



Publikationen des  
Umweltbundesamtes

**Beeinträchtigung durch  
Fluglärm:  
Arzneimittelverbrauch als  
Indikator für  
gesundheitliche  
Beeinträchtigungen**

Forschungsprojekt im Auftrag des  
Umweltbundesamtes  
FuE-Vorhaben  
Förderkennzeichen 205 51 100

November 2006

**Eberhard Greiser  
Katrin Janhsen  
Claudia Greiser**

**Umwelt  
Bundes  
Amt**   
Für Mensch und Umwelt

Umweltforschungsplan  
des Bundesministeriums für Umwelt,  
Naturschutz und Reaktorsicherheit

Förderkennzeichen 205 51 100

**Beeinträchtigung durch Fluglärm:  
Arzneimittelverbrauch als Indikator  
für gesundheitliche Beeinträchtigung**

Eberhard Greiser<sup>1,2</sup>  
unter Mitarbeit von Katrin Janhsen<sup>3</sup> und Claudia Greiser<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Epi.Consult GmbH, Bremen

<sup>2</sup>Institut für Public Health und Pflegeforschung, Universität Bremen

<sup>3</sup>Zentrum für Sozialpolitik, Universität Bremen

IM AUFTRAG DES  
UMWELTBUNDESAMTES

**Überarbeitete Fassung März 2007**

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

Berichts-Kennblatt

1. Berichtsnummer 205 51 100 UBA-FB	2.	3.
4. Titel des Berichts Beeinträchtigung durch Fluglärm: Arzneimittelverbrauch als Indikator für gesundheitliche Beeinträchtigung		
5. Autor(en), Name(n), Vorname(n) Greiser, Eberhard Janhsen, Katrin Greiser, Claudia	8. Abschlussdatum 30.11.2006	
	9. Veröffentlichungsdatum	
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) Epi.Consult GmbH Hackfeldstr. 21 28213 Bremen	10. UFOPLAN-Nr. 205 51 100	
	11. Seitenzahl 110	
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift)  Umweltbundesamt, Postfach 1406, 06813 Dessau	12. Literaturangaben 39	
	13. Tabellen und Diagramme 25	
	14. Abbildungen 40	
15. zusätzliche Angaben		
16. Zusammenfassung Ziel der Studie war es, anhand von Routinedaten gesetzlicher Krankenkassen den Einfluss von Fluglärm des Flughafens Köln-Bonn auf das Verordnungsverhalten niedergelassener Ärzte zu untersuchen. Die Daten von 809.379 Versicherten von 7 gesetzlichen Krankenkassen mit Hauptwohnsitz in der Stadt Köln, im Rhein-Sieg-Kreis und im Rheinisch-Bergischen Kreis wurden mit adresssgenauen Lärmdaten (Flugverkehr, Strassenverkehr, Schienenverkehr) zusammengeführt. Analysiert wurde für vier Zeitfenster des Fluglärms am Tage und in der Nacht der Zusammenhang zwischen Lärmintensität und Arzneiverordnungen für relevante Arzneimittelgruppen. Es zeigten sich von der Lärmintensität abhängige Erhöhungen der Verordnungshäufigkeit und der Verordnungsmenge für Arzneimittel zur Behandlung erhöhten Blutdrucks, Arzneimittel zur Behandlung von Herz- und Kreislaufkrankungen, Tranquillizern, Beruhigungs- und Schlafmitteln. Die Effekte waren bei Frauen deutlich stärker ausgeprägt als bei Männern. Eine Kombination verschiedener Arzneimittelgruppen, die ein Indikator für schwerer erkrankte Patienten ist, wurde in Abhängigkeit von der Fluglärmintensität deutlich häufiger verordnet als Arzneimittel der einzelnen Arzneimittelgruppen für sich allein. Die stärksten Effekte waren durch Fluglärm in der zweiten Nachthälfte (3.00-5.00 Uhr) zu beobachten. Alle Effekte waren für nächtlichen Strassenlärm, nächtlichen Schienenlärm, Sozialhilfe-Häufigkeit des Stadt- bzw. Ortsteils, die Dichte von Alten- und Pflegeheimplätzen der Gemeinden, sowie die Möglichkeit zur Beantragung von Schallschutzmassnahmen beim Flughafen Köln-Bonn kontrolliert.		
17. Schlagwörter: Wirkungen nächtlichen Fluglärms, epidemiologische Studie, Arzneiverordnungen, Antihypertensiva, Cardiaca, Kombinationen von Arzneimitteln Tranquillizer		
18.	19.	20.

## **Inhaltsverzeichnis**

Berichtskennblatt	3
Tabellenverzeichnis	7
Abbildungsverzeichnis	9
<b>Zusammenfassung</b>	11
<b>Danksagung</b>	14
<b>1. Einleitung</b>	16
<b>2. Material und Methoden</b>	18
2.1 Lärmdaten	18
A. Fluglärmdaten	18
B. Verkehrslärmdaten	20
2.2 Adressdaten	20
2.3 Aggregierte Strukturdaten	21
2.4 Verarbeitung von Lärm- und Strukturdaten	21
2.5 Daten der gesetzlichen Krankenkassen	22
A. Stammdaten	
B. Daten über Arzneiverordnungen	
C. Lärm- und Strukturdaten	
2.6 Datenaufbereitung	22
2.7 Statistische Auswertungen	24
A. Deskriptive Analysen	24
B. Multivariate logische Regression	24
C. Multiple lineare Regressionen	27
2.8 Grafische Präsentationen	27
	28
<b>3. Ergebnisse</b>	
A. Deskriptive Analysen	28
3.1 Fluglärmdaten	28
3.2 Daten der gesetzlichen Krankenkassen	32
a. Allgemeine Daten	32
b. Arzneimitteldaten	32

B. Ergebnisse logistischer Regressionen	37
3.4 Fluglärm als Einflussfaktor	37
3.5 Straßenverkehr als Einflussfaktor	57
C. Multiple lineare Regressionen	58
3.6 Einfluss des Fluglärms auf die Verordnungsmenge von Arzneimitteln	58
3.7 Einfluss von Lärmschutzmöglichkeiten auf die Verordnungsmenge	64
<b>4. Diskussion</b>	<b>68</b>
Limitationen der Studie	68
Validität der Studie	70
Fluglärm und kardiovaskuläre Effekte	78
Fluglärm, psychische Erkrankungen und psycho-aktive Arzneimittel	82
Zur Problematik der Bestimmung von präventiven Fluglärm-Grenzwerten	84
<b>Arbeitsgruppe für Qualitätssicherung</b>	<b>88</b>
<b>Glossar</b>	<b>89</b>
<b>Literatur</b>	<b>92</b>
<b>Anhang</b>	<b>95</b>
<b>Votum der Arbeitsgruppe Qualitätssicherung</b>	<b>96</b>
Abbildung A1. Verordnung von Tranquillizern, Sedativa, Hypnotika (jemals) nach Quartil der Sozialhilfe-Häufigkeit – Männer	103
Abbildung A2. Verordnung von Tranquillizern, Sedativa, Hypnotika (jemals) nach Quartil der Sozialhilfe-Häufigkeit – Männer mit mindestens 1 Verordnung	103
Abbildung A3. Verordnung von Tranquillizern, Sedativa, Hypnotika (jemals) nach Quartil der Sozialhilfe-Häufigkeit – Frauen	104
Abbildung A4. Verordnung von Tranquillizern, Sedativa, Hypnotika (jemals) nach Quartil der Sozialhilfe-Häufigkeit – Frauen mit mindestens 1 Verordnung	104
Abbildung A5. Verordnung von Antidepressiva (jemals) nach Quartil der Sozialhilfe-Häufigkeit - Männer	105

Abbildung A6. Verordnung von Antidepressiva (jemals) nach Quartil der Sozialhilfe-Häufigkeit – Männer mit mindestens 1 Verordnung	105
Abbildung A7. Verordnung von Antidepressiva (jemals) nach Quartil der Sozialhilfe-Häufigkeit – Frauen	106
Abbildung A8. Verordnung von Antidepressiva (jemals) nach Quartil der Sozialhilfe-Häufigkeit – Frauen mit mindestens 1 Verordnung	106
Tabelle A-1. Korrelations-Koeffizienten sämtlicher Verkehrslärm-Parameter	107
Tabelle A-2. Prävalenz (%) der kombinierten Verordnung von Arzneimitteln aus verschiedenen Arzneimittelgruppen während des Versicherungszeitraums.	110

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.	Versicherte der kooperierenden Krankenkassen	32
Tabelle 2.	Häufigkeit und Menge von Arzneiverordnungen nach Geschlecht und Altersgruppe	33
Tabelle 3.	Nächtlicher Fluglärm (3.00-5.00 Uhr) und Arzneimittelgruppen	37
Tabelle 4.	Nächtlicher Fluglärm (3.00-5.00 Uhr) nach Median und Arzneimittelgruppen	39
Tabelle 5.	Nächtlicher Fluglärm (23.00-1.00Uhr) und Arzneimittelgruppen	42
Tabelle 6.	Nächtlicher Fluglärm (23.00-1.00 Uhr) nach Median und Arzneimittelgruppen	43
Tabelle 7.	Nächtlicher Fluglärm (22.00-6.00 Uhr) und Arzneimittelgruppen	44
Tabelle 8.	Nächtlicher Fluglärm (22.00-6.00 Uhr) nach Median und Arzneimittelgruppen	45
Tabelle 9.	Fluglärm am Tage (6.00-22 Uhr) und Arzneimittelgruppen	46
Tabelle 10.	Fluglärm am Tage (6.00-22 Uhr) nach Median und Arzneimittelgruppen	47
Tabelle 11.	Fluglärm nachts (3.00-5.00Uhr) und Antihypertensiva nach Quartilen der Sozialhilfe-Häufigkeit und des Fluglärms	49
Tabelle 12.	Fluglärm nachts (3.00-5.00 Uhr) und Cardiacs nach Quartilen der Sozialhilfe-Häufigkeit und des Fluglärms	50
Tabelle 13.	Fluglärm nachts (3.00-5.00 Uhr) und Cardiacs & Antihypertensiva nach Quartilen der Sozialhilfe-Häufigkeit und des Fluglärms	51
Tabelle 14.	Fluglärm nachts (3.00-5.00 Uhr) und Cardiacs & Antihypertensiva & Tranquillizer, Sedativa, Hypnotika nach Quartilen der Sozialhilfe-Häufigkeit und des Fluglärms	52
Tabelle 15.	Fluglärm nachts (3.00-5.00 Uhr) und Cardiacs & Antihypertensiva & „restliche“ Arzneimittel Quartilen der Sozialhilfe-Häufigkeit und des Fluglärms	53
Tabelle 16.	Fluglärm nachts (3.00-5.00 Uhr) und Tranquillizer, Sedativa, Hypnotika nach Quartilen der Sozialhilfe-Häufigkeit und des Fluglärms	54
Tabelle 17.	Fluglärm nachts (3.00-5.00 Uhr) und Antidepressiva nach Quartilen der Sozialhilfe-Häufigkeit und des Fluglärms	55



Tabelle 18.	Fluglärm nachts (3.00-5.00 Uhr) und Gastro-Intestinalia nach Quartilen der Sozialhilfe-Häufigkeit und des Fluglärms	56
Tabelle 19.	Antihypertensiva und Strassenverkehrslärm nach Quartilen	57
Tabelle 20.	Cardiaca und Straßenverkehrslärm nach Quartilen	58
Tabelle 21.	Fluglärm-Effekte für Arzneimittelgruppen nach Zeitscheiben	76
Tabelle 22.	Nachvollziehbarkeit der Begründungen zur Begrenzung nächtlicher Lärmeinwirkungen – Maximalpegel (innen) des Gutachtens G12.1 im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens zur Erweiterung des Flughafens Frankfurt am Main (30.7.2004)	86
Tabelle 23.	Nachvollziehbarkeit der Begründungen zur Begrenzung nächtlicher Lärmeinwirkungen – äquivalenter Dauerschallpegel (innen) des Gutachtens G12.1 im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens zur Erweiterung des Flughafens Frankfurt am Main (30.7.2004)	87

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.	Durchschnittliche Flugbewegungszahlen für verschiedene Tages- und Nachtzeiten am Verkehrsflughafen Köln/Bonn im Jahr 2004	18
Abbildung 2.	Verteilung der Nachtflugbewegungen am Flughafen Köln/Bonn im Jahr 2004	19
Abbildung 3.	Verteilung der von Fluglärm Betroffenen für verschiedene Zeitfenster	28
Abbildung 4.	Fluglärmbelastung am Tage (6.00 bis 22.00 Uhr) im Bereich des Flughafens Köln/Bonn	29
Abbildung 5.	Fluglärmbelastung während der Nachtzeit (22.00 bis 6.00 Uhr) im Bereich des Flughafens Köln/Bonn	30
Abbildung 6.	Fluglärmbelastung während der Nachtstunden von 23.00 bis 1.00 Uhr im Bereich des Flughafens Köln/Bonn	30
Abbildung 7.	Fluglärmbelastung während der Nachtstunden von 3.00 bis 5.00 Uhr im Bereich des Flughafens Köln/Bonn	31
Abbildung 8.	Verordnung von Antihypertensiva für Männer (jemals)	35
Abbildung 9.	Verordnungsvolumen (DDD) pro Versicherungsjahr von Antihypertensiva Männer mit mindestens 1 Verordnung	35
Abbildung 10.	Verordnung von Antihypertensiva für Frauen (jemals)	36
Abbildung 11.	Verordnungsvolumen (DDD) pro Versicherungsjahr von Antihypertensiva Frauen mit mindestens 1 Verordnung	36
Abbildung 12.	Nächtlicher Fluglärm (3.00-5.00 Uhr) nach Quartilen und Arzneimittelgruppen (Männer)	40
Abbildung 13.	Nächtlicher Fluglärm (3.00-5.00 Uhr) nach Quartilen und Arzneimittelgruppen (Männer)	41
Abbildung 14.	Nächtlicher Fluglärm (3.00-5.00Uhr) nach Quartilen und Arzneimittelgruppen (Frauen)	41
Abbildung 15.	Nächtlicher Fluglärm (3.00-5.00 Uhr) nach Quartilen und Arzneimittelgruppen (Frauen)	42
Abbildung 16.	Verordnung von Antihypertensiva bei Männern (DDD)	60
Abbildung 17.	Verordnung von Antihypertensiva bei Frauen (DDD)	60
Abbildung 18.	Verordnung von Tranquillizern, Sedativa, Hypnotika bei Männern (DDD)	61

Abbildung 19.	Verordnung von Tranquillizern, Sedativa, Hypnotika bei Frauen (DDD)	61
Abbildung 20.	Verordnung von Antidepressiva bei Männern (DDD)	62
Abbildung 21.	Verordnung von Antidepressiva bei Frauen (DDD)	62
Abbildung 22.	Verordnung von Cardiacs bei Männern (DDD)	63
Abbildung 23.	Verordnung von Cardiacs bei Frauen (DDD)	63
Abbildung 24.	Lärmschutz-Möglichkeit und Verordnung von Tranquillizern etc. bei Männern (DDD)	64
Abbildung 25.	Lärmschutz-Möglichkeit und Verordnung von Tranquillizern etc. bei Frauen (DDD)	65
Abbildung 26.	Lärmschutz-Möglichkeit und Verordnung von Antihypertensiva bei Männern (DDD)	66
Abbildung 27.	Lärmschutz-Möglichkeit und Verordnung von Antihypertensiva bei Frauen (DDD)	66
Abbildung 28.	Individuelle soziale Faktoren in Abhängigkeit des Sozialindikators Arbeitslosigkeit im Wohnumfeld (K. Berger, Greifswald 2006)	69
Abbildung 29.	Anzahl der Arztkontakte innerhalb von 12 Monaten (Nationaler Untersuchungs-Survey 1998)	72
Abbildung 30.	Prävalenz der Hypertonie im Nationalen Untersuchungs-Survey 1998	73
Abbildung 31.	Bekanntheitsgrad der eigenen Hypertonie (Nationaler Untersuchungs-Survey 1998)	73
Abbildung 32.	Häufigkeit der Arzneitherapie bei Hypertonikern (Nationaler Untersuchungs-Survey 1998)	73

## 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 Arzneverordnung 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 Kreislaufkrankheiten 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.

## **Danksagung**

Jede epidemiologische Studie ist das Ergebnis einer erfolgreichen Kooperation zwischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern verschiedener Disziplinen. Bei der epidemiologischen Studie, deren Methoden und Ergebnisse hier vorgelegt werden, waren darüber hinaus zahlreiche politische Entscheidungsträger und Verwaltungsmitarbeiter beteiligt.

Besonderer Dank gilt den politischen Entscheidungsträgern, die trotz extrem angespannter Haushaltslage durch einen Zuschuss die Finanzierung der Studie sichern halfen. Hier sind insbesondere zu nennen der Landrat und die Verwaltung des Rhein-Sieg-Kreises, und stellvertretend für die einzelnen Gemeinden, die zur Finanzierung beitrugen, die Bürgermeister: für die Stadt Siegburg Bürgermeister Franz Huhn, für die Stadt Lohmar Bürgermeister Wolfgang Röger, für die Stadt Hennef Bürgermeister Klaus Pipke und für die Stadt Neunkirchen-Seelscheid Bürgermeister Helmut Meng.

Daneben sind von der Stadt Köln, vom Rhein-Sieg-Kreis und vom Rheinisch-Bergischen Kreis Adress-Daten und Regionaldaten bereitgestellt worden. Hierfür gebührt besonderer Dank Rainer Liebmann und Udo Lapschies vom Umwelt- und Verbraucherschutzamt der Stadt Köln, Thomas Merten von der Verwaltung des Rheinisch-Bergischen Kreises, sowie dem Leiter des Gesundheitsamtes und weiteren Mitarbeitern der Verwaltung des Rhein-Sieg-Kreises.

Der Flughafen Köln-Bonn stellte die Daten sämtlicher Flugbewegungen des Jahres 2004 sowie sämtliche Anschriften zur Verfügung, deren Bewohner Anträge auf Finanzierung von Lärmschutzmaßnahmen stellen konnten. Hierfür waren insbesondere verantwortlich der Technische Direktor des Flughafens, Wolfgang Klapdor, und Martin Partsch als Leiter der Fluglärmmessstelle des Flughafens. Vom Landesumweltamt des Landes Nordrhein-Westfalen erhielten wir durch Richard Hillen die Daten des Lärmscreening-Programms für die Stadt Köln, den Rhein-Sieg-Kreis und den Rheinisch-Bergischen Kreis.

Ohne die große Bereitschaft der Vorstände verschiedener gesetzlicher Krankenkassen, mit den Daten der bei ihnen versicherten Mitglieder zur Studie beizutragen, wäre das Projekt nicht durchführbar gewesen. Dass nach positiver Entscheidung für

eine Teilnahme die Daten in dem erforderlichen Format zur Verfügung gestellt wurden, ist Mitarbeitern der Krankenkassen in den IT-Abteilungen und in anderen Bereichen dafür zu danken, dass Routinedaten in z.T. ungebräuchlichen Datenformaten und Verarbeitungsprozeduren für Zwecke des Forschungsprojektes aufbereitet werden konnten. Stellvertretend für viele weitere Personen sind in der folgenden Tabelle für jede Krankenkasse die Entscheidungsträger und Mitarbeiter aufgeführt, über die im Wesentlichen die Kontakte liefen.

Krankenkasse	Vorstand	Mitarbeiter
AOK Rheinland	Wilfried Jacobs	Dr. Christoph Rupprecht Bernd Eisele
TK	Dr. Christoph Straub	Dr. Frank Petereit
DAK	Prof. Dr. h.c. Herbert Rebscher	Burkhardt Seemann Kristina Braasch
BKK Ford	Lutz Kaiser	Andreas Gusinde
BKK Metro-Kaufhof	Petra E. Bieber	Markus Koch
BKK Rheinland	Dieter Schölwer	Wolfgang Kraye
GBK Köln	Helmuth Wasserfuhr	Dr. Robert Becker

Die Deutsche Rentenversicherung Bund und die Deutsche Rentenversicherung Rheinland erklärten sich bereit, für alle bei ihnen versicherten Renterinnen und Rentner die gerundeten Rentenhöhen in faktisch anonymisierter Form zur Verfügung zu stellen. Besonderer Dank gilt hier den Vertretern der Datenschutz-Abteilungen (Ulf-Heiko Gerold, DRV Bund, und Franz-Wilhelm Hausmann, DRV Rheinland) sowie Christina Prox, die bei der DRV Bund, die Datenaufbereitung koordiniert.

(Der Prozess des Datentransfers von den Krankenkassen zu den Rentenversicherungsträgern ist noch nicht abgeschlossen, so dass die Integration der Einkommen der im Erwerbsleben stehenden Versicherten und der Rentner als Indikator für den Sozialstatus noch nicht erfolgen konnte.)



## 1. Einleitung

Der Anlass für umweltepidemiologische Studien ist gelegentlich eine Idee eines Epidemiologen, häufiger jedoch eine Beobachtung eines niedergelassenen Arztes oder die Vermutung einer Bürgerinitiative, dass ein Umweltfaktor Ursache von Krankheitshäufungen oder Symptomen sein könnte.

Anlass für die jetzt vorliegende Studie zu möglichen Einflüssen nächtlichen Fluglärms des Flughafens Köln-Bonn auf die Gesundheit der betroffenen Bevölkerung waren Beobachtungen einer Gruppe von Ärztinnen und Ärzten im Rhein-Sieg-Kreis, die vermuteten, dass die in ihren Praxen gehäuft auftretenden psycho-vegetativen Störungen und Fälle von Bluthochdruck auf den Nachtflugverkehr des Flughafens zurückgehen könnte. Diese Ärztegruppe hat sich später zur Ärzte-Initiative für ungestörten Schlaf e.V. zusammengeschlossen.

Besorgnis über mögliche Fehlinterpretationen der Studie über Nachtfluglärmwirkungen des Instituts für Luft- und Raumfahrtmedizin der DLR (Basner et al. 2004) veranlasste die Ärzte-Initiative dazu, beim damaligen Direktor (E.G.) des Bremer Instituts für Präventionsforschung und Sozialmedizin (BIPS) um Rat zu bitten.

In Diskussionen mit Vertretern der Ärzte-Initiative entstand die Idee, dem Verdacht mit einer epidemiologischen Studie nachzugehen.

Epidemiologische Studien sind kosten- und personalintensiver als klinische Studien. Deshalb ist es gute epidemiologische Praxis, beim Versuch, einen einmal geäußerten Verdacht aufzuklären, zunächst eine Studienform zu wählen, die auf möglichst ökonomische Weise weitere Hinweise erbringen kann, ob der Verdacht völlig unbegründet ist, oder ob eine weiterführende aufwendigere Studie für einen Kausalbeweis erforderlich ist.

Kostengünstig sind in der Epidemiologie solche Studien, für deren Durchführung auf bereits bestehende Routinedaten zurückgegriffen werden kann. Deshalb wurde entschieden, eine Studie mit Daten der gesetzlichen Krankenkassen in Angriff zu nehmen. Die gesetzlichen Krankenkassen verfügen seit Beginn des Jahrhunderts über personenbezogene Daten hoher Qualität, die unter Wahrung des Datenschutzes für epidemiologische Forschungen zu einer unersetzlichen Datenquelle geworden sind.

