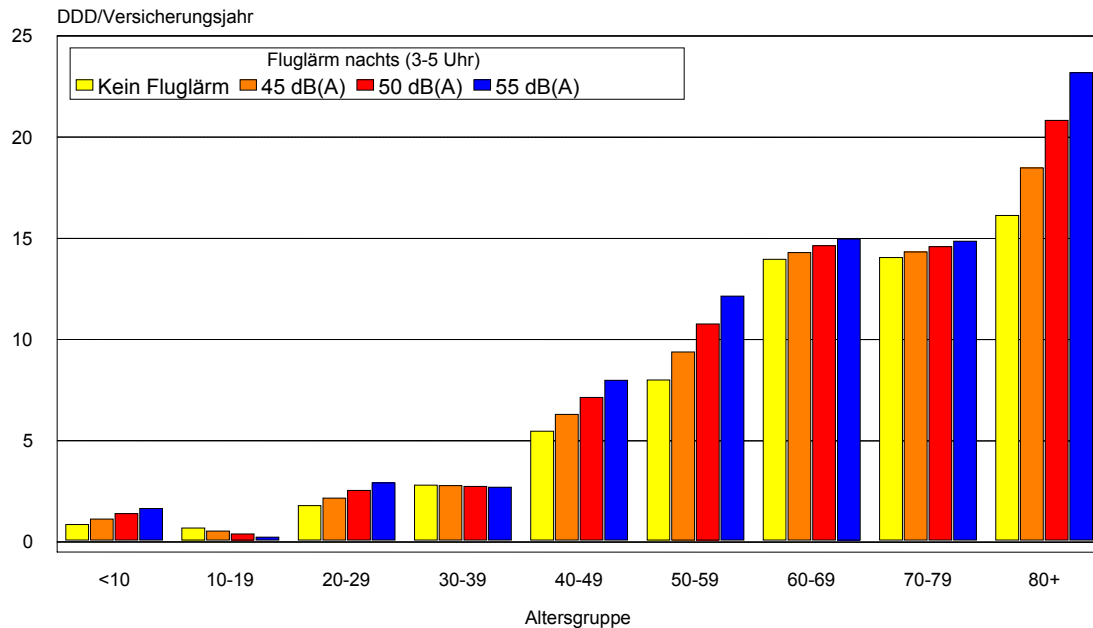


Abbildung 8. Verordnung von Tranquillizern, Schlaf- und Beruhigungsmitteln bei Frauen

Nächtlicher Strassenverkehrslärm (22-6 Uhr): 50 dB(A) / Kein Schienenlärm  
 Sozialhilfe-Häufigkeit: 4.4% / Altenheim-Plätze 9.2‰ / Interaktionsterm Fluglärm\*Sozialhilfe