Das Design der nun vorliegenden Studie sah vor, personenbezogene Daten von Arzneverordnungen niedergelassener Ärzte mit adressbezogenen Verkehrslärmdaten (Flugverkehrslärm, Straßenverkehrslärm und Schienenverkehrslärm) zusammen zu bringen. Bei den Analysen sollte zudem ein Indikator für den sozialen Status der Versicherten einbezogen werden können.

Es wurde eine Pilotstudie mit Daten von Versicherten mit Wohnsitz im Rhein-Sieg-Kreis durchgeführt, soweit sie bei Betriebskrankenkassen versichert waren. Ein Vergleich von Arzneverordnungen für Versicherte aus drei Gemeinden, die stark vom Fluglärm betroffen waren (Siegburg, Lohmar, Hennef) mit den Daten von Versicherten aus fluglärmfreien Vergleichsgemeinden ergab erhebliche größere Verordnungsmengen für eine Reihe von Arzneimittelgruppen (blutdrucksenkende Arzneimittel, Tranquillizer, Beruhigungsmittel und Schlafmittel, Arzneimittel zur Behandlung von Depressionen und zur Behandlung Herz- und Kreislaufkrankheiten). Die Ergebnisse dieser Pilotstudie boten die Basis für die Akquisition der Forschungsmittel der jetzt vorliegenden Studie, die am 1.10.2005 begann.

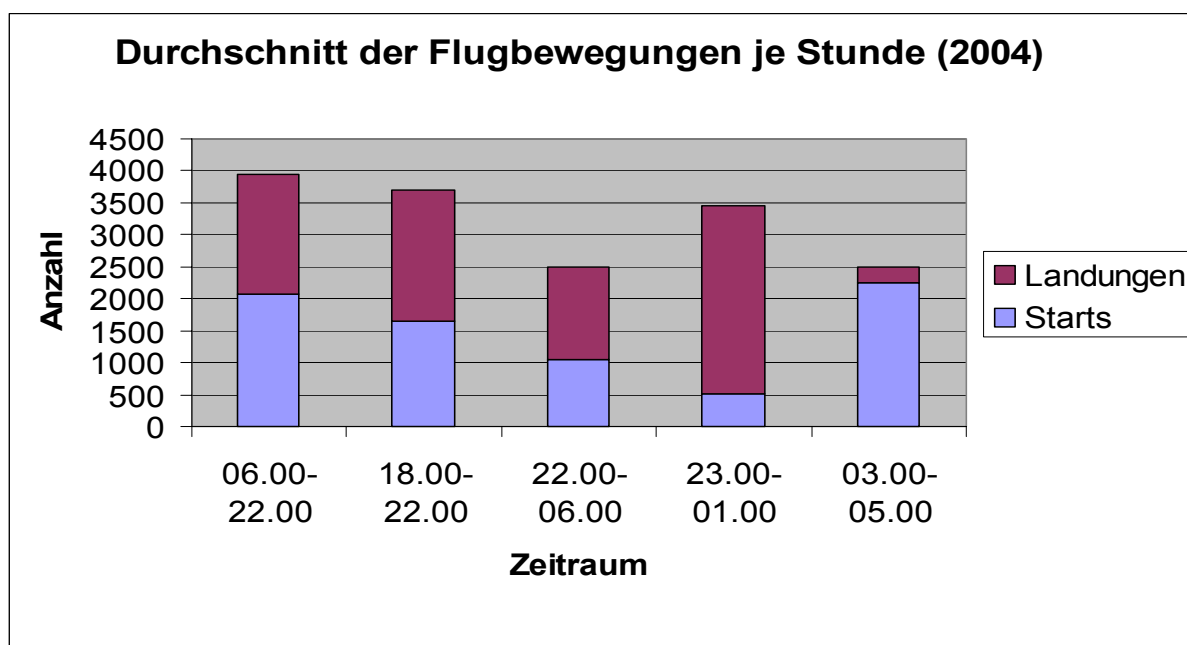
## 2. Material und Methoden

### 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 des Jahres unter Verwendung einer modifizierten „Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen“ (AzB 99 – Leq<sub>(3)</sub>) in geokodierte Dauerschallpegel für definierte Zeitfenster umgerechnet.

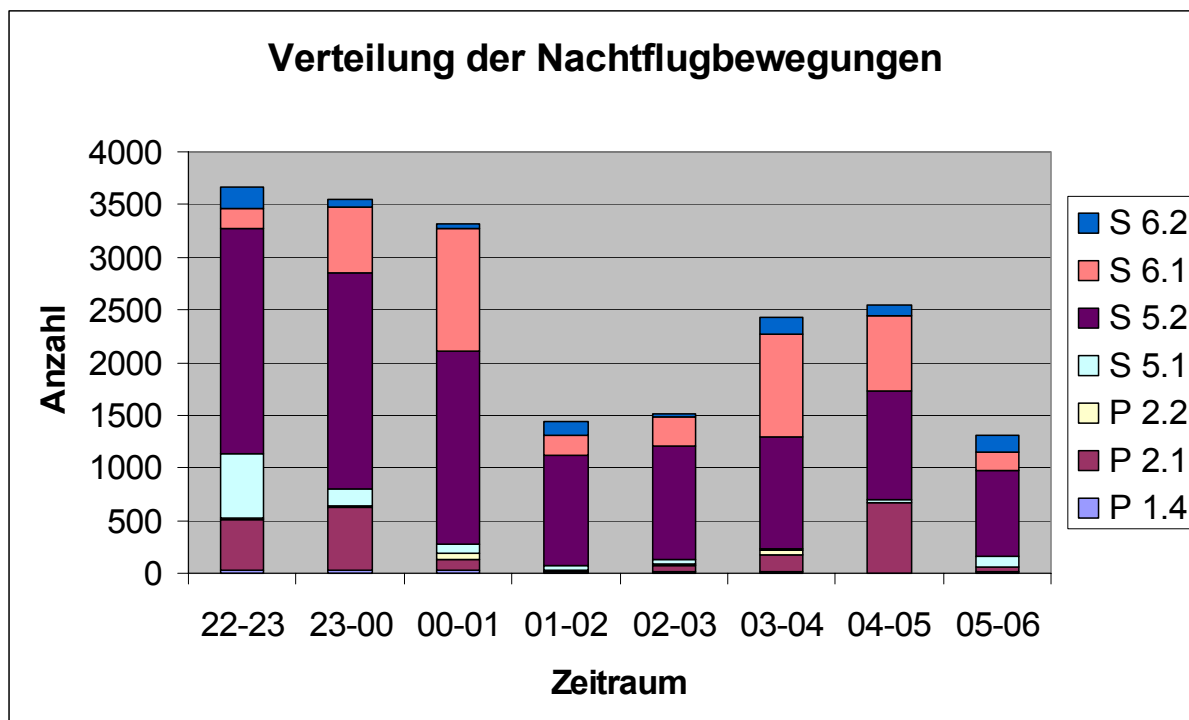
Abbildung 1.: Durchschnittliche Flugbewegungszahlen für verschiedene Tages- und Nachtzeiten am Verkehrsflughafen Köln/Bonn der 6 verkehrsreichsten Monate 2004



Im Vergleich dazu zeigt Abbildung 2 die Verteilung der einzelnen Flugzeugklassen für die gleichen Zeitperioden. Diese Auswertungen führten zur endgültigen Festlegung der Zeitfenster, deren Dauerschallpegel für die Analysen des Projektes herangezogen werden sollten. Diese Zeitfenster bezogen sich auf:

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

Abbildung 2. Verteilung der Nachtflugbewegungen am Flughafen Köln/Bonn der 6 verkehrsreichsten Monate im Jahr 2004



AzB-Flugzeuggruppe	Definition
P 1.4	Propellerflugzeuge mit einer Höchststartmasse (MTOM) über 2 bis 5,7 t
P 2.1	Propellerflugzeuge mit einer Höchststartmasse (MTOM) über 5,7 t, die den Anforderungen des Anhangs 16 zum Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt, Band I, Kapitel 3 oder Kapitel 10 entsprechen.
P 2.2	Propellerflugzeuge mit einer Höchststartmasse (MTOM) über 5,7 t, die nicht der Luftfahrzeuggruppe P 2.1 zugeordnet werden können.
S 5.1	Strahlflugzeuge mit einer Höchststartmasse (MTOM) bis 50 t, die den Anforderungen des Anhangs 16 zum Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt, Band I, Kapitel 3 entsprechen.
S 5.2	Strahlflugzeuge mit einer Höchststartmasse (MTOM) über 50 t bis 120 t und einem Triebwerks-Nebenstromverhältnis größer als 3, die den Anforderungen des Anhangs 16 zum Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt, Band I, Kapitel 3 entsprechen.
S 6.1	Strahlflugzeuge mit zwei Triebwerken und einer Höchststartmasse (MTOM) über 120 t, die den Anforderungen des Anhangs 16 zum Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt, Band I, Kapitel 3 entsprechen.
S 6.2	Strahlflugzeuge mit drei oder vier Triebwerken und einer Höchststartmasse (MTOM) über 120 t bis 300 t, die den Anforderungen des Anhangs 16 zum Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt, Band I, Kapitel 3 entsprechen. Das Luftfahrzeugmuster Airbus A340 ist von dieser Gruppe ausgenommen, da es in der Gruppe S 6.3 gesondert erfasst wird.

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.11.2.200). 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 Berechnung der Straßenlärmdaten wurden auf der Basis von Verkehrszählungen für Autobahnen, Bundes-, Landes-, Kreis-Straßen und Hauptgemeindestraßen Berechnungen auf der Basis der „Richtlinie zum Schallschutz an Straßen“ (RLS90) durchgeführt.

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**

Die Aufbereitung der Flugdaten des Jahres 2004 in geokodierte Dauerschallpegel einer Adressdatenbank für sämtliche Wohnanschriften der Stadt Köln, des Rheinisch-Bergischen Kreises und des Rhein-Sieg-Kreises nach AZB99 (Leq3) erfolgte durch die Firma Avia-Consult, Strausberg. Diese Firma übernahm auch die Integration der vom Landesumweltamt des Landes Nordrhein-Westfalen bereitgestellten Verkehrslärmdaten für die beiden Kreise in die Adressdatenbank. Von der Stadt Köln erfolgte die Integration der Fluglärmdaten sowie der Verkehrslärmdaten, soweit Kölner Adressen betroffen waren.

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 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 Arzneiverordnungen

- pseudonymisierte Id-Nummer,
- Verordnungsdatum,
- Pharmazentralnummer (PZN).

Die PZN erlaubt für die einzelnen Kalenderjahre die Identifizierung jedes auf dem deutschen Markt befindlichen Arzneimittels nach Handelsnamen, Applikationsform und Packungsgröße.

### 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.

## 2.6 Datenaufbereitung

Die Stammdaten der gesetzlichen Krankenkassen wurden für einzelne Versicherte aus verschiedenen Versicherungsphasen auf die gesamte Versicherungsdauer sowie Beginn und Ende des gesamten Versicherungsverlaufs zusammengeführt.

Bei Arzneiverordnungsdaten wurde zunächst für jedes Kalenderjahr aus einer für die Kalenderjahre 2004 – 2005 vorhandenen Datenbank eine Umsetzung von Pharmazentralnummer auf das von der WHO entwickelte Klassifikations-System ATC (Anatomic Therapeutic Classification) umgesetzt. Dieses System erlaubt die Zusammenführung von verschiedenen Arzneyspezialitäten in ein System, das sowohl die Indikation als auch die pharmakologischen Wirkstoffe berücksichtigt. Zum ATC-System gehört auch das System der sogenannten definierten Tagesdosen (Defined Daily Doses = DDD). Dieses System erlaubt die quantitative Zusammenfassung verschiedener Arzneimittel unter Berücksichtigung von Dosierung und Packungsgröße.

Nach Umsetzung der Einzelverordnungen und Klassifikation nach ATC und Bestimmung der DDD wurden für die weitere Verarbeitung im Rahmen des Projektes folgende Arzneimittelgruppen gebildet

- Antihypertensiva (Arzneimittel zur Behandlung erhöhten Blutdrucks):  
ATC-Codes: C02, C03, C07, C08, C09
- Cardiaca (Arzneimittel zur Behandlung von Herz- und Kreislauf-Erkrankungen, außer Antihypertensiva): ATC-Codes: C01, C10
- Tranquillizer, Sedativa, Hypnotika (Schlaf- und Beruhigungsmittel):  
ATC-Codes: N05B, N05C
- Antidepressiva: ACT-Codes: N06A, N06B, N06C
- Arzneimittel zur Behandlung von Erkrankungen des Verdauungstraktes (Gastro-Intestinalia): ATC-Codes: A02, A03, A04, A05, A06, A07, A09
- „Restliche“ Arzneimittel: alle ATC-Codes außer den oben genannten und unter Ausschluss von Arzneimitteln zur Behandlung von Magen- und Darmstörungen.

Um Verordnungen für multimorbide Patienten adäquat analysieren zu können, wurde ermittelt, ob im zu analysierenden Versicherungszeitraum für einzelne Versicherte Verordnungen von Arzneimitteln aus verschiedenen Arzneimittelgruppen erfolgt waren. Dabei wurden folgende Kombinationen untersucht:

- Antihypertensiva und Cardiaca,
- Antihypertensiva und Cardiaca und Tranquillizer, Sedativa, Hypnotika,
- Antihypertensiva und Cardiaca und mindestens ein Arzneimittel aus der Gruppe der „restlichen“ Arzneimittel.

-



Für jeden Versicherten wurde bestimmt, ob innerhalb der Versicherungszeit, für die von der jeweiligen Krankenkasse Arzneiverordnungsdaten zur Verfügung gestellt worden waren, überhaupt mindestens eine Verordnung erfolgt war. Außerdem wurde für jede Arzneimittelgruppe (außer für die „restlichen“ Arzneimittel) die Anzahl von DDDs über den Versicherungszeitraum aufsummiert und als DDD pro Versicherungsjahr für die statistischen Analysen herangezogen. Da dieser Wert bei sehr kurzen Versicherungszeiten und gleichzeitiger Verordnung größerer Packungen astronomisch hohe Werte annehmen kann, wurde die Anzahl von DDD pro Versicherungsjahr auf 3 x 365 DDD begrenzt.

Ein finaler Auswertungsdatensatz enthielt außer relevanten Stammdaten (Geburtsjahr, Geschlecht, Postleitzahl des Wohnortes, Versicherungsdauer und Versicherungszeitraum) aus den Arzneiverordnungen abgeleitete Variable, die für die oben angeführten Arzneimittelgruppen eine Binär-Variable (mindestens eine Verordnung im Versicherungszeitraum) sowie DDD pro Versicherungsjahr enthielten. Außerdem waren die adress-spezifischen Lärmdaten und Strukturdaten enthalten.

## **2.7 Statistische Auswertungen**

Statistische Auswertungen erfolgten auf drei Ebenen:

### **A. Deskriptive Analysen**

Im Rahmen von deskriptiven Analysen wurden im Wesentlichen Verteilungen relevanter Ziel- und Einflussvariablen dargestellt, bei versicherten-bezogenen Daten in der Regel nach Geschlecht und Altersgruppen. Für diese Form von Analysen wurde vorwiegend die SAS-Prozedur SUMMARY, SAS-Version 8.2 herangezogen.

### **B. Multivariate logische Regression**

Die multivariate logistische Regression erlaubt es, die Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines Ereignisses in Abhängigkeit von einer oder mehreren Einflussvariablen zu schätzen.

Als Ereignisvariable (abhängige Variable) wurde im Rahmen dieses Forschungsprojektes die mindestens einmalige Verordnung eines Arzneimittels aus einer der definierten Arzneimittelgruppen definiert.

Als Einflussfaktoren (= unabhängige Variable) wurden in sukzessiven Analysen die verschiedenen Fluglärmparameter in folgender Form eingesetzt:

- Fluglärm ab 40 dB(A) als Dauerschallpegel für den Versicherten überhaupt vorhanden (Binär-Variable),
- Nach Ermittlung des Medianwertes für den entsprechenden Fluglärmparameter Zugehörigkeit der Wohnung des Versicherten zum Lärmbereich unter bzw. über dem Medianwert.
- Für nächtlichen Fluglärm zwischen 3 und 5 Uhr wurden zusätzliche Analysen für Quartile des Fluglärmparameters und für Quartile innerhalb von Quartilen der Sozialhilfe-Häufigkeit durchgeführt.

Als weitere Einflussfaktoren, für die eine Adjustierung erforderlich war, wurden folgende Variable verwendet:

- Alter,
- Fluglärmparameter als stetige Variable
- Straßenverkehrslärm nachts (22.00 bis 6.00 Uhr)
- Schienenverkehrslärm nachts (22.00 bis 6.00 Uhr)
- Häufigkeit von Sozialhilfe-Empfängern des Stadt- bzw. Ortsteils
- Dichte von Alten- und Pflegeheimplätzen der Gemeinde bzw. des Ortsteils
- Möglichkeit zur Beantragung von baulichen Lärmschutzmaßnahmen beim Flughafen Köln/Bonn.

Die Häufigkeit von Sozialhilfe-Empfängern ist als Indikator für die Sozialschicht der Versicherten einbezogen worden. Es ist aus einer Vielzahl von Untersuchungen des Auslands, aber auch aus Deutschland bekannt, dass Sozialschicht mit einer Vielzahl von Risikofaktoren und darüber hinaus mit erhöhten Erkrankungshäufigkeiten und Sterblichkeit vergesellschaftet ist. Es wäre deswegen ein erhebliches Defizit des Studiendesigns gewesen, wenn kein Indikator für Sozialschicht in die Studie einbezogen worden wäre. Im Falle einer vorgefundenen Beziehung zwischen Fluglärm und z.B. der Verordnung von Arzneimitteln zur Senkung erhöhten Blutdrucks müsste argumentiert werden, dass vor allem Angehörige der sozialen Unterschicht kaum Möglichkeiten hätten, dem Fluglärm durch Wohnungswechsel in einen ruhigeren Stadtteil zu entgehen. Dieses würde automatisch zu einem erhöhten Anteil von Unterschichtangehörigen in einer Region mit stärkerem Fluglärm führen und damit zu

einem Schein-Zusammenhang zwischen Fluglärm und Arzneiverordnungen. In vergleichbarer Weise ist die Einbeziehung der Dichte von Altenheimplätzen in die Analysen zu sehen. Eine Verdichtung von Alten- und Pflegeheimen in Zonen, die durch Fluglärm belastet sind, könnte eine vergleichbare Scheinkorrelation aufscheinen lassen.

Um Wechselwirkungen zwischen einzelnen Einflussvariablen für die Adjustierung berücksichtigen zu können, wurden sog. Interaktionsterme gebildet. Diese beinhalten:

- Interaktion zwischen Fluglärm und Sozialhilfe-Häufigkeit
- Interaktion zwischen Alter und Fluglärm.

Solche Interaktionsterme sind immer dann bei multivariaten logistischen Analysen angezeigt, wenn eine Korrektur für unterschiedlich enge Beziehungen zwischen verschiedenen Einflussvariablen in ihren verschiedenen Ausprägungen vorhanden oder zu vermuten sind. So ist ein unterschiedlicher Einfluss der Variable Fluglärm in verschiedenen Altersgruppen anzunehmen, da unterschiedlich starke Lärmempfindlichkeit bei verschiedenen Altersgruppen (u.a. nach den Ergebnissen des Nationalen Untersuchungs-Surveys 1998) angenommen werden muss. Bei der Analyse der Häufigkeit von Sozialhilfe-Empfängern nach Quartilen des nächtlichen Fluglärms (s.u.) zwischen 23 und 1 Uhr zeigten sich starke Unterschiede zwischen den einzelnen Quartilen. Die Einführung eines Interaktionsterms wirkt hier vergleichbar adjustierend wie die Durchführung einer Altersstandardisierung beim Vergleich von Populationen mit unterschiedlicher Altersstruktur.

Exploratorisch wurden auch logistische Regressionen mit Fluglärmparametern als stetige Variable durchgeführt. Es zeigten sich hierbei Hinweise auf nicht-lineare Effekte. Da aufgrund des Berechnungsverfahrens (AZB99) ohnehin von Ungenauigkeiten im unteren Pegelbereich ausgegangen werden muss, wurde der Unterteilung in Belastungskategorien (Median bzw. Quartile) der Vorzug gegeben.

Als Referenzpopulation wurden diejenigen Versicherten definiert, bei denen im Hinblick auf Fluglärm keine Werte vorlagen, deren nächtlicher Straßenverkehrslärm unter einem Dauerschallpegel von 35 dB(A) lag und die ein Alter von >79 Jahre aufwiesen.

Alle Analysen wurden für beide Geschlechter getrennt durchgeführt. Das Ergebnis einer multivariaten logistischen Regression ist die Odds Ratio, eine Maßzahl, die an-

gibt, um wie viel häufiger bzw. seltener das Zielereignis in Abhängigkeit von den Einflussvariablen auftritt.

Alle Odds Ratios sind in den Ergebnistabellen mit dem 95%-Vertrauensbereich, sowie mit dem entsprechenden  $\text{Chi}^2$ -Wert und dem p-Wert ausgewiesen. Die logistischen Regressionen wurden mit der Prozedur PHREG des Auswertungspaketes SAS, Version 8.2 durchgeführt.

### **C. Multiple lineare Regressionen**

Bei den multiplen linearen Regressionen wird der Einfluss mehrerer unabhängiger Variablen auf eine quantitative (stetige) Zielvariable analysiert. Als Zielvariable sind im Rahmen dieses Projektes die Verordnungsmengen (DDD) pro Versicherungsjahr definiert worden. Als Einflussvariable wurden folgende stetige Variable eingesetzt:

- Fluglärmparameter
- Nächtlicher Straßen- und Schienenverkehrslärm
- Sozialhilfe-Häufigkeit
- Altenheim-Dichte
- Interaktionsterm von Fluglärm und Sozialhilfe-Häufigkeit.

Alle multiplen linearen Regressionen wurden für jede 10-Jahres-Altersgruppe für jedes Geschlecht getrennt durchgeführt.

Das Ergebnis einer multiplen linearen Regression ist eine Regressionsgleichung, die die Schätzung der Größe der Zielvariablen in Abhängigkeit von der Ausprägung der Einflussvariablen erlaubt. Für die Berechnung der Regressionsfunktionen wurde die Prozedur REG des Auswertungspaketes SAS, Version 8.2, herangezogen.

### **2.8 Grafische Präsentationen**

Die in diesem Abschlußbericht enthaltenen Abbildungen sind mithilfe von Harvard Graphics 98 for Windows und Microsoft-Powerpoint erstellt worden.

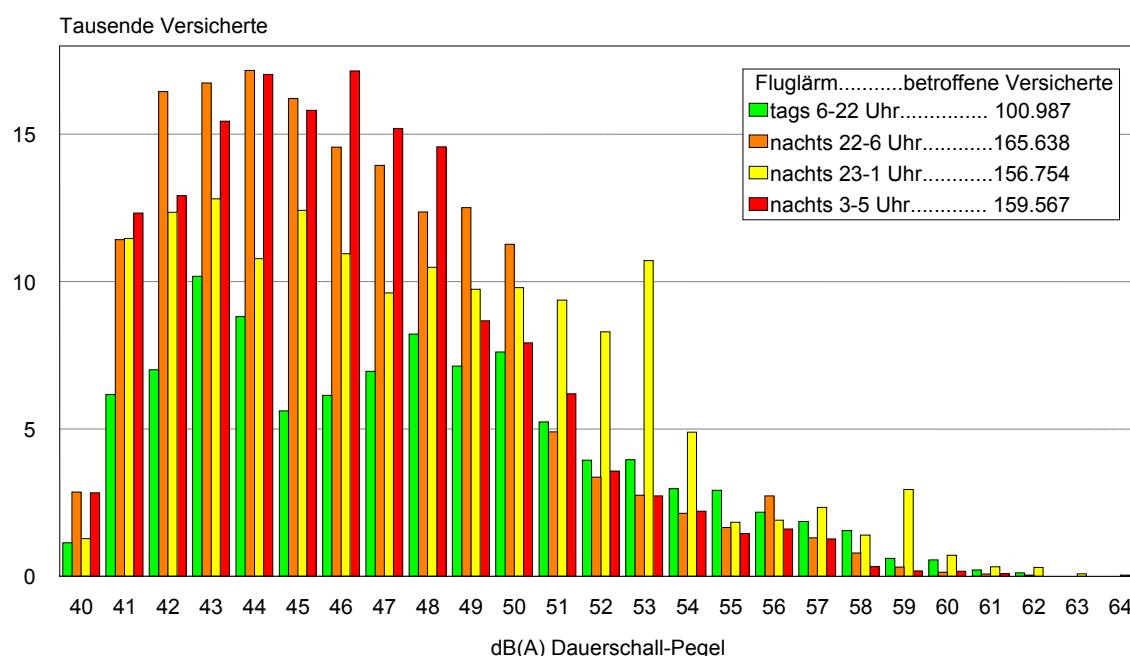
### 3. Ergebnisse

#### A. Deskriptive Analysen

##### 3.1 Fluglärmkarten

Aufgrund des unterschiedlichen Flugbetriebs während der Tages- und der Nachtzeit (anderer Flugzeugmix und andere Belegung der Flugrouten) unterscheiden sich die in den verschiedenen Zeitfenstern vom Fluglärm betroffenen Personengruppen z.T. erheblich. Abbildung 3 zeigt die Anzahl betroffener Versicherter nach Lärmintensität der verschiedenen Zeitfenster. Dabei ist auffällig, dass vom Fluglärm am Tage nur knapp über 100.000 Personen betroffen sind, während es für die gesamte Nacht (22-6 Uhr) über 165.000 sind.

Abbildung 3. Verteilung der von Fluglärm Betroffenen für verschiedene Zeitfenster

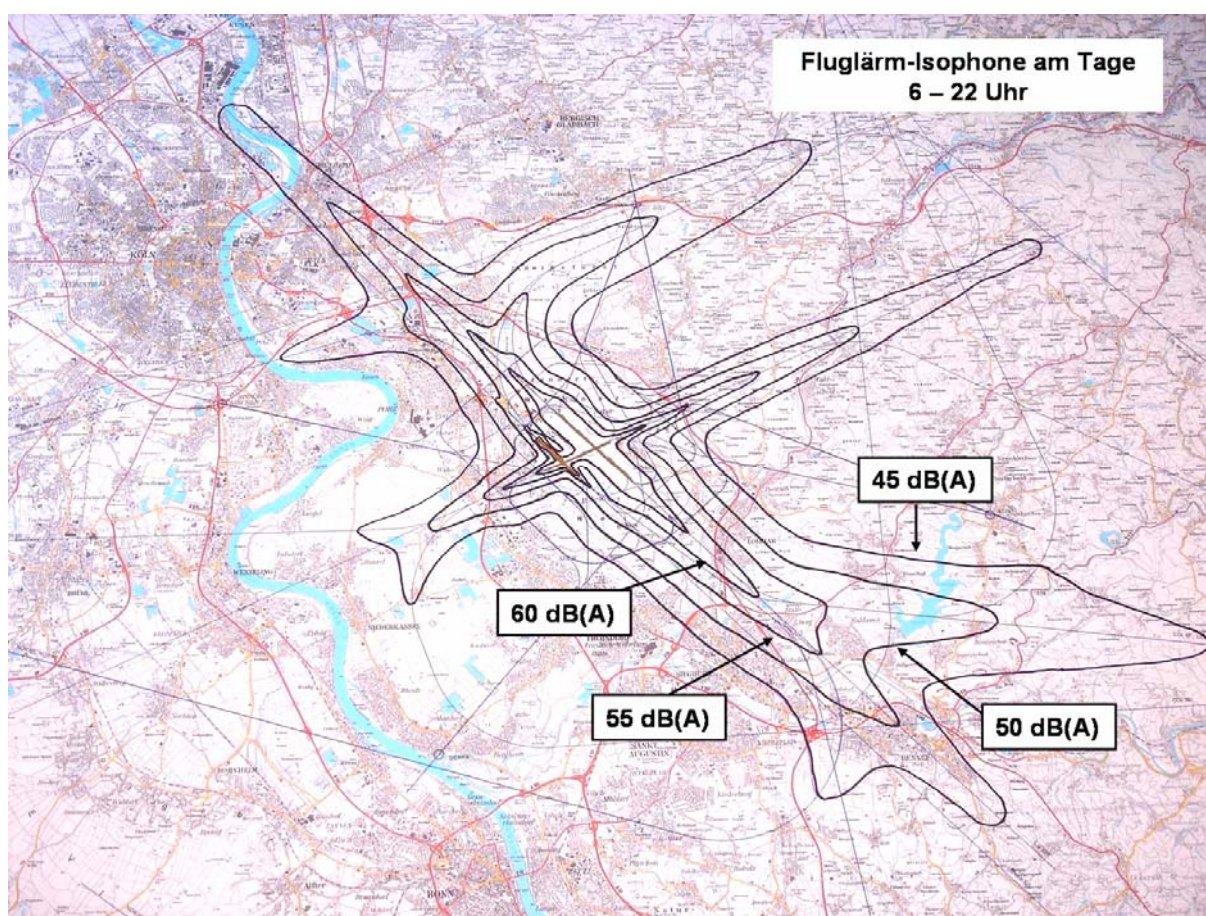


Die räumliche Ausdehnung des Fluglärms in den verschiedenen Zeitfenstern zeigen die Abbildungen 4-7. Diese weisen die Isophonen des Fluglärms in 5-dB(A)-Schritten, von 45 dB(A) an, aus. Es ist an dieser Stelle anzumerken, dass das verwendete Berechnungsverfahren im Bereich von 45 dB(A) und niedriger eine gewisse Unschärfe aufweist, weil es für diesen Pegelbereich nicht konzipiert wurde.

Bei Betrachtung der Ausdehnung der Isophonen fällt auf, dass sie jeweils unterschiedliche Gebiete umfassen, so dass die exponierten Populationen zwar einen gemeinsamen Kern aufweisen, sich jedoch bei niedrigen Dauerschallpegeln erheblich unterscheiden. Dieses bedeutet bei der Interpretation möglicher Effekte des

Fluglärms auf das Ordnungsverhalten niedergelassener Ärzte, dass die Ergebnisse für unterschiedliche Zeitscheiben des Fluglärms nicht direkt vergleichbar sind, weil die jeweils exponierten Populationen nicht identisch sind. Bei der Interpretation ist weiterhin zu beachten, dass z.B. Auswertungen, die Effekte von nächtlichem Fluglärm zwischen 3 und 5 Uhr zeigen, nicht ausschließlich als Effekte von Fluglärm in diesem Zeitfenster interpretiert werden können. Vielmehr ist ein erheblicher Teil der Bevölkerung, der gegenüber Fluglärm zwischen 3 und 5 Uhr exponiert ist, auch dem Fluglärm am Tage und zu anderen Nachtzeiten ausgesetzt.

Abbildung 4. Fluglärmbelastung am Tage (6.00 bis 22.00 Uhr) im Bereich des Flughafens Köln/Bonn



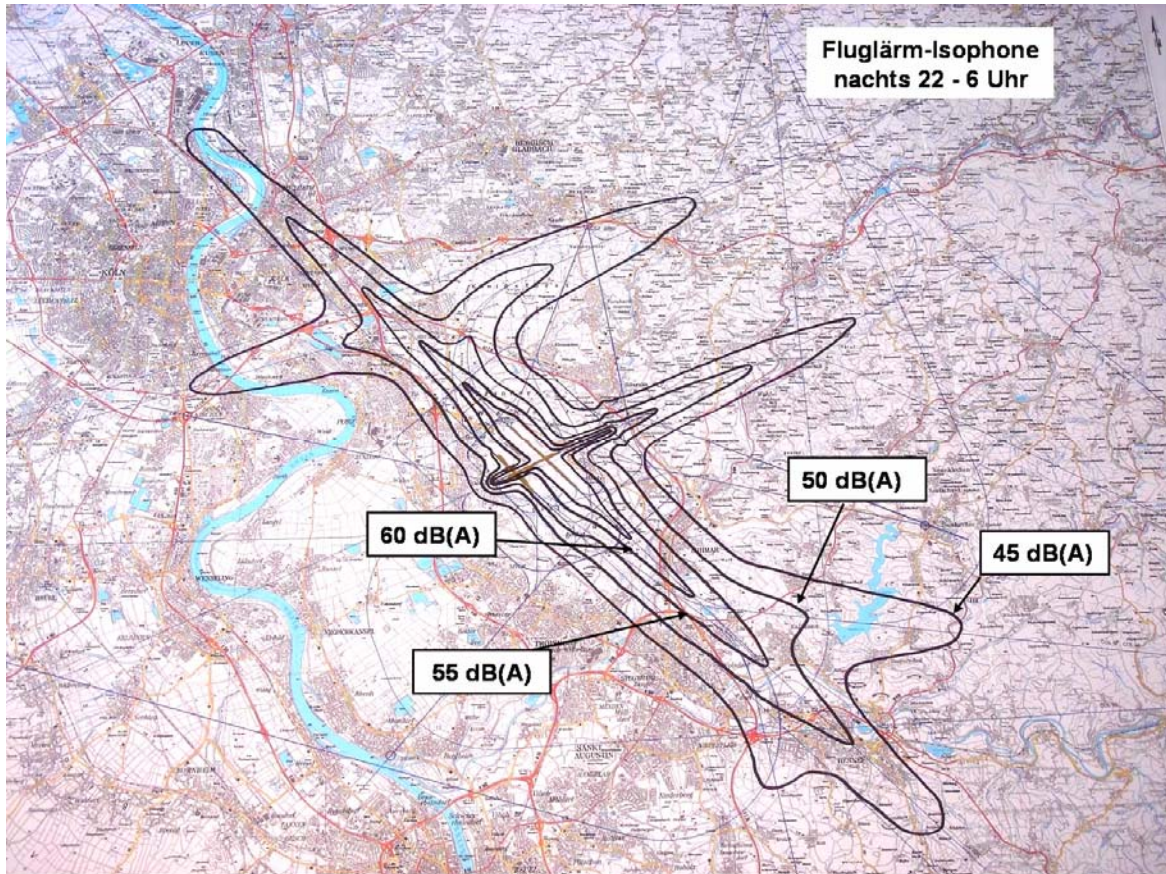


Abbildung 5. Fluglärmbelastung während der Nachtzeit (22.00 bis 6.00 Uhr) im Bereich des Flughafens Köln/Bonn

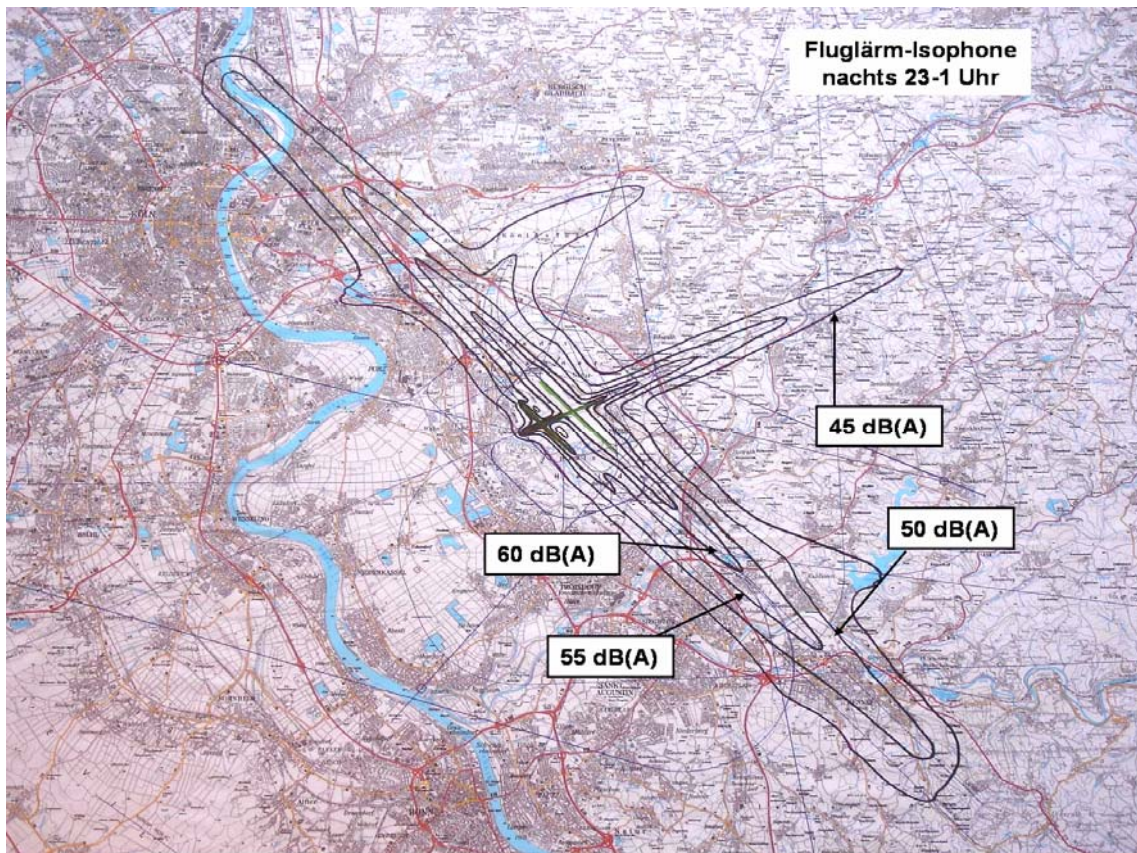


Abbildung 6. Fluglärmbelastung während der Nachtstunden von 23.00 bis 1.00 Uhr im Bereich des Flughafens Köln/Bonn

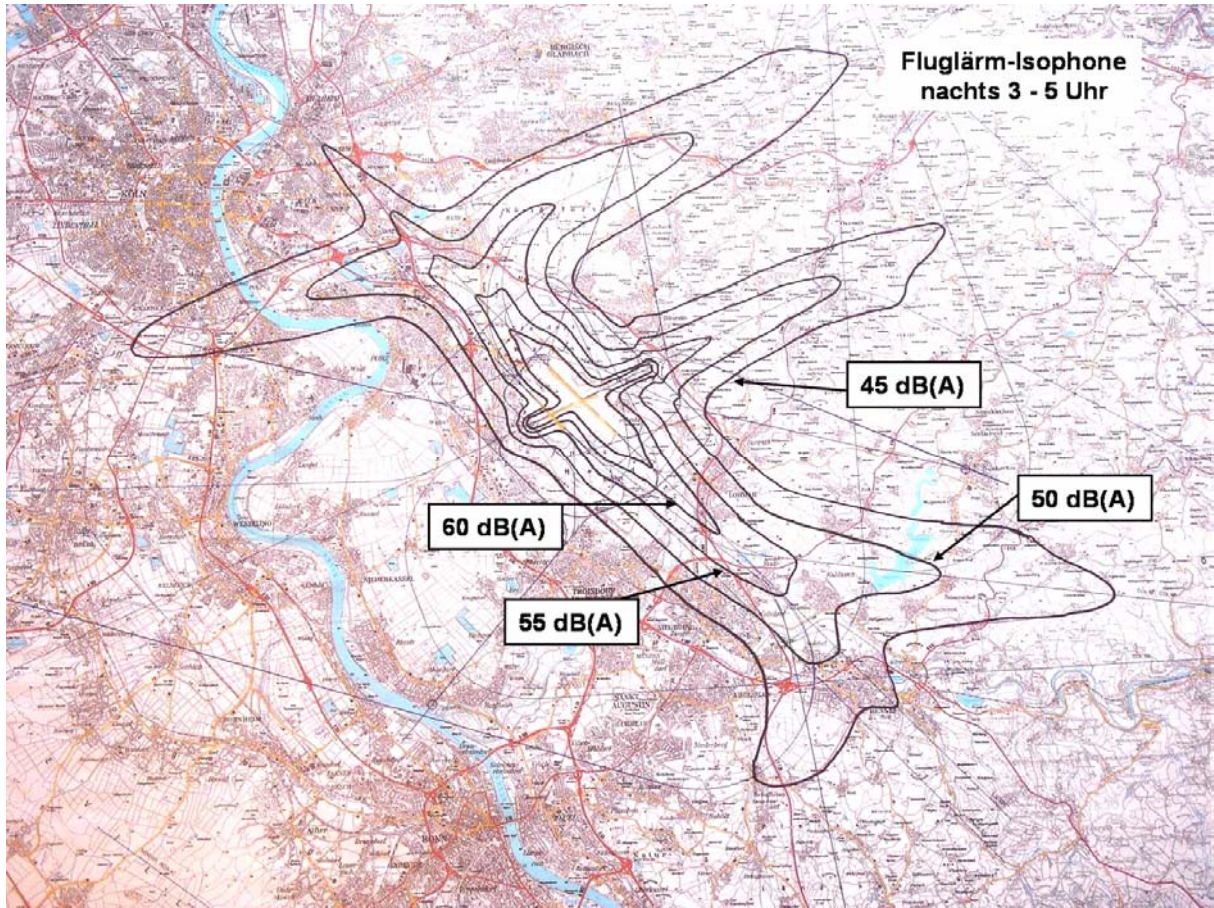


Abbildung 7. Fluglärmbelastung während der Nachtstunden von 3.00 bis 5.00 Uhr im Bereich des Flughafens Köln/Bonn

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.

Eine Korrelationsmatrix über die Korrelation sämtlicher Verkehrslärmparameter miteinander findet sich als Tabelle A-1 im Anhang.



### 3.2 Daten der gesetzlichen Krankenkassen

#### a. Allgemeine Daten

Sieben gesetzliche Krankenkassen haben mit Daten ihrer Versicherten zu diesem Forschungsprojekt beigetragen. Die Daten der Kassen decken unterschiedliche Zeiträume ab, die in unterschiedlicher Ausprägung von 2002 bis 2005 reichen (Tabelle 1).

Tabelle 1 . Versicherte der kooperierenden Krankenkassen

Krankenkasse	Stamm - und Arzneimittel-daten verfügb ar	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	-

Da beim Linkage der Lärmdaten mit den Anschriften der Versicherten nicht in jedem Fall eine Verbindung hergestellt werden konnte, konnten von den Daten von ursprünglich mehr als 870.000 Versicherten lediglich knapp über 809.000 in die Auswertungen einbezogen werden. Da es sich methodisch um Daten einer Versicherten-Kohorte verschiedener Krankenkassen handelt, ist der Verlust von 7.36% als extrem niedrig zu betrachten. Insgesamt resultieren daraus mehr als 1.8 Millionen Versicherungsjahre.

#### b. Arzneimitteldaten

Tabelle 2 zeigt die wesentlichen Charakteristika der Verordnungen von Arzneimitteln mit der Häufigkeit für beide Geschlechter in 10-Jahres-Altersgruppen. Die Häufigkeit gibt an, ob im Versicherungszeitraum überhaupt ein Arzneimittel der entsprechenden Gruppe verordnet worden ist. Daneben ist die durchschnittliche Anzahl definierter Tagesdosen pro Versicherungsjahr angeführt. Bei den so genannten restlichen Arzneimitteln wurde auf die Angabe der Anzahl der definierten Tagesdosen verzichtet

Eine Übersicht über die geschlechts- und altersspezifischen Prävalenzen der Verordnung von kombinierten Verordnungen von Arzneimitteln aus verschiedenen Gruppen in einem Versicherungszeitraum findet sich in Tabelle A-2 im Anhang.

Tabelle 2. Häufigkeit und Menge von Arzneiverordnungen nach Geschlecht und Altersgruppe

Geschlecht/ Altersgruppe	Anzahl Vers.	Antihyper- tensiva*	Cardiaca*	Tranquilli- zer, Sedativa, Hypnotika*	Antide- pressiva*	Gastro- Intestinalia*	Restliche Arznei- mittel <sup>1</sup>
Männer							
< 10	115099	10.3 (36)	4.7 (13)	6.0 (2)	4.6 (5)	29.8 (12)	83.2
10-19	35051	0.6 (1)	0.9 (0)	1.3 (0)	2.2 (2)	29.7 (11)	75.6
20-29	44359	2.2 (3)	0.6 (1)	2.5 (2)	3.0 (4)	18.1 (10)	57.6
30-39	50752	6.0 (14)	2.1 (4)	4.3 (4)	5.8 (7)	22.5 (16)	64.9
40-49	47321	15.2 (52)	6.8 (20)	6.6 (7)	7.8 (12)	26.7 (26)	70.4
50-59	35408	34.4 (155)	17.7 (66)	9.1 (10)	10.5 (16)	31.0 (39)	75.2
60-69	37447	54.2 (287)	30.6 (129)	10.9 (14)	10.3 (18)	36.4 (60)	80.0
70-79	21574	66.8 (339)	41.8 (156)	15.2 (13)	12.3 (15)	40.9 (50)	83.8
80+	9018	67.3 (332)	44.3 (154)	19.2 (15)	13.5 (13)	42.9 (54)	80.3
Summe	396029	19.3 (86)	10.4 (37)	6.6 (6)	6.4 (9)	28.8 (24)	74.7
Frauen							
< 10	109945	10.3 (38)	4.7 (14)	5.8 (2)	4.6 (6)	29.5 (12)	82.9
10-19	33394	0.9 (1)	2.5 (1)	1.7 (1)	1.5 (1)	33.8 (11)	80.4
20-29	45415	2.7 (3)	2.6 (1)	3.9 (3)	5.3 (6)	27.1 (14)	69.2
30-39	45496	6.5 (11)	3.1 (3)	6.4 (5)	9.6 (12)	26.8 (16)	72.2
40-49	44720	16.3 (45)	5.8 (10)	9.8 (9)	13.9 (21)	29.0 (23)	75.0
50-59	36614	35.1 (131)	13.7 (34)	13.3 (13)	18.8 (29)	34.5 (38)	79.9
60-69	39680	54.4 (260)	26.9 (89)	16.3 (22)	18.7 (34)	38.5 (59)	82.4
70-79	30437	71.0 (357)	41.6 (127)	22.0 (19)	22.3 (27)	46.7 (52)	86.7
80+	27649	72.6 (375)	46.1 (143)	28.1 (24)	21.8 (26)	50.1 (69)	82.4
Summe	413350	24.0 (104)	12.6 (36)	10.1 (9)	11.0 (16)	33.2 (27)	79.1
* Prozentsatz der Versicherten mit mindestens 1 Verordnung im Versicherungszeitraum (durchschnittliche Anzahl von definierten Tagesdosen (DDD) pro Versicherungsjahr)							
<sup>1</sup> Prozentsatz von Versicherten mit mindestens 1 Verordnung im Versicherungszeitraum							

Beim Vergleich der Verordnungscharakteristika beider Geschlechter fällt auf, dass Frauen in praktisch allen Arzneimittelgruppen, vor allem bei den Psychopharmaka höhere Maßzahlen aufweisen als Männer. Dieser Befund bestätigt Ergebnisse aus einer Vielzahl von Untersuchungen, die sich in Deutschland vor allem auf die Natio-

nalen Untersuchungssurveys, aber auch auf Analysen von Daten gesetzlicher Krankenkassen stützen (s.a. Glaeske et al. 2006).