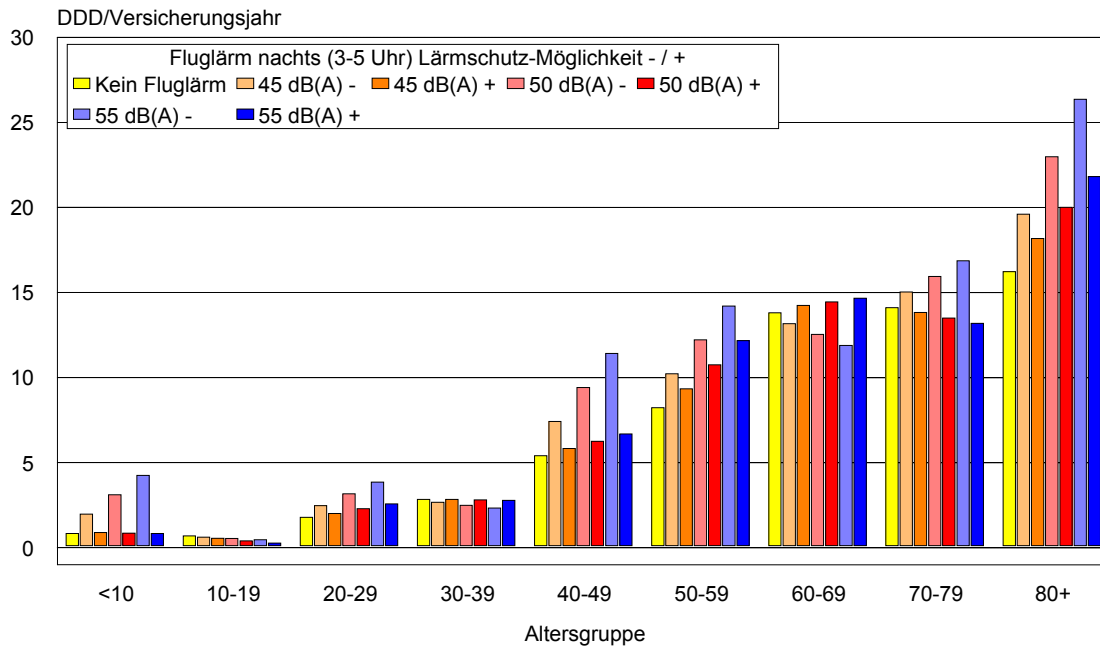
Es ist anzumerken, dass die Zunahme der Verordnungsmengen bei Männern (Abbildung 7) ab dem 60. Lebensjahr ausgeprägter ist, während bei Frauen vor allem die 40-59-Jährigen und die Frauen über 80 Jahren mit besonderen Steigerungsraten auffallen. In der Zusammenschau der Jemals-Verordnung von Tranquillizern und vergleichbaren Arzneimitteln bei Männern und den Ergebnissen, wie sie sich in Abbildung 7 darstellen, muss konstatiert werden, dass danach die Anzahl der Männer in der Bevölkerung, die nächtlichem Fluglärm ausgesetzt ist, im Vergleich zu nicht-belasteten Männern im Wesentlichen gleich bleibt (Tabelle 6), die Verordnungsmenge für den einzelnen Mann jedoch deutlich zunimmt. Im Vergleich dazu findet sich bei Frauen sowohl eine Zunahme der Häufigkeit der Jemals-Verordnung als auch eine Zunahme der Verordnungsmenge (Abbildung 8).

Es ist zusätzlich untersucht worden, ob die Möglichkeit zur Beantragung der Finanzierung von Schallschutzmassnahmen für Schlafzimmer beim Flughafen Köln-Bonn einen Einfluss auf die Verordnungsmengen haben könnte.

Die Ergebnisse (Abbildung 9) zeigen, dass bei Frauen – ausgenommen die Altersgruppe der 60-69-jährigen – für Versicherte mit Lärmschutzmöglichkeit deutlich weniger Tranquillizer und vergleichbar wirkende Arzneimittel verordnet wurden als für Versicherte ohne diese Möglichkeit. Bei Männern findet sich bei einem insgesamt niedrigeren Verordnungsvolumen ein vergleichbarer Effekt lediglich für einige Altersgruppen.

Bei der Verordnung von blutdrucksenkenden Arzneimitteln finden sich vergleichbare, wenngleich geringer ausgeprägte Effekte bei beiden Geschlechtern.

Abbildung 9. Lärmschutz-Möglichkeit und Verordnung von Tranquillizern etc. bei Frauen  
 Nächtlicher Strassenverkehrslärm (22-6 Uhr): 50 dB(A) / Kein Schienenlärm  
 Sozialhilfe-Häufigkeit: 4.4% / Altenheim-Plätze 9.2% / Interaktionsterm Sozialhilfe\*Fluglärm



#### IV. Limitierungen der Studienergebnisse

Die Datenbasis, auf der die vorliegende Studie beruht, ist die weltweit umfassendste, die zur Beurteilung möglicher gesundheitlicher Wirkungen nächtlichen Fluglärms erstellt wurde. Allerdings sind einige Limitierungen der Aussagefähigkeit zu beachten:

1. Es sind zwar die Daten von mehr als 40% der Gesamtbevölkerung der Studienregion in die Analysen eingegangen. Auch handelt es sich bei den verwendeten Daten um solche, die auf objektiven Datenquellen beruhen, und nicht den subjektiven Einflüssen unterliegen, die bei Befragungen die Ergebnisse möglicherweise beeinträchtigen könnten.
2. Das bei Befragungsstudien jeder Art auftretende Problem der Nicht-Teilnahme ist ebenfalls bei der vorliegenden Studie nicht vorhanden, da die kooperierenden Krankenkassen die Daten sämtlicher Versicherten mit Wohnsitz in der Studienregion zur Verfügung stellten und die Datenverluste durch fehlgeschlagene Zuordnung von Lärmdaten zu Adresdaten lediglich 7.4% ausmachen. Allerdings erlauben die Ergebnisse lediglich einen Rückschluss auf die 42.3% der Bevölkerung, die in den ent-

sprechenden gesetzlichen Krankenkassen versichert sind. Über privat Versicherte ist ebenso wenig eine Aussage möglich wie über diejenigen, die überhaupt nicht krankenversichert sind.

3. Von möglichen Einflussfaktoren, die zur Verordnung einzelner Arzneimittelgruppen führen könnten, konnten naturgemäß nur wenige in die Auswertung einbezogen werden. Alter und Geschlecht als Einflussfaktoren konnten direkt berücksichtigt werden. Für die soziale Lage der einzelnen Versicherten konnte zumindest eine valide Ersatzvariable, die Sozialhilfe-Häufigkeit des Orts- bzw. Stadtteils herangezogen werden. Daneben verbleiben jedoch eine Vielzahl von weiteren Einflussfaktoren, beim Bluthochdruck z.B. Übergewicht, Rauch- und Bewegungsverhalten. Die Einbeziehung dieser Faktoren kann nur in einer weiterführenden epidemiologischen Studie, einer Fall-Kontroll-Studie erfolgen.
4. Bei allen Umweltfaktoren spielt erfahrungsgemäß nicht nur die Exposition überhaupt, sondern auch die Dauer der Einwirkung eine entscheidende Rolle. Für die vorliegende Studie wäre es hilfreich gewesen zu erfahren, wie lange die einzelnen Versicherten an ihrem gegenwärtigen Wohnort schon gewohnt hätten. Die Erhebung auch dieser Variablen muss einer weiterführenden epidemiologischen Studie vorbehalten bleiben.
5. Alle in die Studie eingegangenen Lärmwerte stellen nicht tatsächlich gemessene Werte, sondern nach allgemein verbindlichen Rechenverfahren berechnete Werte dar. Es wäre wünschenswert, wenn für eine weiterführende epidemiologische Studie die verfügbaren berechneten Lärmwerte durch individuelle Lärmmessungen validiert werden könnten.