Bei Antihypertensiva und Cardiaca findet sich bei beiden Geschlechtern ein kontinuierlicher Anstieg der Verordnungshäufigkeit und – damit verbunden – der Anzahl definierter Tagesdosen mit dem Alter. Dieser Trend reflektiert die mit dem Alter steigende Morbidität an Herz- und Kreislauferkrankungen.

Neben Individualdaten sind für die vorliegenden Auswertungen zwei Arten von Aggregatdaten herangezogen worden: Sozialhilfe-Häufigkeit in Prozent der Sozialhilfe-Empfänger der Bevölkerung des Stadtteils bzw. Ortsteils, zu dem die Anschrift des Versicherten gehörte, und die Dichte von Alten- und Pflegeheim-Plätzen bezogen auf die Bevölkerung über 64 Jahre der Gemeinden (bzw. im Falle der Stadt Köln des Stadtteils). Der Anteil von Sozialhilfe-Empfängern in einzelnen Stadtteilen reicht von 0 bis 67% (Medianwert 4.4). Für die Dichte von Alten- und Pflegeheimplätzen finden sich vergleichbare Werte im Bereich von 0 bis 162‰ (Medianwert 9.2).

Stellvertretend für die anderen Arzneimittelgruppen sind im Folgenden die Verordnungsscharakteristika für blutdrucksenkende Arzneimittel nach den Quartilen der Sozialhilfe-Häufigkeit dargestellt (Abbildungen 8-11). Dabei zeigt sich, dass bei Männern von der Altersgruppe der 50-59-jährigen aufwärts, bei den Frauen schon eine Dekade früher die Verordnungshäufigkeit in der Quartile mit dem höchsten Anteil an Sozialhilfe-Empfängern in der Bevölkerung auch die höchsten Verordnungshäufigkeiten aufweisen. Weitaus dramatischer ist der Anstieg mit steigendem Sozialhilfe-Anteil, wenn man die Anzahl der verordneten definierten Tagesdosen pro Versicherungsjahr bei den Versicherten betrachtet, die mindestens eine Verordnung erhalten haben (Abbildungen 9 und 11). Da vorausgesetzt werden kann, dass die durchschnittliche Anzahl von Tagesdosen bei Antihypertensiva mit der Schwere des Krankheitsbildes korreliert, lassen diese Befunde nur den Schluss zu, dass mit zunehmender Sozialhilfe-Häufigkeit auch die klinische Schwere des Bluthochdrucks zunimmt.

Abbildung 8. Verordnung von Antihypertensiva (jemals)

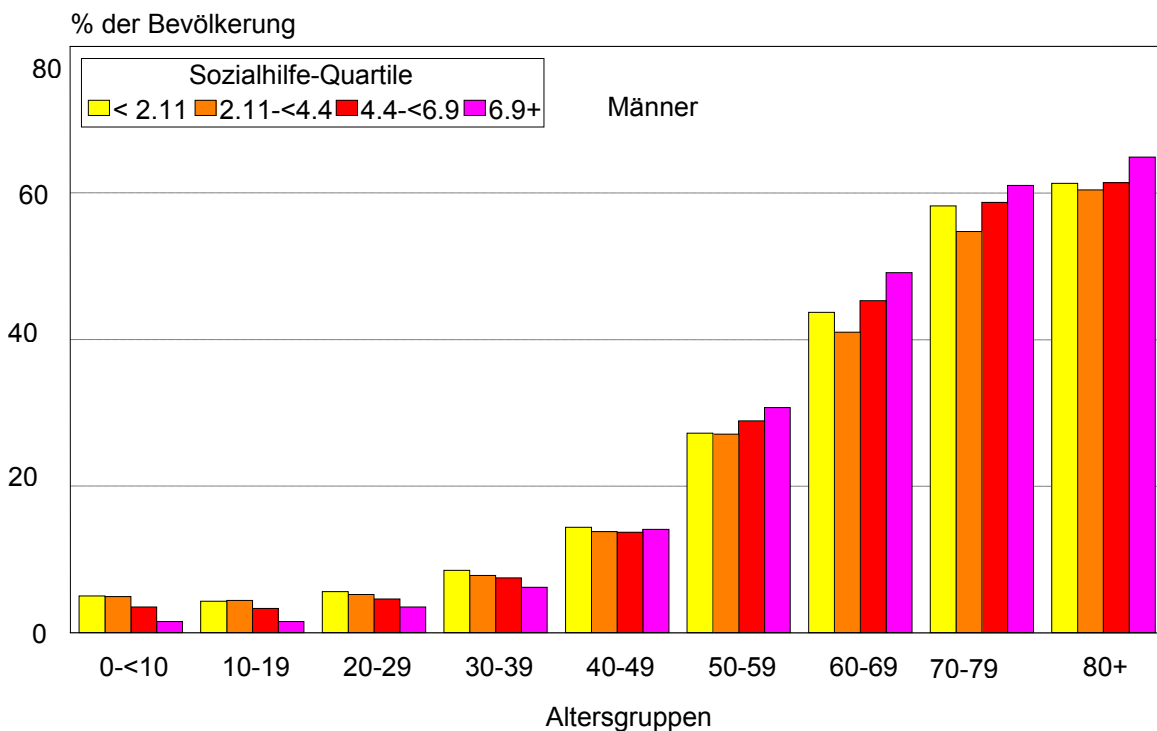


Abbildung 9. Verordnungsvolumen (DDD) pro Versicherungsjahr von Antihypertensiva  
Männer mit mindestens 1 Verordnung

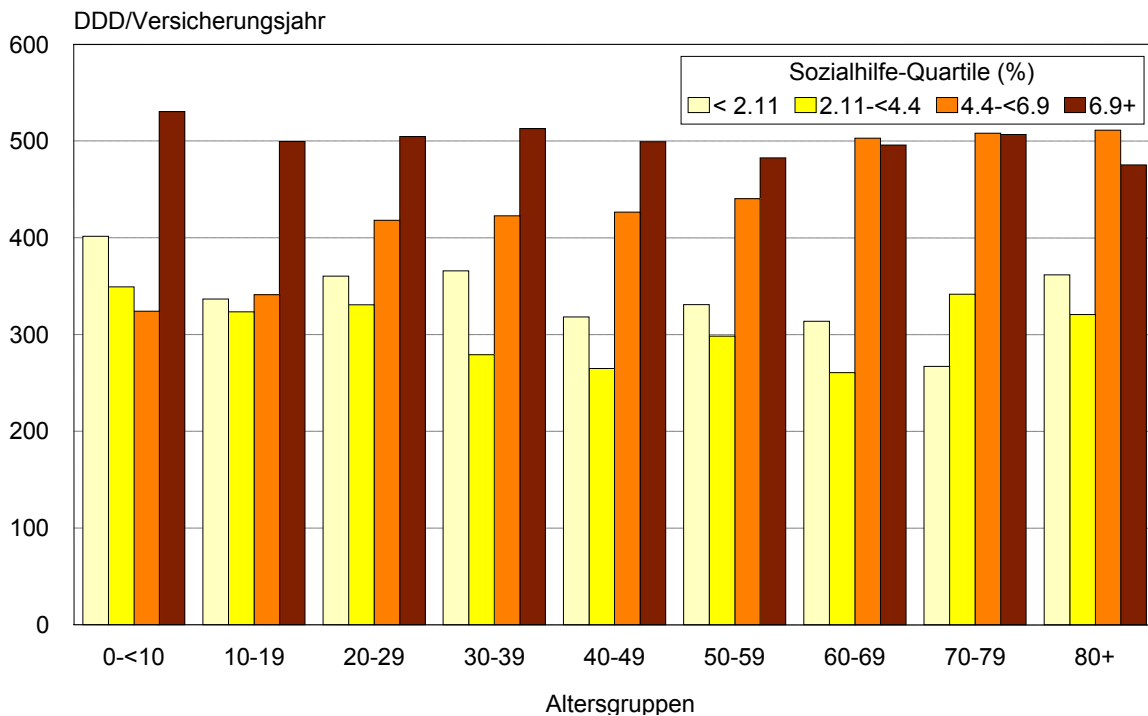


Abbildung 10. Verordnung von Antihypertensiva (jemals)

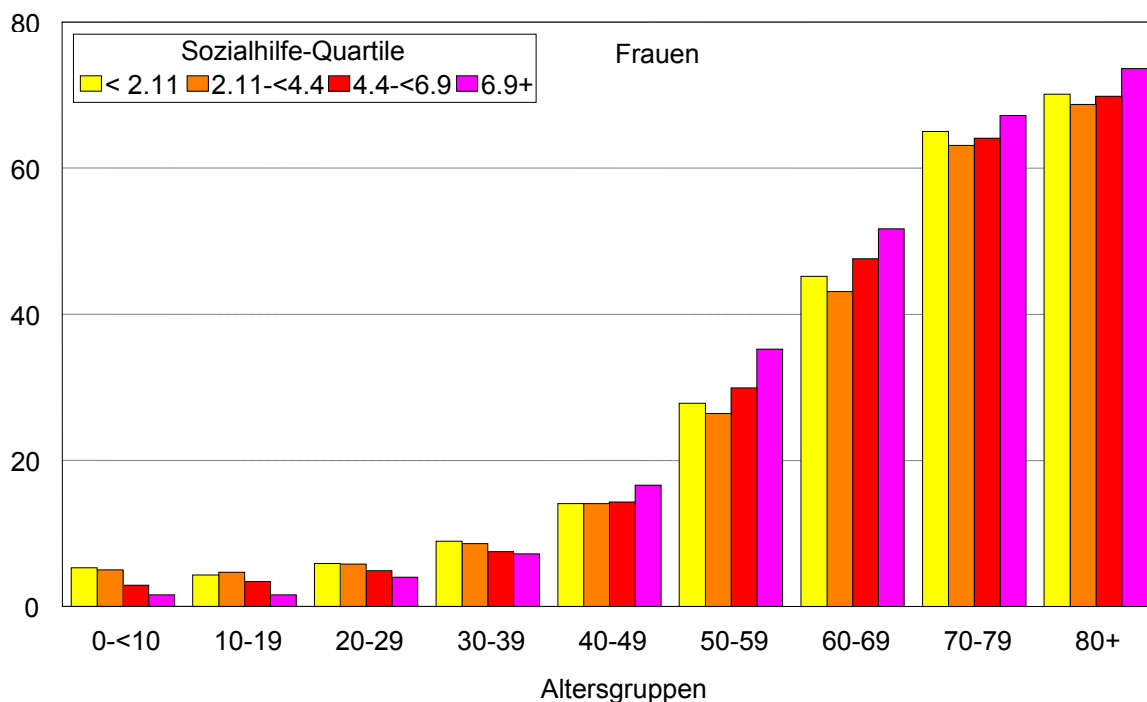
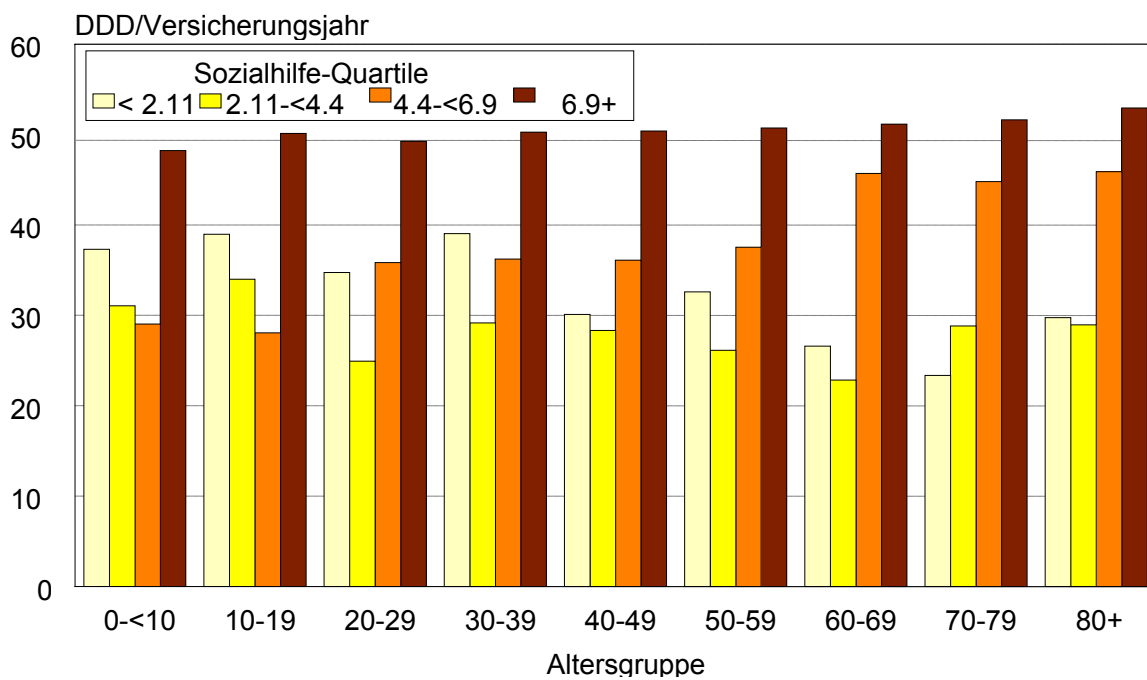


Abbildung 11. Verordnungsvolumen (DDD) pro Versicherungsjahr von Antihypertensiva Frauen mit mindestens 1 Verordnung



## B. Ergebnisse logistischer Regressionen

### 3.4 Fluglärm als Einflussfaktor

Multivariate logistischer Regressionen bieten als Ergebnis die sogenannte Odds Ratio, eine Verhältniszahl, die angibt, um wie viel mal häufiger (oder seltener) ein Zielereignis unter dem Einfluss definierter Einflussfaktoren eintritt als ohne diese. Zielereignisse im Rahmen dieser Studie sind die mindestens einmalige Verordnung von Arzneimitteln der verschiedenen Arzneimittelgruppen. Als Vergleichsgruppe ist für diese Analysen die Gruppe derjenigen Versicherten ausgewählt worden, die außerhalb des Bereichs des jeweiligen Fluglärm-Parameters ihre Wohnung hatten und deren nächtlicher Straßen- und Schienenverkehrslärm unter einem Dauerschallpegel von 35 dB(A) lag. Zur Adjustierung sind verschiedene Variable herangezogen worden, von denen ihrerseits angenommen werden musste, dass sie auf die Wahrscheinlichkeit einer Arzneiverordnung Einfluss haben würden (Alter, Zusammenwirken von Alter und Fluglärm, Sozialhilfe-Häufigkeit, Zusammenwirken von

Tabelle 3. Nächtlicher Fluglärm (3-5 Uhr) (adjustiert für stetige Variable: Fluglärm (3-5 Uhr), Strassenlärm (22-6 Uhr), Schienenlärm (22-6 Uhr), Sozialhilfe- und Altenheimplatz-Dichte, Alter (Referenz: 80+), Interaktion Fluglärm\*Sozialhilfe, Interaktion Alter\*Fluglärm, Lärmschutz-Möglichkeit (binär))

Arzneimittelgruppe	Geschlecht	Odds Ratio (95% CI)	Chi <sup>2</sup>	p
Antihypertensiva	männlich	1.101 (1.041 - 1.165)	11.31	0.001
	weiblich	1.326 (1.265 - 1.391)	135.0	0.000
Cardiaca	männlich	1.155 (1.066 - 1.250)	12.48	0.000
	weiblich	1.386 (1.289 - 1.489)	78.90	0.000
Tranquillizer, Sedativa, Hypnotika	männlich	1.032 (0.917 - 1.161)	0.276	0.600
	weiblich	1.262 (1.158 - 1.374)	28.48	0.000
Antidepressiva	männlich	0.953 (0.848 - 1.071)	0.655	0.418
	weiblich	1.073 (0.991 - 1.162)	3.024	0.082
Gastro-Intestinalia	männlich	1.033 (0.975 - 1.094)	1.201	0.273
	weiblich	1.047 (0.994 - 1.102)	3.040	0.081
Antihypertensiva + Cardiaca	männlich	1.225 (1.121 - 1.339)	20.08	0.000
	weiblich	1.592 (1.470 - 1.725)	129.2	0.000
Antihypertensiva + Cardiaca + Tranquillizer, Sedativa, Hypnotika	männlich	1.305 (1.043 - 1.632)	5.401	0.020
	weiblich	1.842 (1.562 - 2.172)	52.77	0.000
„Rest“-Arzneimittel	männlich	1.061 (1.025 - 1.099)	11.11	0.001
	weiblich	1.056 (1.025 - 1.088)	12.65	0.000
„Rest“-Arzneimittel bei Versicherten mit Antihypertensiva + Cardiaca	männlich	1.250 (1.137 - 1.374)	21.36	0.000
	weiblich	1.603 (1.473 - 1.745)	119.8	0.000

Sozialhilfe-Häufigkeit und Fluglärm, Dichte von Alten- und Pflegeheim-Plätzen, Möglichkeit zur Beantragung von Lärmschutzmassnahmen beim Flughafen Köln-Bonn). Durch diese Adjustierungen wird erreicht, dass der sich in Form der Odds Ratio darstellende Effekt tatsächlich den so genannten Haupteffekt darstellt, d.h. denjenigen Anteil, der in den hier dargestellten Ergebnissen auf Fluglärm zurückzuführen ist.

Alle Analysen in diesem Abschnitt sind für das gesamte Gebiet, in dem der jeweilige Fluglärmparameter größer oder gleich einem Dauerschallpegel von 40 dB(A) ist, durchgeführt worden und für eine Unterteilung nach dem Median. Der Median ist als der mittlere Lärmpegel zu betrachten, wenn alle Lärmpegel-Ausprägungen von 40 dB(A) bis zum höchsten auftretenden Wert bei sämtlichen betroffenen Versicherten nach Lärmpegel sortiert werden. Im Falle nächtlichen Fluglärms reicht das Pegelspektrum von 40 bis 61 dB(A). Der Median liegt bei 46 dB(A). Diese zusätzliche Form der Analyse ist gewählt worden, um abschätzen zu können, ob bei höheren Pegelwerten auch stärkere Effekte zu beobachten sind.

Für nächtlichen Fluglärm zwischen 3 und 5 Uhr sind zusätzlich noch die Ergebnisse nach Quartilen ermittelt worden. Für die Ermittlung von Quartilen erfolgt analog zur Ermittlung des Medianwertes eine Aufteilung in vier gleich große Anteile (s. Abbildungen 12-15)..

Die Globaleffekte für nächtlichen Fluglärm zwischen 3 und 5 Uhr zeigen durchweg für Frauen höhere Werte als für Männer. Für beide Geschlechter finden sich keine signifikanten Unterschiede zur Referenz bei den Antidepressiva und bei den Gastro-Intestinalia. Es finden sich signifikante Risiko-Erhöhen für die Verordnung von Antihypertensiva und Cardiacs, die sich bei beiden Geschlechtern verstärken, wenn im Versicherungszeitraum beide Arten von Arzneimittelgruppen verordnet wurden. Weitere Effektverstärkungen treten ein, wenn analysiert wird, ob noch Tranquillizer, Sedativa, Hypnotika oder Arzneimittel aus der als „Rest“ definierten Arzneimittelgruppe hinzukommen. Bei Frauen wie bei Männern findet sich die größte Odds Ratio bei der Kombination von Antihypertensiva und Cardiacs mit Tranquillizern (Frauen 1.84; Männer 1.31).

Tabelle 4. Nächtlicher Fluglärm (3-5 Uhr) nach Median (adjustiert Variable: Fluglärm (3-5 Uhr), Strassenlärm (22-6 Uhr), Schienenlärm (22-6 Uhr), Sozialhilfe- und Altenheimplatz-Dichte, Alter (Referenz: 80+), Interaktion Fluglärm\*Sozialhilfe, Interaktion Alter\*Fluglärm, Lärmschutz-Möglichkeit (binär))

Geschlecht	Arzneimittelgruppe	dB(A)	Odds Ratio (95% CI)	Chi <sup>2</sup>	p	
männlich	Antihypertensiva	40-<46	1.054 (0.961 - 1.156)	1.258	0.262	
		46-61	1.242 (1.081 - 1.428)	9.383	0.002	
	Cardiaca	40-<46	1.136 (1.001 - 1.289)	3.887	0.049	
		46-61	1.267 (1.030 - 1.558)	5.022	0.025	
	Tranquillizer, Sedativa, Hypnotika	40-<46	1.063 (0.879 - 1.286)	0.401	0.527	
		46-61	0.956 (0.715 - 1.279)	0.090	0.764	
	Antidepressiva	40-<46	1.016 (0.844 - 1.224)	0.029	0.865	
		46-61	0.784 (0.586 - 1.050)	2.659	0.103	
	Gastro-Intestinalia	40-<46	1.037 (0.946 - 1.138)	0.606	0.436	
		46-61	1.021 (0.879 - 1.185)	0.073	0.787	
	Antihypertensiva + Cardiaca	40-<46	1.171 (1.017 - 1.350)	4.795	0.029	
		46-61	1.435 (1.142 - 1.804)	9.599	0.002	
	Antihypertensiva + Cardiaca+ Tranquillizer etc.	40-<46	1.361 (0.958 - 1.934)	2.960	0.085	
		46-61	1.090 (0.618 - 1.922)	0.088	0.766	
	"Restliche" Arzneimittel (ohne Antihypertensiva, Cardiaca, Tranquillizer, Antidepressiva)	40-<46	1.043 (0.986 - 1.104)	2.166	0.141	
		46-61	1.155 (1.056 - 1.263)	9.963	0.002	
	Antihypertensiva + Cardiaca+ "Restliche" Arzneimittel	40-<46	1.180 (1.016 - 1.371)	4.701	0.030	
		46-61	1.658 (1.289 - 2.131)	15.55	0.000	
	weiblich	Antihypertensiva	40-<46	1.268 (1.173 - 1.370)	35.96	0.000
			46-61	1.663 (1.480 - 1.867)	73.60	0.000
Cardiaca		40-<46	1.215 (1.081 - 1.366)	10.61	0.001	
		46-61	2.157 (1.794 - 2.594)	66.77	0.000	
Tranquillizer, Sedativa, Hypnotika		40-<46	1.287 (1.124 - 1.474)	13.30	0.000	
		46-61	1.353 (1.095 - 1.670)	7.884	0.005	
Antidepressiva		40-<46	1.252 (1.104 - 1.420)	12.22	0.000	
		46-61	1.174 (0.970 - 1.421)	2.700	0.100	
Gastro-Intestinalia		40-<46	1.040 (0.957 - 1.130)	0.864	0.353	
		46-61	1.104 (0.971 - 1.256)	2.286	0.131	
Antihypertensiva + Cardiaca		40-<46	1.373 (1.205 - 1.564)	22.65	0.000	
		46-61	2.838 (2.307 - 3.491)	97.48	0.000	
Antihypertensiva + Cardiaca+ Tranquillizer etc.		40-<46	1.786 (1.383 - 2.307)	19.74	0.000	
		46-61	3.114 (2.020 - 4.801)	26.47	0.000	
"Restliche" Arzneimittel (ohne Antihypertensiva, Cardiaca, Tranquillizer, Antidepressiva)		40-<46	0.987 (0.939 - 1.037)	0.273	0.601	
		46-61	1.202 (1.117 - 1.293)	24.41	0.000	
Antihypertensiva + Cardiaca+ "Restliche" Arzneimittel		40-<46	1.348 (1.175 - 1.547)	18.11	0.000	
		46-61	3.272 (2.615 - 4.096)	107.2	0.000	

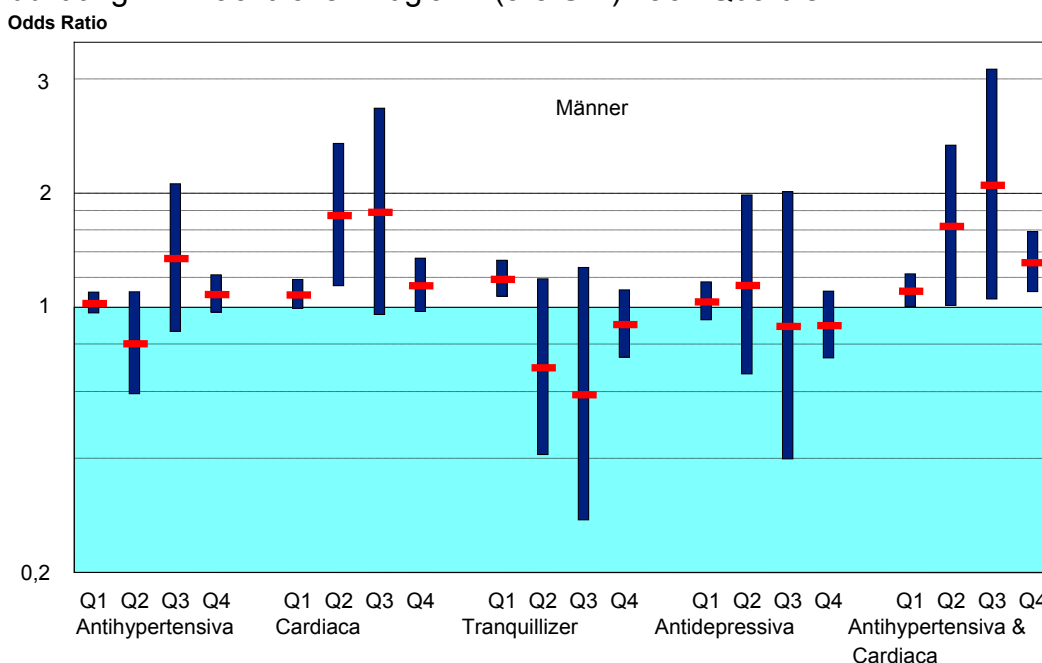


Bei der Stratifizierung nach dem Medianwert zeigen sich bei weiblichen Versicherten von Lärmpegeln unter dem Median zu solchen oberhalb deutliche Anstiege der Odds Ratios.

Bei allen kardiovaskulär wirkenden Arzneimitteln, auch in Kombination mit weiteren Arzneimittelgruppen zeigen sich signifikante Anstiege. Die maximale Odds Ratio findet sich mit 3.27 für die Kombination von kardio-vaskulär wirkenden Arzneimitteln mit „restlichen“ Arzneimitteln. Bei der Gruppe der Tranquillizer und verwandter Arzneimittel findet sich ein geringer Anstieg. Bei den Antidepressiva sinkt die Odds Ratio von 1.27 im unteren Medianbereich auf einen nicht von 1 verschiedenen Wert im oberen Medianbereich. Bei den Männern finden sich deutlich geringer ausgeprägte Effekte. Deutliche Anstiege vom unteren zum oberen Medianbereich finden sich bei den kardiovaskulär wirkenden Arzneimitteln, in verstärkter Form in Kombination mit den „restlichen“ Arzneimitteln (maximale Odds Ratio: 1.66).

Bei den ausschließlich für das Zeitfenster des nächtlichen Fluglärms zwischen 3 und 5 Uhr durchgeführten Analysen nach Quartilen finden sich, vermutlich z. T. infolge zu geringer Besetzung einzelner Quartilen, bei Männern disparate Ergebnisse, die lediglich bei Cardiacs in Kombination mit anderen Arzneimittelgruppen ein Bild bieten, das einen biologischen Gradienten nahe legt.

Abbildung 12. Nächtlicher Fluglärm (3-5 Uhr) nach Quartilen



Bei Frauen zeigen sich, wie aus den Ergebnissen der Stratifizierung nach Medianwerten zu erwarten, deutliche Anstiege über die Quartilen, hier auch bei den psycho-

aktiven Arzneimitteln, jedoch findet sich praktisch bei allen Arzneimittelgruppen in der vierten Quartile ein niedrigerer Wert als in der dritten. Diese Befunde sind aus den vorliegenden Daten nicht zu erklären.

Abbildung 13. Nächtlicher Fluglärm (3-5 Uhr) nach Quartilen

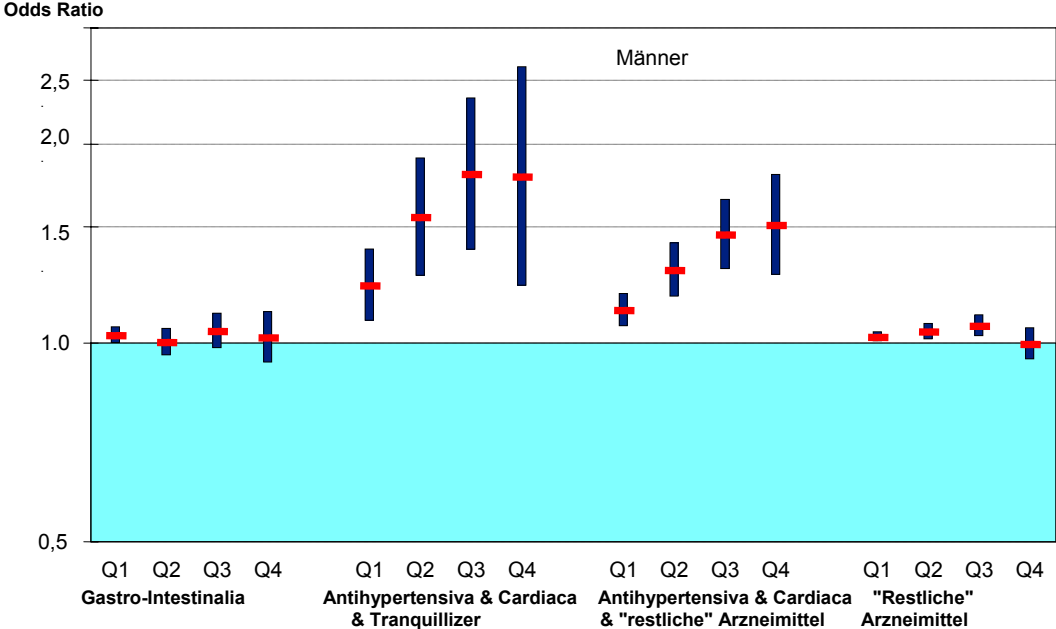


Abbildung 14. Nächtlicher Fluglärm (3-5 Uhr) nach Quartilen

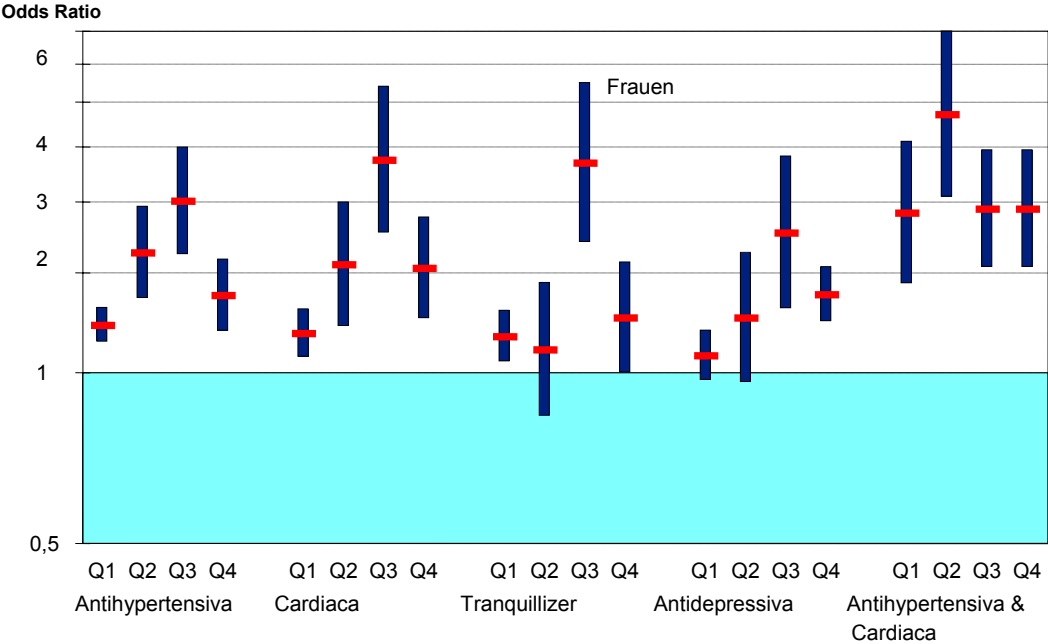


Abbildung 15. Nächtlicher Fluglärm (3-5 Uhr) nach Quartilen

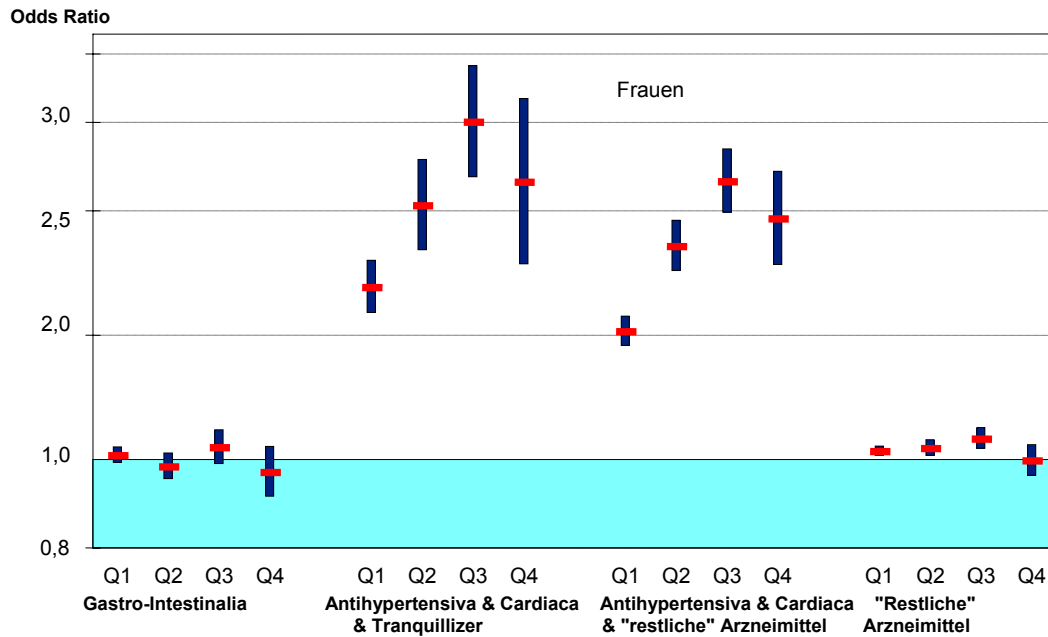


Tabelle 5. Nächtlicher Fluglärm (23-1 Uhr) (adjustiert für stetige Variable: Fluglärm (23-1 Uhr), Strassenlärm (22-6 Uhr), Schienenlärm (22-6 Uhr), Sozialhilfe- und Altenheimplatz-Dichte, Alter (Referenz: 80+), Interaktion Fluglärm\*Sozialhilfe, Interaktion Alter\*Fluglärm, Lärmschutz-Möglichkeit (binär))

Arzneimittelgruppe	Geschlecht	Odds Ratio (95% CI)	Chi <sup>2</sup>	p
Antihypertensiva	männlich	1.127 (1.067 - 1.191)	17.99	0.000
	weiblich	1.354 (1.290 - 1.421)	150.8	0.000
Cardiaca	männlich	1.180 (1.093 - 1.273)	17.97	0.000
	weiblich	1.468 (1.368 - 1.576)	113.3	0.000
Tranquillizer, Sedativa, Hypnotika	männlich	1.078 (0.966 - 1.204)	1.814	0.178
	weiblich	1.196 (1.100 - 1.302)	17.41	0.000
Antidepressiva	männlich	1.157 (1.042 - 1.285)	7.423	0.006
	weiblich	1.181 (1.093 - 1.275)	17.83	0.000
Gastro-Intestinalia	männlich	1.106 (1.049 - 1.165)	13.93	0.000
	weiblich	1.115 (1.062 - 1.171)	19.11	0.000
Antihypertensiva + Cardiaca	männlich	1.239 (1.137 - 1.351)	23.80	0.000
	weiblich	1.637 (1.511 - 1.773)	146.5	0.000
Antihypertensiva + Cardiaca + Tranquillizer, Sedativa, Hypnotika	männlich	1.223 (0.990 - 1.511)	3.481	0.062
	weiblich	1.912 (1.630 - 2.244)	63.22	0.000
„Rest“-Arzneimittel	männlich	1.023 (0.990 - 1.058)	1.830	0.176
	weiblich	1.048 (1.017 - 1.080)	9.155	0.002
„Rest“-Arzneimittel bei Versicherten mit Antihypertensiva + Cardiaca	männlich	1.278 (1.168 - 1.398)	28.43	0.000
	weiblich	1.629 (1.499 - 1.771)	131.5	0.000

Tabelle 6. Nächtlicher Fluglärm (23-1 Uhr) nach Median (adjustiert für stetige Variable: Fluglärm (23-1 Uhr), Strassenlärm (22-6 Uhr), Schienenlärm (22-6 Uhr), Sozialhilfe- und Altenheimplatz-Dichte, Alter (Referenz: 80+), Interaktion Fluglärm\*Sozialhilfe, Interaktion Alter\*Fluglärm, Lärm-schutzmöglichkeit (binär))

Geschlecht	Arzneimittelgruppe	dB(A)	Odds Ratio (95% CI)	Chi <sup>2</sup>	p
männlich	Antihypertensiva	40-46	1.040 (0.985 - 1.098)	1.954	0.162
		47-64	1.123 (1.038 - 1.215)	8.378	0.004
	Cardiaca	40-46	1.027 (0.955 - 1.106)	0.518	0.472
		47-64	1.102 (0.990 - 1.226)	3.152	0.076
	Tranquillizer, Sedativa, Hypnotika	40-46	0.959 (0.877 - 1.049)	0.831	0.362
		47-64	1.015 (0.891 - 1.157)	0.053	0.818
	Antidepressiva	40-46	0.983 (0.897 - 1.077)	0.137	0.711
		47-64	1.120 (0.980 - 1.279)	2.785	0.095
	Gastro-Intestinalia	40-46	1.005 (0.963 - 1.048)	0.045	0.833
		47-64	1.030 (0.967 - 1.097)	0.821	0.365
	Antihypertensiva + Cardiaca	40-46	1.070 (0.985 - 1.163)	2.590	0.108
		47-64	1.193 (1.057 - 1.345)	8.211	0.004
	Antihypertensiva + Cardiaca+ Tranquillizer etc.	40-46	1.038 (0.864 - 1.248)	0.160	0.690
		47-64	1.041 (0.803 - 1.350)	0.093	0.761
	"Restliche" Arzneimittel (ohne Antihypertensiva, Cardiaca, Tranquillizer, Antidepressiva)	40-46	0.983 (0.957 - 1.011)	1.440	0.230
		47-64	1.004 (0.965 - 1.045)	0.047	0.828
	Antihypertensiva + Cardiaca + "Restliche" Arzneimittel	40-46	1.064 (0.978 - 1.158)	2.099	0.147
		47-64	1.234 (1.091 - 1.395)	11.25	0.001
weiblich	Antihypertensiva	40-46	1.262 (1.204 - 1.323)	93.54	0.000
		47-64	1.473 (1.373 - 1.581)	115.1	0.000
	Cardiaca	40-46	1.230 (1.154 - 1.312)	39.70	0.000
		47-64	1.637 (1.484 - 1.807)	96.35	0.000
	Tranquillizer, Sedativa, Hypnotika	40-46	1.102 (1.028 - 1.181)	7.447	0.006
		47-64	1.311 (1.177 - 1.459)	24.45	0.000
	Antidepressiva	40-46	1.080 (1.010 - 1.156)	5.047	0.025
		47-64	1.257 (1.137 - 1.390)	20.04	0.000
	Gastro-Intestinalia	40-46	1.011 (0.973 - 1.051)	0.322	0.571
		47-64	1.082 (1.020 - 1.147)	6.935	0.008
	Antihypertensiva + Cardiaca	40-46	1.447 (1.345 - 1.556)	98.74	0.000
		47-64	2.171 (1.939 - 2.431)	180.5	0.000
	Antihypertensiva + Cardiaca+ Tranquillizer etc.	40-46	1.676 (1.478 - 1.899)	65.21	0.000
		47-64	2.657 (2.153 - 3.279)	82.97	0.000
	"Restliche" Arzneimittel (ohne Antihypertensiva, Cardiaca, Tranquillizer, Antidepressiva)	40-46	0.992 (0.966 - 1.018)	0.379	0.538
		47-64	1.046 (1.006 - 1.086)	5.188	0.023
	Antihypertensiva + Cardiaca + "Restliche" Arzneimittel	40-46	1.441 (1.338 - 1.551)	93.51	0.000
		47-64	2.221 (1.980 - 2.492)	184.8	0.000

Die Analyse der übrigen Zeitfenster des Fluglärms (Tabellen 6-10) zeigen durchweg schwächere Effekte als im Zeitfenster nächtlichen Fluglärms zwischen 3 und 5 Uhr beobachtet. Davon bilden zwei Arzneimittelgruppen eine Ausnahme: Die Arzneimittel zur Behandlung von Magen- und Darmerkrankungen weisen im Zeitfenster 23-1 Uhr nachts (Tabelle 5) für beide Geschlechter eine signifikant erhöhte Odds Ratio auf (Männer: 1.11; Frauen 1.12). Das Gleiche gilt für Antidepressiva, die hier mit 1.16 bei Männern und 1.18 bei Frauen erhöht sind. Bei der Stratifizierung nach dem Median verschwindet dieser Effekt bei Männern, während er bei Frauen bestehen bleibt (Odds Ratio: 1.08 vs. 1.26).