Bremen, 15.11.2006

## Zusammenfassung

1. Zur Abklärung einer möglichen Gesundheitsgefährdung durch nächtlichen Fluglärm um den Flughafen Köln-Bonn wurde eine epidemiologische Studie durchgeführt. Dazu wurden die Daten von mehr als 809.000 Versicherten von sieben gesetzlichen Krankenkassen mit Lärmdaten aus verschiedenen Lärmquellen zusammen gebracht. Dieses entspricht mehr als 42% der Gesamtbevölkerung der Studienregion (Stadt Köln, Rhein-Sieg-Kreis, Rheinisch-Bergischer Kreis).
2. Für diese Studie wurden Daten über Verordnungen von Arzneimitteln durch niedergelassene Ärzte herangezogen. Diese Daten standen in unterschiedlichem Umfang (7 Monate – 4 Jahre) zur Verfügung. Insgesamt kamen dadurch Daten aus mehr als 1.8 Millionen Versichertenjahren zusammen. Damit ist die vorliegende Studie weltweit die größte epidemiologische Studie, die jemals zur Untersuchung möglicher gesundheitlicher Folgen des Fluglärms durchgeführt wurde.
3. Fluglärm wurde auf der Basis von Daten aller Flugbewegungen des Flughafens Köln-Bonn für das Kalenderjahr 2004 als Dauerschallpegel für alle Adressen im Umfeld des Flughafens berechnet, soweit der Lärmpegel 39 dB(A) überstieg. Der Dauerschallpegel wurde für verschiedene Zeitfenster am Tage (6.00-22.00 Uhr) und in der Nacht (22.00-6.00 Uhr, 23.00-1.00 Uhr, 3.00-5.00 Uhr) berechnet.
4. Straßenverkehrslärm und Schienenverkehrslärm wurde adressgenau aus den Daten des Lärm-Screening-Projektes des Landesumweltamtes des Landes Nordrhein-Westfalen für den Tag (6.00-22.00 Uhr) und für die Nacht (22.00-6.00 Uhr) übernommen.
5. Um mögliche Verzerrungen durch unterschiedlichen sozialen Status der Versicherten in den statistischen Analysen korrigieren zu können, wurden die Sozialhilfe-Häufigkeiten der Stadt- und Orts-Teile der Städte und Gemeinden der Studienregion einbezogen.
6. Für die Bewohner einiger durch Fluglärm belasteter Regionen bestand die Möglichkeit, beim Flughafen Köln-Bonn die Finanzierung von Lärmschutzmaßnahmen zu beantragen. Dieses Faktum wurde ebenfalls als Korrekturvariable für die Auswertungen herangezogen.
7. Die statistischen Auswertungen erfolgten mit zwei Verfahren: Es wurde berechnet, wie häufig überhaupt Arzneiverordnungen für bestimmte Arzneimittelgruppen in fluglärmbelasteten Regionen erfolgten. Dabei erfolgte ein Vergleich mit denjenigen Regionen, in denen überhaupt kein Fluglärm vorhanden war und der nächtliche Strassen- und Schienenverkehrslärm unter 35 dB(A) lag. Im zweiten statistischen Verfahren wurde die Menge verordneter Arzneimittel pro Versicherungsjahr in Abhängigkeit vom Fluglärm, Straßen- und Schienenverkehrslärm und anderen Korrekturvariablen berechnet.

8. Die Auswertungen erfolgten für verschiedene Gruppen von Arzneimitteln: Präparate zur Behandlung erhöhten Blutdrucks, Arzneimittel zur Behandlung von Erkrankungen des Herzens und des Blutkreislaufs, Tranquillizer, Schlaf- und Beruhigungsmittel, Arzneimittel zur Behandlung von Depressionen und von Erkrankungen der Verdauungsorgane und schließlich die sonstigen Arzneimittel.
9. Die Auswertungen ergaben generell, dass insbesondere nächtlicher Fluglärm zwischen 3.00 und 5.00 Uhr einen Einfluss auf die Häufigkeit und die Menge verordneter Arzneimittel hatte. Insgesamt zeigten sich alle Effekte bei Frauen deutlicher als bei Männern. Dieser Befund erklärt sich dadurch, dass Frauen nach allen vorliegenden Untersuchungen häufiger einen niedergelassenen Arzt konsultieren und deswegen auch häufiger eine Arzneiverordnung erhalten als Männer. Die wesentlichen Befunde sind im Folgenden für nächtlichen Fluglärm (3.00-5.00 Uhr) für geringere Lärm-Belastung (40-45 dB(A)) und für stärkere Lärmbelastung (46-61 dB(A)) dargestellt.
10. Blutdrucksenkende Arzneimittel wurden für Männer mit stärkerer Lärmbelastung um 24% häufiger verordnet als in der Vergleichsregion. Bei Frauen wurden diese Arzneimittel schon bei geringerer Belastung 27% häufiger verordnet, bei stärkerer Fluglärmbelastung um 66% häufiger.
11. Arzneimittel zur Behandlung von Herz- und Kreislauferkrankungen (ohne blutdrucksenkende Mittel) wurden bei geringer lärmbelasteten Männern um 14% häufiger verordnet, bei stärkerem Fluglärm um 27% häufiger. Die entsprechenden Werte für Frauen liegen mit 22% und 116% deutlich höher.
12. Schwerer erkrankte Patienten benötigen z.T. Arzneimittel aus verschiedenen Arzneimittelgruppen. Bei solchen Patienten, die sowohl blutdrucksenkende Medikamente und Medikamente für Herz- und Kreislauferkrankungen benötigten stiegen unter dem Einfluss von Fluglärm die Verordnungshäufigkeiten stärker an. Bei Männern fanden sich hier Erhöhungen um 17% (geringer Fluglärm) und 44% (stärkerer Fluglärm), während bei Frauen die Steigerungen wieder höher ausfielen (37% bzw. 184%).
13. Tritt bei schwerer erkrankten Patienten noch die Notwendigkeit der Verordnung eines Tranquillizers oder eines vergleichbar wirkenden Arzneimittels hinzu, zeigen sich statistisch signifikante Erhöhungen lediglich bei Frauen. Hier liegen die Anstiege bei 79% (geringerer Fluglärm) bzw. 211% (stärkerer Fluglärm).
14. Die Verordnung von Tranquillizern, Schlaf- und Beruhigungsmitteln als einzelne Arzneimittelgruppe ist bei Männern in Abhängigkeit von der Fluglärmintensität nicht erhöht, bei Frauen finden sich Erhöhungen um 29% in Gegenden mit geringerer nächtlicher Fluglärmbelastung und um 35% in Regionen mit stärkerem Fluglärm.