Tabelle 7. Nächtlicher Fluglärm (22-6 Uhr) (adjustiert für stetige Variable: Fluglärm (22-6 Uhr), Strassenlärm (22-6 Uhr), Schienenlärm (22-6 Uhr), Sozialhilfe- und Altenheimplatz-Dichte, Alter (Referenz: 80+), Interaktion Fluglärm\*Sozialhilfe, Interaktion Alter\*Fluglärm, Lärmschutz-Möglichkeit (binär))

Arzneimittelgruppe	Geschlecht	Odds Ratio (95% CI)	Chi <sup>2</sup>	p
Antihypertensiva	männlich	1.162 (1.102 - 1.226)	30.59	0.000
	weiblich	1.394 (1.331 - 1.461)	194.1	0.000
Cardiaca	männlich	1.268 (1.177 - 1.365)	39.44	0.000
	weiblich	1.509 (1.408 - 1.617)	135.7	0.000
Tranquillizer, Sedativa, Hypnotika	männlich	1.123 (1.009 - 1.250)	4.472	0.034
	weiblich	1.318 (1.214 - 1.430)	43.80	0.000
Antidepressiva	männlich	1.010 (0.909 - 1.123)	0.035	0.853
	weiblich	1.159 (1.075 - 1.250)	14.65	0.000
Gastro-Intestinalia	männlich	1.122 (1.065 - 1.182)	18.45	0.000
	weiblich	1.095 (1.042 - 1.149)	13.21	0.000
Antihypertensiva + Cardiaca	männlich	1.344 (1.237 - 1.460)	48.65	0.000
	weiblich	1.754 (1.624 - 1.895)	203.0	0.000
Antihypertensiva + Cardiaca + Tranquillizer, Sedativa, Hypnotika	männlich	1.553 (1.272 - 1.897)	18.63	0.000
	weiblich	2.148 (1.839 - 2.509)	93.02	0.000
„Rest“-Arzneimittel	männlich	1.042 (1.008 - 1.077)	5.974	0.015
	weiblich	1.048 (1.017 - 1.079)	9.702	0.002
„Rest“-Arzneimittel bei Versicherten mit Antihypertensiva + Cardiaca	männlich	1.397 (1.280 - 1.525)	56.36	0.000
	weiblich	1.779 (1.640 - 1.929)	194.3	0.000

Tabelle 8. Nächtlicher Fluglärm (22-6 Uhr) nach Median (adjustiert für stetige Variable: Fluglärm (22-6 Uhr), Strassenlärm (22-6 Uhr), Schienenlärm (22-6 Uhr), Sozialhilfe- und Altenheimplatz-Dichte, Alter (Referenz: 80+), Interaktion Fluglärm\*Sozialhilfe, Interaktion Alter\*Fluglärm, Lärm-schutzmöglichkeit (binär))

Geschlecht	Arzneimittelgruppe	dB(A)	Odds Ratio (95% CI)	Chi <sup>2</sup>	p
Männlich	Antihypertensiva	40-<46	1.079 (1.024 - 1.136)	8.119	0.004
		46-62	0.998 (0.927 - 1.074)	0.004	0.950
	Cardiaca	40-<46	1.095 (1.020 - 1.175)	6.261	0.012
		46-62	1.047 (0.947 - 1.159)	0.807	0.369
	Tranquillizer, Sedativa, Hypnotika	40-<46	1.204 (1.107 - 1.309)	18.79	0.000
		46-62	0.883 (0.781 - 0.999)	3.908	0.048
	Antidepressiva	40-<46	1.017 (0.929 - 1.113)	0.134	0.714
		46-62	0.967 (0.854 - 1.095)	0.283	0.595
	Gastro-Intestinalia	40-<46	1.056 (1.013 - 1.101)	6.482	0.011
		46-62	0.938 (0.884 - 0.996)	4.421	0.036
	Antihypertensiva + Cardiaca	40-<46	1.106 (1.021 - 1.199)	6.043	0.014
		46-62	1.145 (1.021 - 1.283)	5.388	0.020
	Antihypertensiva + Cardiaca+ Tranquillizer etc.	40-<46	1.265 (1.066 - 1.501)	7.275	0.007
		46-62	0.989 (0.771 - 1.268)	0.008	0.929
	"Restliche" Arzneimittel (ohne Antihypertensiva, Cardiaca, Tranquillizer, Antidepressiva)	40-<46	1.026 (0.999 - 1.053)	3.542	0.060
		46-62	0.964 (0.929 - 1.000)	3.828	0.050
	Antihypertensiva + Cardiaca + "Restliche" Arzneimittel	40-<46	1.102 (1.016 - 1.196)	5.420	0.020
		46-62	1.175 (1.045 - 1.321)	7.261	0.007
Weiblich	Antihypertensiva	40-<46	1.332 (1.274 - 1.392)	159.3	0.000
		46-62	1.319 (1.234 - 1.409)	67.31	0.000
	Cardiaca	40-<46	1.356 (1.276 - 1.441)	96.45	0.000
		46-62	1.498 (1.365 - 1.645)	72.14	0.000
	Tranquillizer, Sedativa, Hypnotika	40-<46	1.264 (1.183 - 1.350)	48.10	0.000
		46-62	1.115 (1.008 - 1.235)	4.437	0.035
	Antidepressiva	40-<46	1.143 (1.070 - 1.221)	15.92	0.000
		46-62	1.097 (0.998 - 1.206)	3.706	0.054
	Gastro-Intestinalia	40-<46	1.048 (1.009 - 1.089)	5.795	0.016
		46-62	0.959 (0.907 - 1.013)	2.219	0.136
	Antihypertensiva + Cardiaca	40-<46	1.551 (1.449 - 1.660)	159.2	0.000
		46-62	1.974 (1.772 - 2.197)	153.7	0.000
	Antihypertensiva + Cardiaca+ Tranquillizer etc.	40-<46	1.894 (1.689 - 2.125)	119.1	0.000
		46-62	2.116 (1.730 - 2.587)	53.34	0.000
	"Restliche" Arzneimittel (ohne Antihypertensiva, Cardiaca, Tranquillizer, Antidepressiva)	40-<46	1.010 (0.985 - 1.036)	0.587	0.443
		46-62	1.004 (0.969 - 1.040)	0.044	0.834
	Antihypertensiva + Cardiaca + "Restliche" Arzneimittel	40-<46	1.551 (1.447 - 1.662)	154.8	0.000
		46-62	2.025 (1.815 - 2.260)	158.7	0.000

Tabelle 9. Fluglärm am Tage (6-22 Uhr) (adjustiert für stetige Variable: Fluglärm (6-22 Uhr), Strassenlärm (22-6 Uhr), Schienenlärm (22-6 Uhr), Sozialhilfe- und Altenheimplatz-Dichte, Alter (Referenz: 80+), Interaktion Fluglärm\*Sozialhilfe, Interaktion Alter\*Fluglärm, Lärmschutz-Möglichkeit (binär))

Arzneimittelgruppe	Geschlecht	Odds Ratio (95% CI)	Chi <sup>2</sup>	P
Antihypertensiva	männlich	1.015 (0.945 - 1.091)	0.168	0.682
	weiblich	1.254 (1.179 - 1.334)	51.99	0.000
Cardiaca	männlich	1.073 (0.968 - 1.189)	1.797	0.180
	weiblich	1.291 (1.175 - 1.419)	28.19	0.000
Tranquillizer, Sedativa, Hypnotika	männlich	1.002 (0.866 - 1.159)	0.001	0.982
	weiblich	1.328 (1.194 - 1.476)	27.57	0.000
Antidepressiva	männlich	0.977 (0.847 - 1.127)	0.100	0.751
	weiblich	1.155 (1.046 - 1.275)	8.187	0.004
Gastro-Intestinalia	männlich	1.041 (0.970 - 1.118)	1.264	0.261
	weiblich	1.038 (0.973 - 1.108)	1.275	0.259
Antihypertensiva + Cardiaca	männlich	1.092 (0.972 - 1.226)	2.213	0.137
	weiblich	1.445 (1.299 - 1.607)	45.75	0.000
Antihypertensiva + Cardiaca + Tranquillizer, Sedativa, Hypnotika	männlich	1.110 (0.831 - 1.481)	0.499	0.480
	weiblich	1.916 (1.551 - 2.367)	36.42	0.000
„Rest“-Arzneimittel	männlich	0.920 (0.880 - 0.963)	13.18	0.000
	weiblich	0.990 (0.952 - 1.029)	0.257	0.612
„Rest“-Arzneimittel bei Versicherten mit Antihypertensiva + Cardiaca	männlich	1.103 (0.973 - 1.250)	2.332	0.127
	weiblich	1.427 (1.273 - 1.599)	37.53	0.000

Tabelle 10. Fluglärm am Tage (6-22 Uhr) nach Median (adjustiert für stetige Variable: Fluglärm (6-22 Uhr), Strassenlärm (22-6 Uhr), Schienenlärm (22-6 Uhr), Sozialhilfe- und Altenheimplatz-Dichte, Alter (Referenz: 80+), Interaktion Fluglärm\*Sozialhilfe, Interaktion Alter\*Fluglärm, Lärm-schutzmöglichkeit (binär))

Geschlecht	Arzneimittelgruppe	dB(A)	Odds Ratio (95% CI)	Chi <sup>2</sup>	p
männlich	Antihypertensiva	40-46	1.046 (0.976 - 1.121)	1.645	0.200
		47-64	1.016 (0.923 - 1.119)	0.108	0.742
	Cardiaca	40-46	0.909 (0.825 - 1.003)	3.633	0.057
		47-64	1.022 (0.894 - 1.169)	0.099	0.753
	Tranquillizer, Sedativa, Hypnotika	40-46	1.027 (0.917 - 1.150)	0.208	0.648
		47-64	0.783 (0.662 - 0.926)	8.182	0.004
	Antidepressiva	40-46	1.020 (0.906 - 1.148)	0.108	0.742
		47-64	0.927 (0.786 - 1.093)	0.810	0.368
	Gastro-Intestinalia	40-46	1.005 (0.951 - 1.062)	0.027	0.869
		47-64	0.893 (0.826 - 0.966)	7.963	0.005
	Antihypertensiva + Cardiaca	40-46	0.953 (0.854 - 1.064)	0.741	0.389
		47-64	1.107 (0.951 - 1.289)	1.727	0.189
	Antihypertensiva + Cardiaca+ Tranquillizer etc.	40-46	0.978 (0.771 - 1.242)	0.032	0.857
		47-64	0.880 (0.628 - 1.235)	0.543	0.461
	"Restliche" Arzneimittel (ohne Antihypertensiva, Cardiaca, Tranquillizer, Antidepressiva)	40-46	0.966 (0.932 - 1.000)	3.805	0.051
		47-64	0.878 (0.836 - 0.922)	27.23	0.000
	Antihypertensiva + Cardiaca + "Restliche" Arzneimittel	40-46	0.944 (0.844 - 1.057)	0.994	0.319
		47-64	1.074 (0.918 - 1.257)	0.803	0.370
weiblich	Antihypertensiva	40-46	1.270 (1.197 - 1.347)	62.70	0.000
		47-64	1.199 (1.099 - 1.308)	16.69	0.000
	Cardiaca	40-46	1.244 (1.147 - 1.350)	27.58	0.000
		47-64	1.107 (0.977 - 1.255)	2.552	0.110
	Tranquillizer, Sedativa, Hypnotika	40-46	1.144 (1.047 - 1.249)	8.946	0.003
		47-64	1.168 (1.022 - 1.334)	5.169	0.023
	Antidepressiva	40-46	1.040 (0.953 - 1.134)	0.774	0.379
		47-64	1.140 (1.007 - 1.290)	4.309	0.038
	Gastro-Intestinalia	40-46	0.955 (0.908 - 1.005)	3.137	0.077
		47-64	0.869 (0.808 - 0.935)	14.24	0.000
	Antihypertensiva + Cardiaca	40-46	1.425 (1.299 - 1.563)	56.69	0.000
		47-64	1.365 (1.181 - 1.578)	17.68	0.000
	Antihypertensiva + Cardiaca+ Tranquillizer etc.	40-46	1.621 (1.386 - 1.894)	36.73	0.000
		47-64	1.931 (1.477 - 2.524)	23.17	0.000
	"Restliche" Arzneimittel (ohne Antihypertensiva, Cardiaca, Tranquillizer, Antidepressiva)	40-46	0.993 (0.961 - 1.027)	0.169	0.681
		47-64	0.944 (0.901 - 0.989)	5.900	0.015
	Antihypertensiva + Cardiaca + "Restliche" Arzneimittel	40-46	1.407 (1.281 - 1.545)	50.68	0.000
		47-64	1.354 (1.167 - 1.571)	15.91	0.000



Für das Zeitfenster nächtlichen Fluglärms zwischen 3 und 5 Uhr sind ergänzende Analysen durchgeführt worden, um zu untersuchen, ob in verschiedenen Strata der Sozialhilfe-Häufigkeit unterschiedliche Effekte nächtlichen Fluglärms zu beobachten wären. Dafür sind sowohl die Variable Sozialhilfe-Häufigkeit als auch der Fluglärmparameter in Quartile umgewandelt worden (Tabellen 13-18). Dabei zeigen sich für die kardiovaskulär wirkenden Arzneimittel folgende Effekte:

- Bis auf wenige Ausnahmen zeigen sich in allen Sozialhilfe-Quartilen Anstiege der Odds Ratios über die Fluglärm-Quartilen.
- Odds Ratios fallen, wie bei allen zuvor ausgeführten Analysen bei Frauen stärker aus als bei Männern.
- Die Odds Ratios steigen am stärksten bei der Kombination von kardiovaskulär wirksamen Arzneimitteln miteinander bzw. mit anderen Arzneimittelgruppen. Dieses ist als Indikator dafür zu interpretieren, dass bei Versicherten, deren Erkrankungen die Behandlung mit Arzneimitteln aus verschiedenen Arzneimittelgruppen erfordern, stärkere Effekte auftreten als bei denjenigen, deren Behandlung lediglich Arzneimittel einer Kategorie verlangt. Die maximal auftretenden Odds Ratios belaufen sich bei Männern in der Kombination von kardiovaskulär wirksamen Arzneimitteln mit Tranquillizern auf 3.3 (4. Sozialhilfe-Quartile, 4. Fluglärmquartile), bei Frauen auf 3.6 (4. Sozialhilfe-Quartile, 3. Fluglärm-Quartile).
- In mehreren Strata der Sozialhilfe-Häufigkeit findet sich in der vierten Fluglärmquartile ein niedrigerer, wenngleich auch signifikant erhöhter Wert als in der dritten Quartile.
- Die 2. Sozialhilfe-Quartile bei Männern weist bei kardiovaskulär wirksamen Arzneimitteln z.T. überhaupt keine erhöhten Odds Ratios auf.
- Verordnungen für Antidepressiva zeigen bei Männern lediglich in der 1. Sozialhilfe-Quartile Effekte. Bei Frauen finden sich - mit Ausnahme der 3. Sozialhilfe-Quartile - mit der Fluglärm-Intensität ansteigende Effekte, die am stärksten in der 4. Sozialhilfe-Quartile ausgeprägt sind.
- Tranquillizer, Sedativa und Hypnotika weisen bei Frauen in allen Sozialhilfe-Quartilen einen Trend zum Anstieg mit zunehmender Fluglärmbelastung auf. Dabei finden sich die größten Odds Ratios in der 1. Sozialhilfe-Quartile. Bei Männern findet sich ausschließlich in der ersten Sozialhilfe-Quartile ein relevanter Anstieg

- Bei Arzneimitteln zur Behandlung von Magen- und Darmerkrankungen finden sich bei beiden Geschlechtern sporadisch erhöhte Odds Ratios, ohne dass ein Trend erkennbar wäre.

Tabelle 11. Fluglärm nachts (3-5 Uhr) und Antihypertensiva nach Quartilen der Sozialhilfe-Häufigkeit und des Fluglärms

Geschlecht	Sozialhilfe-Quartile (%)	Fluglärm-Quartile (dB(A))	Odds Ratio (95% CI)	Chi <sup>2</sup>	p
Männlich	< 2.1	40-43	1.034 (0.916 -1.168)	0.29	0.5892
		44-45	1.201 (1.106 -1.304)	18.96	0.0000
		46-47	1.339 (1.215 -1.476)	34.41	0.0000
		48-61	1.300 (1.155 -1.463)	18.99	0.0000
	2.1 -< 4.4	40-43	0.968 (0.902 -1.039)	0.80	0.3715
		44-45	1.116 (1.056 -1.180)	15.18	0.0001
		46-47	1.042 (0.976 -1.113)	1.54	0.2150
		48-61	1.076 (0.993 -1.165)	3.20	0.0735
	4.4 -< 6.9	40-43	1.130 (1.056 -1.208)	12.51	0.0004
		44-45	1.115 (1.045 -1.189)	10.90	0.0010
		46-47	1.162 (1.076 -1.254)	14.84	0.0001
		48-61	1.000 (0.913 -1.096)	0.00	0.9933
	6.9 +	40-43	1.090 (1.011 -1.174)	5.08	0.0242
		44-45	1.087 (1.009 -1.172)	4.78	0.0288
		46-47	1.118 (1.024 -1.222)	6.14	0.0132
		48-61	1.248 (1.115 -1.396)	14.94	0.0001
Weiblich	< 2.1	40-43	1.194 (1.084 -1.316)	12.83	0.0003
		44-45	1.355 (1.265 -1.452)	74.51	0.0000
		46-47	1.663 (1.532 -1.804)	148.55	0.0000
		48-61	1.482 (1.342 -1.637)	60.11	0.0000
	2.1 -< 4.4	40-43	1.170 (1.099 -1.245)	24.44	0.0000
		44-45	1.524 (1.449 -1.603)	264.23	0.0000
		46-47	1.623 (1.529 -1.723)	252.48	0.0000
		48-61	1.670 (1.553 -1.796)	191.63	0.0000
	4.4 -< 6.9	40-43	1.385 (1.307 -1.467)	122.09	0.0000
		44-45	1.529 (1.447 -1.615)	227.47	0.0000
		46-47	1.747 (1.638 -1.864)	286.49	0.0000
		48-61	1.481 (1.370 -1.601)	97.56	0.0000
	6.9 +	40-43	1.243 (1.164 -1.328)	41.95	0.0000
		44-45	1.399 (1.310 -1.493)	100.44	0.0000
		46-47	1.451 (1.344 -1.567)	90.48	0.0000
		48-61	1.362 (1.235 -1.501)	38.65	0.0000

Adjustiert für stetige Variable: Fluglärm (3-5 Uhr), Straßenverkehrslärm (22-6 Uhr), Schienenverkehrslärm (22-6 Uhr), Altenheimplatz-Dichte, Alter (Referenz: 80+), Interaktion Alter\*Fluglärm, Lärmschutzmöglichkeit (binär)

Tabelle 12. Fluglärm nachts (3-5 Uhr) und Cardiaca nach Quartilen der Sozialhilfe-Häufigkeit und des Fluglärms

Geschlecht	Sozialhilfe-Quartile (%)	Fluglärm-Quartile (dB(A))	Odds Ratio (95% CI)	Chi <sup>2</sup>	p
Männlich	< 2.1	40-43	0.830 (0.690 -0.999)	3.88	0.0488
		44-45	1.114 (0.990 -1.254)	3.22	0.0730
		46-47	1.231 (1.070 -1.416)	8.48	0.0036
		48-61	1.190 (1.005 -1.410)	4.08	0.0435
	2.1 -< 4.4	40-43	0.951 (0.861 -1.051)	0.97	0.3246
		44-45	1.078 (0.997 -1.166)	3.59	0.0580
		46-47	1.089 (0.994 -1.194)	3.32	0.0684
		48-61	1.165 (1.041 -1.303)	7.08	0.0078
	4.4 -< 6.9	40-43	1.175 (1.071 -1.290)	11.54	0.0007
		44-45	1.348 (1.233 -1.475)	42.75	0.0000
		46-47	1.513 (1.362 -1.682)	59.02	0.0000
		48-61	1.575 (1.388 -1.786)	49.88	0.0000
	6.9 +	40-43	1.140 (1.032 -1.259)	6.68	0.0097
		44-45	1.127 (1.017 -1.249)	5.20	0.0226
		46-47	1.146 (1.015 -1.294)	4.87	0.0273
		48-61	1.301 (1.116 -1.517)	11.28	0.0008
Weiblich	< 2.1	40-43	1.177 (1.024 -1.354)	5.25	0.0220
		44-45	1.527 (1.383 -1.685)	70.64	0.0000
		46-47	2.027 (1.804 -2.278)	140.67	0.0000
		48-61	1.586 (1.376 -1.827)	40.72	0.0000
	2.1 -< 4.4	40-43	1.293 (1.186 -1.410)	33.79	0.0000
		44-45	1.773 (1.650 -1.906)	242.06	0.0000
		46-47	1.804 (1.658 -1.964)	186.05	0.0000
		48-61	1.902 (1.717 -2.108)	150.72	0.0000
	4.4 -< 6.9	40-43	1.432 (1.323 -1.551)	78.93	0.0000
		44-45	1.619 (1.499 -1.748)	150.29	0.0000
		46-47	1.947 (1.779 -2.131)	209.46	0.0000
		48-61	1.653 (1.483 -1.843)	82.02	0.0000
	6.9 +	40-43	1.343 (1.230 -1.468)	42.76	0.0000
		44-45	1.376 (1.257 -1.507)	47.85	0.0000
		46-47	1.499 (1.348 -1.666)	56.03	0.0000
		48-61	1.378 (1.204 -1.576)	21.81	0.0000

Adjustiert für stetige Variable: Fluglärm (3-5 Uhr), Straßenverkehrslärm (22-6 Uhr), Schienenverkehrslärm (22-6 Uhr), Altenheimplatz-Dichte, Alter (Referenz: 80+), Interaktion Alter\*Fluglärm, Lärmschutzmöglichkeit (binär)

Tabelle 13. Fluglärm nachts (3-5 Uhr) und Cardiac & Antihypertensiva nach Quartilen der Sozialhilfe-Häufigkeit und des Fluglärms

Geschlecht	Sozialhilfe- Quartile (%)	Fluglärm- Quartile (dB(A))	Odds Ratio (95% CI)	Chi <sup>2</sup>	p
Männlich	< 2.1	40-43	0.909 (0.743 -1.113)	0.85	0.3559
		44-45	1.321 (1.162 -1.502)	18.03	0.0000
		46-47	1.502 (1.291 -1.749)	27.63	0.0000
		48-61	1.523 (1.268 -1.830)	20.21	0.0000
	2.1 -< 4.4	40-43	0.948 (0.847 -1.062)	0.84	0.3598
		44-45	1.175 (1.076 -1.283)	12.91	0.0003
		46-47	1.165 (1.050 -1.292)	8.37	0.0038
		48-61	1.245 (1.098 -1.412)	11.61	0.0007
	4.4 -< 6.9	40-43	1.252 (1.129 -1.388)	18.08	0.0000
		44-45	1.413 (1.278 -1.561)	45.84	0.0000
		46-47	1.651 (1.468 -1.858)	69.64	0.0000
		48-61	1.663 (1.446 -1.914)	50.57	0.0000
	6.9 +	40-43	1.214 (1.083 -1.362)	11.01	0.0009
		44-45	1.330 (1.179 -1.501)	21.41	0.0000
		46-47	1.440 (1.248 -1.661)	24.96	0.0000
		48-61	1.702 (1.421 -2.038)	33.44	0.0000
Weiblich	< 2.1	40-43	1.310 (1.124 -1.528)	11.90	0.0006
		44-45	1.705 (1.528 -1.904)	90.45	0.0000
		46-47	2.095 (1.840 -2.385)	124.85	0.0000
		48-61	1.617 (1.383 -1.891)	36.15	0.0000
	2.1 -< 4.4	40-43	1.499 (1.359 -1.653)	65.82	0.0000
		44-45	2.378 (2.190 -2.582)	425.43	0.0000
		46-47	2.563 (2.328 -2.823)	365.78	0.0000
		48-61	2.829 (2.519 -3.175)	310.18	0.0000
	4.4 -< 6.9	40-43	1.613 (1.475 -1.763)	109.81	0.0000
		44-45	1.962 (1.799 -2.140)	230.91	0.0000
		46-47	2.500 (2.259 -2.767)	313.45	0.0000
		48-61	2.119 (1.876 -2.394)	145.72	0.0000
	6.9 +	40-43	1.523 (1.376 -1.684)	66.59	0.0000
		44-45	1.682 (1.517 -1.865)	97.16	0.0000
		46-47	1.895 (1.680 -2.138)	108.38	0.0000
		48-61	1.509 (1.295 -1.760)	27.70	0.0000

Adjustiert für stetige Variable: Fluglärm (3-5 Uhr), Straßenverkehrslärm (22-6 Uhr), Schienenverkehrslärm (22-6 Uhr), Altenheimplatz-Dichte, Alter (Referenz: 80+), Interaktion Alter\*Fluglärm, Lärmschutzmöglichkeit (binär)

Tabelle 14. Fluglärm nachts (3-5 Uhr) und Cardiacs & Antihypertensiva & Tranquillizer, Sedativa, Hypnotika nach Quartilen der Sozialhilfe-Häufigkeit und des Fluglärms

Geschlecht	Sozialhilfe-Quartile (%)	Fluglärm-Quartile (dB(A))	Odds Ratio (95% CI)	Chi <sup>2</sup>	p
Männlich	< 2.1	40-43	0.781 (0.464 -1.314)	0.87	0.3515
		44-45	1.676 (1.255 -2.239)	12.24	0.0005
		46-47	2.606 (1.852 -3.665)	30.26	0.0000
		48-61	2.226 (1.476 -3.358)	14.55	0.0001
	2.1 -< 4.4	40-43	0.694 (0.525 -0.916)	6.66	0.0099
		44-45	1.064 (0.878 -1.290)	0.40	0.5276
		46-47	0.792 (0.632 -0.992)	4.10	0.0428
		48-61	1.033 (0.784 -1.362)	0.05	0.8155
	4.4 -< 6.9	40-43	1.678 (1.341 -2.100)	20.51	0.0000
		44-45	2.104 (1.678 -2.638)	41.61	0.0000
		46-47	3.160 (2.423 -4.121)	72.13	0.0000
		48-61	2.879 (2.102 -3.943)	43.45	0.0000
	6.9 +	40-43	1.560 (1.235 -1.971)	13.93	0.0002
		44-45	2.101 (1.640 -2.691)	34.59	0.0000
		46-47	2.283 (1.705 -3.058)	30.71	0.0000
		48-61	3.270 (2.270 -4.711)	40.47	0.0000
Weiblich	< 2.1	40-43	1.409 (1.068 -1.859)	5.88	0.0153
		44-45	1.863 (1.524 -2.277)	36.82	0.0000
		46-47	2.296 (1.813 -2.908)	47.62	0.0000
		48-61	1.378 (1.038 -1.830)	4.92	0.0265
	2.1 -< 4.4	40-43	1.564 (1.308 -1.871)	23.99	0.0000
		44-45	2.612 (2.247 -3.037)	155.98	0.0000
		46-47	3.222 (2.701 -3.844)	169.09	0.0000
		48-61	2.881 (2.334 -3.557)	96.90	0.0000
	4.4 -< 6.9	40-43	1.922 (1.639 -2.254)	64.52	0.0000
		44-45	2.292 (1.955 -2.687)	104.42	0.0000
		46-47	3.019 (2.508 -3.632)	136.83	0.0000
		48-61	2.474 (1.982 -3.088)	64.21	0.0000
	6.9 +	40-43	2.087 (1.756 -2.481)	69.75	0.0000
		44-45	2.684 (2.236 -3.222)	112.34	0.0000
		46-47	3.615 (2.923 -4.471)	140.53	0.0000
		48-61	2.701 (2.062 -3.539)	52.00	0.0000

Adjustiert für stetige Variable: Fluglärm (3-5 Uhr), Straßenverkehrslärm (22-6 Uhr), Schienenverkehrslärm (22-6 Uhr), Altenheimplatz-Dichte, Alter (Referenz: 80+), Interaktion Alter\*Fluglärm, Lärmschutzmöglichkeit (binär)

Tabelle 15. Fluglärm nachts (3-5 Uhr) und Cardiac & Antihypertensiva & „restliche“ Arzneimittel Quartilen der Sozialhilfe-Häufigkeit und des Fluglärms

Geschlecht	Sozialhilfe-Quartile (%)	Fluglärm-Quartile (dB(A))	Odds Ratio (95% CI)	Chi <sup>2</sup>	p
Männlich	< 2.1	40-43	0.959 (0.782 -1.175)	0.16	0.6849
		44-45	1.363 (1.194 -1.555)	21.03	0.0000
		46-47	1.632 (1.396 -1.908)	37.64	0.0000
		48-61	1.595 (1.321 -1.927)	23.47	0.0000
	2.1 -< 4.4	40-43	0.941 (0.838 -1.056)	1.07	0.3017
		44-45	1.134 (1.037 -1.241)	7.54	0.0060
		46-47	1.126 (1.013 -1.251)	4.84	0.0277
		48-61	1.103 (0.969 -1.255)	2.21	0.1369
	4.4 -< 6.9	40-43	1.254 (1.127 -1.394)	17.43	0.0000
		44-45	1.463 (1.321 -1.621)	53.44	0.0000
		46-47	1.771 (1.571 -1.998)	86.90	0.0000
		48-61	1.774 (1.537 -2.047)	61.64	0.0000
	6.9 +	40-43	1.254 (1.116 -1.408)	14.49	0.0001
		44-45	1.376 (1.216 -1.558)	25.47	0.0000
		46-47	1.542 (1.332 -1.786)	33.47	0.0000
		48-61	1.864 (1.550 -2.242)	43.76	0.0000
Weiblich	< 2.1	40-43	1.316 (1.126 -1.538)	11.87	0.0006
		44-45	1.735 (1.550 -1.942)	91.86	0.0000
		46-47	2.176 (1.905 -2.486)	131.43	0.0000
		48-61	1.640 (1.397 -1.925)	36.49	0.0000
	2.1 -< 4.4	40-43	1.517 (1.373 -1.675)	67.54	0.0000
		44-45	2.437 (2.240 -2.650)	430.23	0.0000
		46-47	2.654 (2.404 -2.929)	376.17	0.0000
		48-61	2.760 (2.452 -3.107)	282.82	0.0000
	4.4 -< 6.9	40-43	1.601 (1.461 -1.754)	101.43	0.0000
		44-45	2.049 (1.875 -2.240)	249.56	0.0000
		46-47	2.676 (2.412 -2.969)	345.09	0.0000
		48-61	2.242 (1.979 -2.541)	160.89	0.0000
	6.9 +	40-43	1.539 (1.389 -1.704)	68.07	0.0000
		44-45	1.728 (1.556 -1.920)	103.76	0.0000
		46-47	1.941 (1.717 -2.195)	112.38	0.0000
		48-61	1.580 (1.352 -1.847)	33.13	0.0000

Adjustiert für stetige Variable: Fluglärm (3-5 Uhr), Straßenverkehrslärm (22-6 Uhr), Schienenverkehrslärm (22-6 Uhr), Altenheimplatz-Dichte, Alter (Referenz: 80+), Interaktion Alter\*Fluglärm, Lärmschutzmöglichkeit (binär)

Tabelle 16. Fluglärm nachts (3-5 Uhr) und Tranquillizer, Sedativa, Hypnotika nach Quartilen der Sozialhilfe-Häufigkeit und des Fluglärms

Geschlecht	Sozialhilfe-Quartile (%)	Fluglärm-Quartile (dB(A))	Odds Ratio (95% CI)	Chi <sup>2</sup>	p
Männlich	< 2.1	40-43	0.888 (0.697 -1.130)	0.94	0.3334
		44-45	1.199 (1.025 -1.403)	5.13	0.0235
		46-47	1.717 (1.425 -2.069)	32.27	0.0000
		48-61	1.318 (1.051 -1.653)	5.73	0.0167
	2.1 -< 4.4	40-43	0.971 (0.857 -1.100)	0.21	0.6463
		44-45	1.137 (1.031 -1.254)	6.61	0.0101
		46-47	1.083 (0.964 -1.215)	1.81	0.1789
		48-61	1.071 (0.930 -1.234)	0.91	0.3396
	4.4 -< 6.9	40-43	1.101 (0.977 -1.240)	2.50	0.1138
		44-45	1.067 (0.952 -1.197)	1.25	0.2644
		46-47	1.140 (0.995 -1.306)	3.57	0.0587
		48-61	0.963 (0.818 -1.134)	0.21	0.6505
	6.9 +	40-43	1.013 (0.901 -1.139)	0.05	0.8277
		44-45	1.080 (0.964 -1.210)	1.76	0.1846
		46-47	1.080 (0.945 -1.235)	1.28	0.2571
		48-61	0.996 (0.840 -1.180)	0.00	0.9594
Weiblich	< 2.1	40-43	1.208 (1.031 -1.416)	5.44	0.0197
		44-45	1.350 (1.204 -1.513)	26.40	0.0000
		46-47	1.781 (1.555 -2.040)	69.31	0.0000
		48-61	1.472 (1.248 -1.735)	21.18	0.0000
	2.1 -< 4.4	40-43	1.023 (0.926 -1.130)	0.20	0.6555
		44-45	1.286 (1.188 -1.393)	38.41	0.0000
		46-47	1.365 (1.243 -1.500)	42.14	0.0000
		48-61	1.336 (1.192 -1.499)	24.54	0.0000
	4.4 -< 6.9	40-43	1.344 (1.228 -1.470)	41.47	0.0000
		44-45	1.287 (1.179 -1.405)	32.00	0.0000
		46-47	1.582 (1.427 -1.754)	76.11	0.0000
		48-61	1.238 (1.093 -1.402)	11.28	0.0008
	6.9 +	40-43	1.268 (1.157 -1.391)	25.66	0.0000
		44-45	1.233 (1.124 -1.352)	19.80	0.0000
		46-47	1.369 (1.228 -1.526)	32.18	0.0000
		48-61	1.305 (1.137 -1.497)	14.37	0.0002

Adjustiert für stetige Variable: Fluglärm (3-5 Uhr), Straßenverkehrslärm (22-6 Uhr), Schienenverkehrslärm (22-6 Uhr), Altenheimplatz-Dichte, Alter (Referenz: 80+), Interaktion Alter\*Fluglärm, Lärmschutzmöglichkeit (binär)

Tabelle 17. Fluglärm nachts (3-5 Uhr) und Antidepressiva nach Quartilen der Sozialhilfe-Häufigkeit und des Fluglärms

Geschlecht	Sozialhilfe-Quartile (%)	Fluglärm-Quartile (dB(A))	Odds Ratio (95% CI)	Chi <sup>2</sup>	p
Männlich	< 2.1	40-43	0.837 (0.657 -1.066)	2.08	0.1497
		44-45	0.906 (0.772 -1.062)	1.50	0.2210
		46-47	1.082 (0.896 -1.307)	0.67	0.4126
		48-61	1.052 (0.837 -1.323)	0.19	0.6648
	2.1 -< 4.4	40-43	1.048 (0.929 -1.181)	0.58	0.4471
		44-45	1.006 (0.915 -1.106)	0.01	0.9073
		46-47	0.875 (0.783 -0.979)	5.44	0.0197
		48-61	0.950 (0.828 -1.090)	0.53	0.4667
	4.4 -< 6.9	40-43	0.939 (0.830 -1.063)	0.99	0.3202
		44-45	1.077 (0.960 -1.208)	1.61	0.2047
		46-47	1.017 (0.888 -1.165)	0.06	0.8110
		48-61	0.876 (0.743 -1.032)	2.52	0.1125
	6.9 +	40-43	1.025 (0.908 -1.157)	0.16	0.6932
		44-45	1.062 (0.943 -1.197)	1.00	0.3178
		46-47	1.055 (0.917 -1.214)	0.56	0.4545
		48-61	1.157 (0.968 -1.381)	2.58	0.1082
Weiblich	< 2.1	40-43	1.016 (0.871 -1.185)	0.04	0.8429
		44-45	0.962 (0.863 -1.073)	0.48	0.4885
		46-47	1.340 (1.177 -1.526)	19.61	0.0000
		48-61	1.175 (1.003 -1.376)	3.98	0.0460
	2.1 -< 4.4	40-43	1.116 (1.017 -1.225)	5.37	0.0205
		44-45	1.267 (1.174 -1.367)	37.22	0.0000
		46-47	1.397 (1.277 -1.528)	53.08	0.0000
		48-61	1.498 (1.342 -1.671)	51.94	0.0000
	4.4 -< 6.9	40-43	1.171 (1.075 -1.276)	13.08	0.0003
		44-45	1.047 (0.966 -1.135)	1.27	0.2594
		46-47	1.203 (1.094 -1.323)	14.50	0.0001
		48-61	1.119 (0.997 -1.255)	3.68	0.0552
	6.9 +	40-43	1.170 (1.068 -1.282)	11.38	0.0007
		44-45	1.207 (1.103 -1.320)	16.79	0.0000
		46-47	1.311 (1.179 -1.458)	25.04	0.0000
		48-61	1.548 (1.354 -1.769)	40.99	0.0000

Adjustiert für stetige Variable: Fluglärm (3-5 Uhr), Straßenverkehrslärm (22-6 Uhr), Schienenverkehrslärm (22-6 Uhr), Altenheimplatz-Dichte, Alter (Referenz: 80+), Interaktion Alter\*Fluglärm, Lärmschutzmöglichkeit (binär)



Tabelle 18. Fluglärm nachts (3-5 Uhr) und Gastro-Intestinalia nach Quartilen der Sozialhilfe-Häufigkeit und des Fluglärms

Geschlecht	Sozialhilfe-Quartile (%)	Fluglärm-Quartile (dB(A))	Odds Ratio (95% CI)	Chi <sup>2</sup>	p
Männlich	< 2.1	40-43	1.013 (0.909 -1.129)	0.06	0.8129
		44-45	0.967 (0.894 -1.046)	0.70	0.4021
		46-47	1.105 (1.007 -1.213)	4.46	0.0346
		48-61	0.931 (0.832 -1.042)	1.54	0.2146
	2.1 -< 4.4	40-43	0.991 (0.933 -1.051)	0.10	0.7544
		44-45	1.074 (1.025 -1.125)	8.87	0.0029
		46-47	1.088 (1.030 -1.150)	9.01	0.0027
		48-61	1.050 (0.982 -1.124)	2.04	0.1534
	4.4 -< 6.9	40-43	1.066 (1.006 -1.129)	4.65	0.0311
		44-45	1.032 (0.978 -1.090)	1.32	0.2504
		46-47	1.145 (1.073 -1.221)	16.80	0.0000
		48-61	1.061 (0.982 -1.147)	2.23	0.1353
	6.9 +	40-43	1.045 (0.989 -1.105)	2.46	0.1168
		44-45	1.037 (0.984 -1.094)	1.85	0.1742
		46-47	1.020 (0.958 -1.085)	0.37	0.5434
		48-61	1.120 (1.035 -1.212)	7.88	0.0050
Weiblich	< 2.1	40-43	1.018 (0.929 -1.117)	0.15	0.6984
		44-45	1.018 (0.953 -1.089)	0.29	0.5920
		46-47	1.316 (1.215 -1.425)	45.32	0.0000
		48-61	1.036 (0.940 -1.142)	0.50	0.4780
	2.1 -< 4.4	40-43	0.952 (0.901 -1.006)	3.08	0.0795
		44-45	1.052 (1.007 -1.099)	5.24	0.0221
		46-47	1.070 (1.017 -1.127)	6.75	0.0094
		48-61	0.940 (0.882 -1.002)	3.65	0.0561
	4.4 -< 6.9	40-43	1.113 (1.058 -1.172)	16.83	0.0000
		44-45	1.045 (0.996 -1.098)	3.20	0.0737
		46-47	1.186 (1.120 -1.257)	33.53	0.0000
		48-61	1.050 (0.979 -1.126)	1.86	0.1731
	6.9 +	40-43	1.037 (0.985 -1.092)	1.93	0.1650
		44-45	1.036 (0.986 -1.088)	1.94	0.1639
		46-47	1.033 (0.975 -1.095)	1.20	0.2727
		48-61	1.100 (1.021 -1.184)	6.35	0.0117

Adjustiert für stetige Variable: Fluglärm (3-5 Uhr), Straßenverkehrslärm (22-6 Uhr), Schienenverkehrslärm (22-6 Uhr), Altenheimplatz-Dichte, Alter (Referenz: 80+), Interaktion Alter\*Fluglärm, Lärmschutzmöglichkeit (binär)

### 3.5 Straßenverkehr als Einflussfaktor

Da Straßenverkehrslärm in vorangehenden Studien bereits als möglicher Einflussfaktor für die Entstehung von Bluthochdruck identifiziert worden war, ist an dem vorliegenden Datensatz eine explorative Analyse durchgeführt worden. Dafür sind alle diejenigen Versicherten von der Analyse ausgeschlossen worden, bei denen einer der vier Fluglärm-Parameter einen Wert von 40 dB(A) oder mehr aufwies.

Tabellen 19 und 20 zeigen die Ergebnisse für die Quartile des Straßenverkehrslärms am Tage und in der Nacht. Die Pegelwerte reichten am Tage von 37-81 dB(A), in der Nacht von 35-79 dB(A). Als Referenz sind jeweils Versicherte herangezogen worden, bei denen ein Wert von 35 dB(A) angenommen werden musste.

Die Ergebnisse zeigen für beide Geschlechter und für beide Arzneimittelgruppen für den Straßenverkehrslärm am Tage stärkere Anstiege als für Straßenverkehrslärm in der Nacht. Bei Frauen sind wiederum die Effekte stärker ausgeprägt als bei den Männern. Diese Anstiege lassen sich als Indikatoren für einen biologische Gradienten interpretieren.

Tabelle 19. Antihypertensiva und Strassenverkehrslärm nach Quartilen

Zeit	Geschlecht	Quartile	Odds Ratio (95% CI)	Chi <sup>2</sup>	p
Tag (6-22 Uhr)	Männlich	37-53	1.055 (1.016 - 1.096)	7.921	0.005
		54-63	1.080 (1.039 - 1.122)	15.43	0.000
		64-70	1.026 (0.982 - 1.073)	1.327	0.249
		71-81	1.496 (0.935 - 2.392)	2.820	0.093
	Weiblich	37-53	1.089 (1.051 - 1.128)	22.56	0.000
		54-63	1.164 (1.124 - 1.205)	72.23	0.000
		64-70	1.108 (1.065 - 1.153)	25.94	0.000
		71-81	1.994 (1.308 - 3.039)	10.29	0.001
Nacht (22-6 Uhr)	Männlich	35-45	1.067 (0.971 - 1.174)	1.816	0.178
		46-54	1.032 (0.839 - 1.269)	0.089	0.766
		55-61	1.428 (0.953 - 2.141)	2.980	0.084
		62-79	1.137 (0.784 - 1.649)	0.459	0.498
	Weiblich	35-45	1.086 (0.992 - 1.190)	3.195	0.074
		46-54	1.502 (1.247 - 1.809)	18.37	0.000
		55-61	1.129 (0.785 - 1.624)	0.430	0.512
		62-79	1.428 (1.025 - 1.990)	4.439	0.035

Adjustiert für Straßenverkehrslärm (stetig), Alter (Referenz: 80+), Sozialhilfe-Häufigkeit, Altenheimplatz-Dichte, Interaktion alter\*Sozialhilfe-Häufigkeit

Tabelle 20. Cardiac und Straßenverkehrslärm nach Quartilen

Zeit	Geschlecht	Quartile	Odds Ratio (95% CI)	Chi <sup>2</sup>	p
Tag (6-22 Uhr)	Männlich	37-53	1.066 (1.014 - 1.122)	6.152	0.013
		54-63	1.135 (1.079 - 1.194)	24.26	0.000
		64-70	1.021 (0.963 - 1.083)	0.481	0.488
		71-81	1.396 (0.756 - 2.577)	1.137	0.286
	Weiblich	37-53	1.128 (1.075 - 1.184)	24.36	0.000
		54-63	1.199 (1.143 - 1.257)	56.04	0.000
		64-70	1.105 (1.048 - 1.166)	13.51	0.000
		71-81	1.805 (1.027 - 3.172)	4.215	0.040
Nacht (22-6 Uhr)	Männlich	35-45	1.149 (1.012 - 1.305)	4.572	0.033
		46-54	1.568 (1.192 - 2.064)	10.32	0.001
		55-61	1.361 (0.796 - 2.326)	1.269	0.260
		62-79	1.143 (0.705 - 1.853)	0.295	0.587
	Weiblich	35-45	1.224 (1.081 - 1.384)	10.26	0.001
		46-54	1.891 (1.471 - 2.432)	24.70	0.000
		55-61	1.190 (0.728 - 1.946)	0.483	0.487
		62-79	1.477 (0.945 - 2.310)	2.924	0.087

Adjustiert für Straßenverkehrslärm (stetig), Alter (Referenz: 80+), Sozialhilfe-Häufigkeit, Altenheimplatz-Dichte, Interaktion alter\*Sozialhilfe-Häufigkeit

## C. Multiple lineare Regressionen

### 3.6 Einfluss des Fluglärms auf die Verordnungsmenge von Arzneimitteln

Mithilfe der multiplen linearen Regression ist es möglich, den Einfluss mehrerer Einflussvariablen auf eine quantitative Zielvariable zu schätzen. Als Zielvariable sind im Rahmen dieser Studie die pro Versicherungsjahr verordneten definierten Tagesdosen verschiedener Arzneimittelgruppen definiert worden. Als Einflussvariable wurden neben dem Fluglärm der nächtliche Verkehrslärm (Straße, Schiene) gewählt, sowie als mögliche Störvariable die Sozialhilfe-Häufigkeit des Stadt- oder Ortsteils der Anschrift der Versicherten und die Dichte von Altenheim-Plätzen. Da die Sozialhilfe-Häufigkeit in den verschiedenen Fluglärmzonen ungleich verteilt war, wurde zur Verbesserung der Vergleichbarkeit zwischen den Lärmzonen als Adjustierungsfaktor das Zusammenwirken von Sozialhilfe-Häufigkeit und Fluglärm angewendet.

Als Ergebnis einer solchen Regressionsrechnung erhält man eine Funktion mit mehreren Parametern, die die Berechnung von verordneten definierten Tagesdosen unter verschiedenen Ausprägungen der Einflussfaktoren erlaubt. Für die nachfolgenden Abbildungen wurden folgende Ausprägungen gewählt:

- Fluglärm: ohne Fluglärm, 45, 50, 55 dB(A) Dauerschallpegel
- Straßenverkehrslärm: 50 dB(A) nachts
- Schienenverkehrslärm: keiner
- Sozialhilfe-Häufigkeit: 4.4% (= Medianwert)
- Dichte von Altenheimplätzen: 9.2% (= Medianwert).

In den Abbildungen 18-23 sind zur Visualisierung der Signifikanz der Anstiege der Verordnungsmengen mit ansteigendem Dauerschallpegel durch Fluglärm die p-Werte der Regressionskoeffizienten für den Fluglärmparameter für die einzelnen Modellrechnungen nach folgender Konvention gekennzeichnet worden:

- \* =  $p \leq 0.05$
- \*\* =  $p \leq 0.01$
- \*\*\* =  $p \leq 0.001$ .

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass die nachfolgend dargestellten Abbildungen berechnete Werte auf der Basis der ermittelten Regressionsfunktionen und nicht beobachtete Werte darstellen können. Die Schätzung der Auswirkungen nächtlichen Fluglärms zwischen 3 und 5 Uhr (Abbildungen 16 und 17) zeigt für Männer wie für Frauen einen Anstieg der Verordnungsmenge mit zunehmender Fluglärmintensität. Dieses zeigt sich in allen Altersgruppen. Allerdings fallen die Verordnungsmengen bei Frauen deutlich höher aus als bei Männern.

In anderen Zeiten des Fluglärms fallen die Anstiege geringer aus als in der zweiten Nachthälfte.

Bei der Analyse der Verordnungsmengen von Tranquillizern, Beruhigungs- und Schlafmitteln (Abbildungen 18 und 19) finden sich deutlich höhere Verordnungsmengen bei Frauen als bei Männern. Während bei Frauen in der höchsten Alterskategorie die Anstiege mit zunehmendem Fluglärm am stärksten ausfallen, finden sich bei Männern in allen Altersgruppen ab dem 60. Lebensjahr stärkere Zunahmen.