15. Die Verordnungsmengen pro Versicherungsjahr steigen vor allem bei älteren Patientinnen und Patienten mit steigender Belastung durch Fluglärm stärker an. Leben die Versicherten in Zonen, bei denen die Möglichkeit zur Finanzierung von Schallschutzmaßnahmen für Schlafzimmer durch den Flughafen gegeben war, so sinkt die Verordnungsmenge vor allem für Tranquillizer, Schlaf- und Beruhigungsmittel im Vergleich zu solchen Zonen, in denen eine solche Finanzierungsmöglichkeit nicht gegeben war. Dennoch steigen auch bei Schallschutzfinanzierung durch den Flughafen die Verordnungsmengen mit steigendem Fluglärmpegel. Für die Verordnungsmengen von blutdrucksenkenden Arzneimitteln fallen derartige Effekte durch Schallschutzmöglichkeiten deutlich geringer aus als bei den Tranquillizern.
16. Zusätzliche Analysen zeigen, dass die wesentlichen Effekte in Regionen mit einem ungünstigeren Sozialstatus z.T. stärker ausfallen als in Regionen mit geringerer Häufigkeit von Sozialhilfe-Empfängern.
17. Bei einer weiteren Zusatzuntersuchung zeigte sich, dass Straßenverkehrslärm allein imstande ist, die Verordnungshäufigkeit von blutdrucksenkenden Arzneimitteln und Medikamenten zur Behandlung von Herz- und Kreislauferkrankungen zu erhöhen.
18. Die Befunde der vorliegenden Studie werden gestützt durch epidemiologische Studien, die im Ausland durchgeführt wurden (Schweden, Niederlande, Italien). Diese Studien hatten jedoch insgesamt einen kleineren Umfang und stützten sich häufig auf repräsentative Befragungen. Die vorliegende Studie beruht ausschließlich auf objektiven Daten.
19. Die Ergebnisse dieser Studie erlauben nicht die Feststellung eines Kausalzusammenhanges zwischen Fluglärm und Arzneiverordnungen, da wesentliche Faktoren, die zur Krankheitsentstehung und damit zu Arzneiverordnungen führen können, nicht berücksichtigt werden konnten. Dieses wäre nur in einer epidemiologischen Fall-Kontroll-Studie möglich, bei der bei einzelnen Patienten und einer Vergleichsgruppe aus der Allgemeinbevölkerung diese Faktoren zusätzlich erhoben würden.