Abbildung 16. Verordnung von Antihypertensiva bei Männern  
 Nächtlicher Strassenverkehrslärm (22-6 Uhr): 50 dB(A) / Kein Schienenlärm  
 Sozialhilfe-Häufigkeit: 4.4% / Altenheim-Plätze 9.2% / Interaktionsterm Fluglärm\*Sozialhilfe

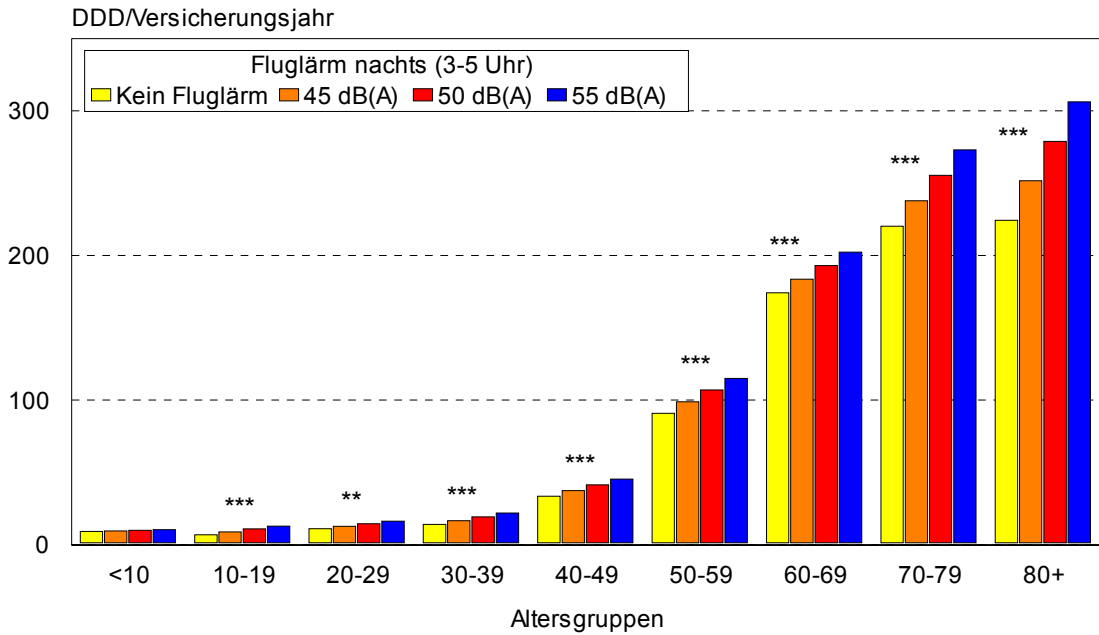


Abbildung 17. Verordnung von Antihypertensiva bei Frauen  
 Nächtlicher Strassenverkehrslärm (22-6 Uhr): 50 dB(A) / Kein Schienenlärm  
 Sozialhilfe-Häufigkeit: 4.4% / Altenheim-Plätze 9.2% / Interaktionsterm Fluglärm\*Sozialhilfe

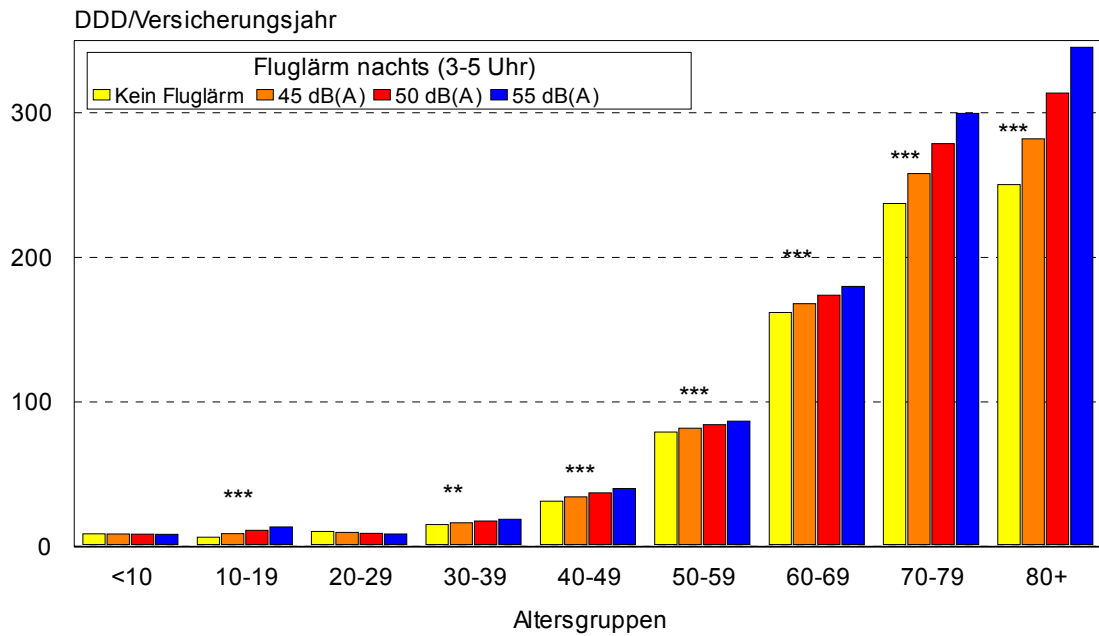


Abbildung 18. Verordnung von Tranquillizern, Sedativa, Hypnotika bei Männern

Nächtlicher Strassenverkehrslärm (22-6 Uhr): 50 dB(A) / Kein Schienenlärm

Sozialhilfe-Häufigkeit: 4.4% / Altenheim-Plätze 9.2% / Interaktionsterm Fluglärm\*Sozialhilfe

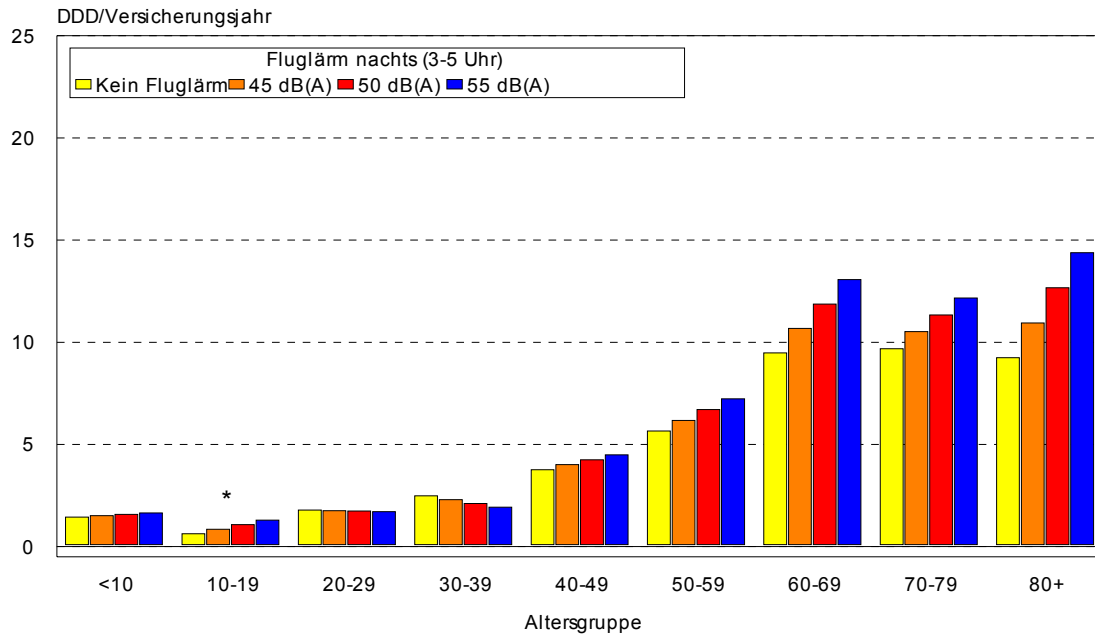
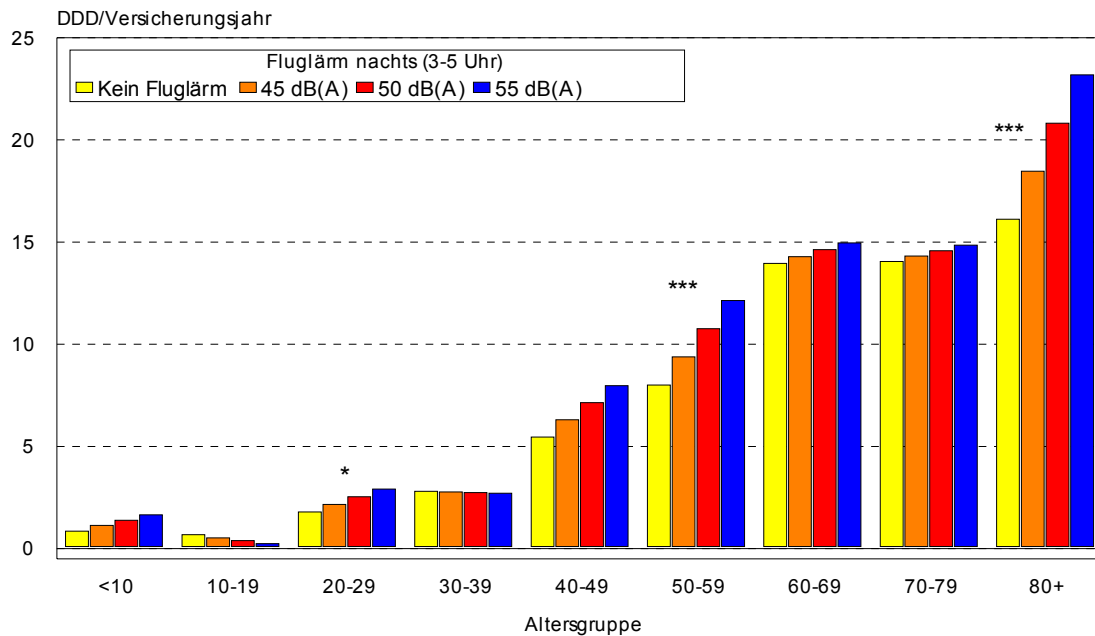


Abbildung 19. Verordnung von Tranquillizern, Sedativa, Hypnotika bei Frauen

Nächtlicher Strassenverkehrslärm (22-6 Uhr): 50 dB(A) / Kein Schienenlärm

Sozialhilfe-Häufigkeit: 4.4% / Altenheim-Plätze 9.2% / Interaktionsterm Fluglärm\*Sozialhilfe



Arzneimittel zur Behandlung von Depressionen werden Frauen generell häufiger und in größeren Mengen verordnet als Männern. Dieses zeigen deutlich die Analysen, deren Ergebnisse sich in Abbildungen 20 und 21 finden. Während beim männlichen Geschlecht der mit zunehmendem Fluglärm verbundene Anstieg der Verordnungs-

mengen erst bei den 40-49-Jährigen beginnt, ist beim weiblichen Geschlecht dieser Trend bereits bei den 10-19-Jährigen festzustellen.

Abbildung 20. Verordnung von Antidepressiva bei Männern

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

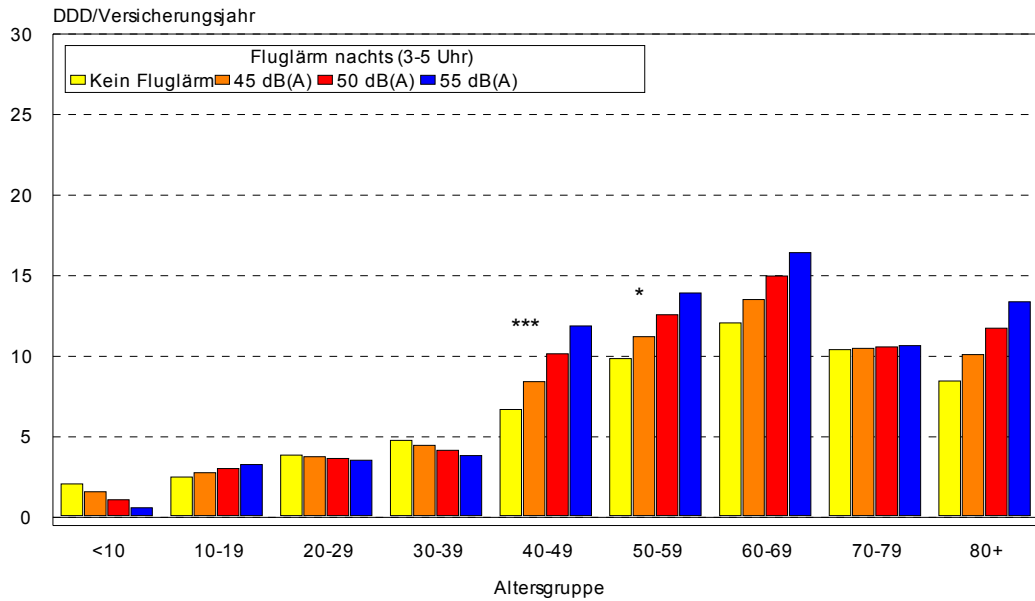
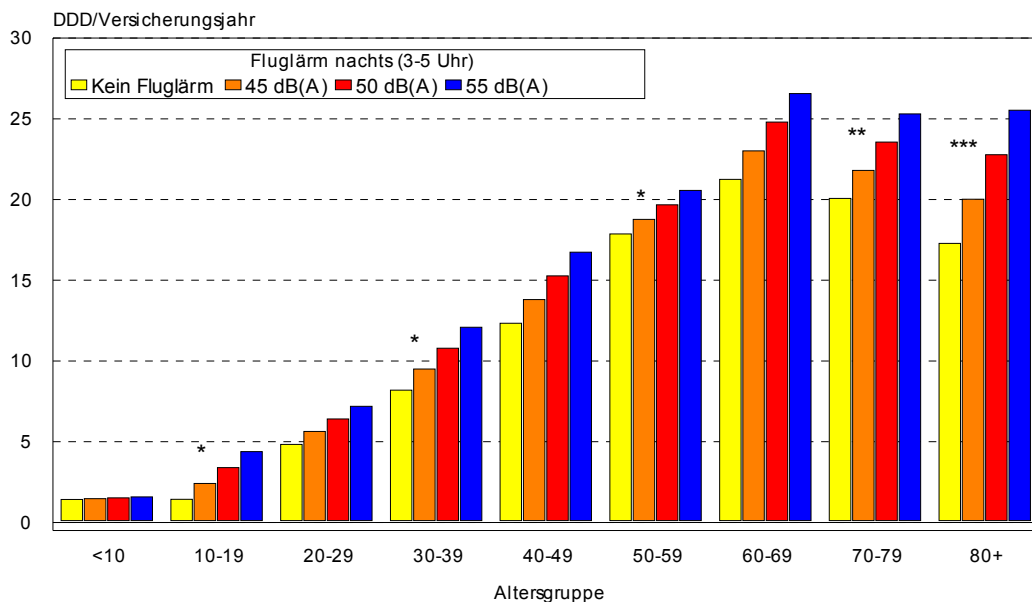


Abbildung 20. Verordnung von Antidepressiva bei Frauen

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



Bei den Arzneimitteln zur Behandlung von Herz- und Kreislauferkrankungen (Cardiaca) zeigen sich mehrere Auffälligkeiten. Bei beiden Geschlechtern finden sich relativ hohe Verordnungsmengen im ersten Lebensjahrzehnt. Vergleichbar auffällige Werte

zeigten bereits die deskriptiven Analysen (s. Tabelle 2). Die Ergebnisse der multiplen Regressionen deuten darauf hin, dass mit zunehmender Fluglärmintensität das Verordnungsvolumen ansteigt. Diese Anstiege sind mit zunehmendem Alter deutlich steiler. Dabei findet sich dieser Trend beim männlichen Geschlecht bereits ab dem 60. Lebensjahr, während er bei Frauen erst eine Dekade später deutlich wird.

Abbildung 22. Verordnung von Cardiacs bei Männern

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

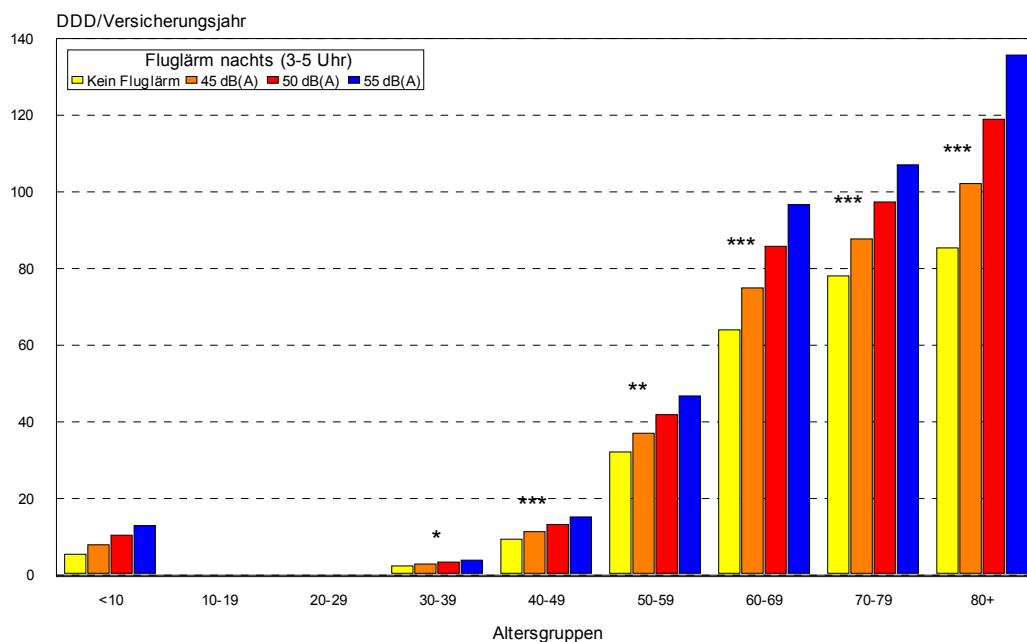
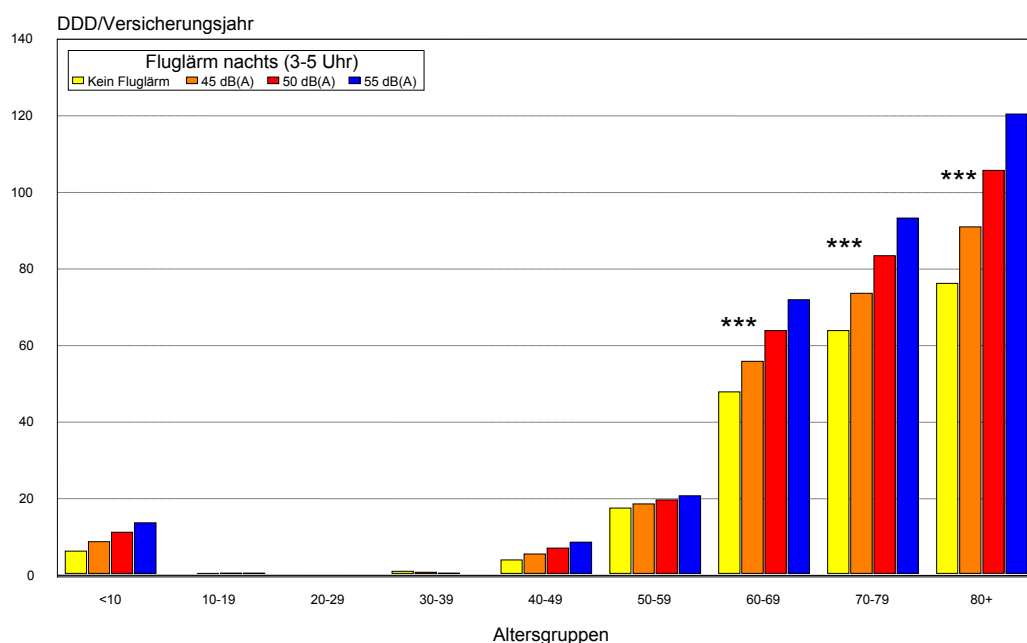


Abbildung 23. Verordnung von Cardiacs bei Frauen

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





### 3.7 Einfluss von Lärmschutzmöglichkeiten auf die Verordnungsmenge

Die Flughafen Köln/Bonn GmbH hat Flughafen-Anwohnern in ausgewählten Regionen die Möglichkeit geboten, die Ausstattung mit baulichen Lärmschutzmassnahmen finanziell zu unterstützen. Für die vorliegende Studie sind Analysen durchgeführt worden, die das Verordnungsvolumen in Abhängigkeit vom Fluglärm und der Möglichkeit von Lärmschutzmassnahmen darstellen. Da die Finanzierung der Lärmschutzmassnahmen ausschließlich die Lärmdämmung von Schlafzimmern zuließ, wären Effekte vor allem bei solchen Arzneimitteln zu erwarten gewesen, die zur Linderung von Schlafstörungen verordnet werden

Wie die Abbildungen 24 und 25 ausweisen, ist bei denjenigen Versicherten, die Anträge zur Finanzierung von Lärmschutzmassnahmen stellen durften, die verordnete Menge von Tranquillizern und vergleichbaren Arzneimitteln deutlich geringer als bei Versicherten, die bei vergleichbarer Fluglärmbelastung in der zweiten Nachthälfte diese Möglichkeiten nicht hatten.

Abbildung 24. Lärmschutz-Möglichkeit und Verordnung von Tranquillizern etc. bei Männern  
 Nächtlicher Strassenverkehrslärm (22-6 Uhr): 50 dB(A) / Kein Schienenlärm  
 Sozialhilfe-Häufigkeit: 4.4% / Altenheim-Plätze 9.2% / Interaktionsterm Sozialhilfe\*Fluglärm

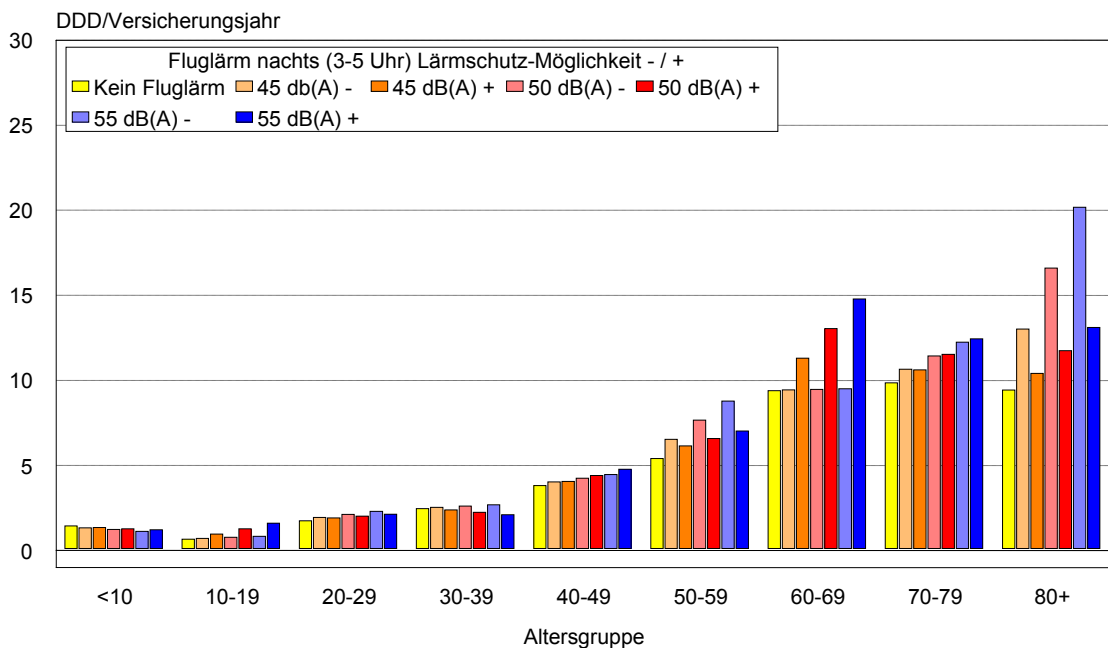
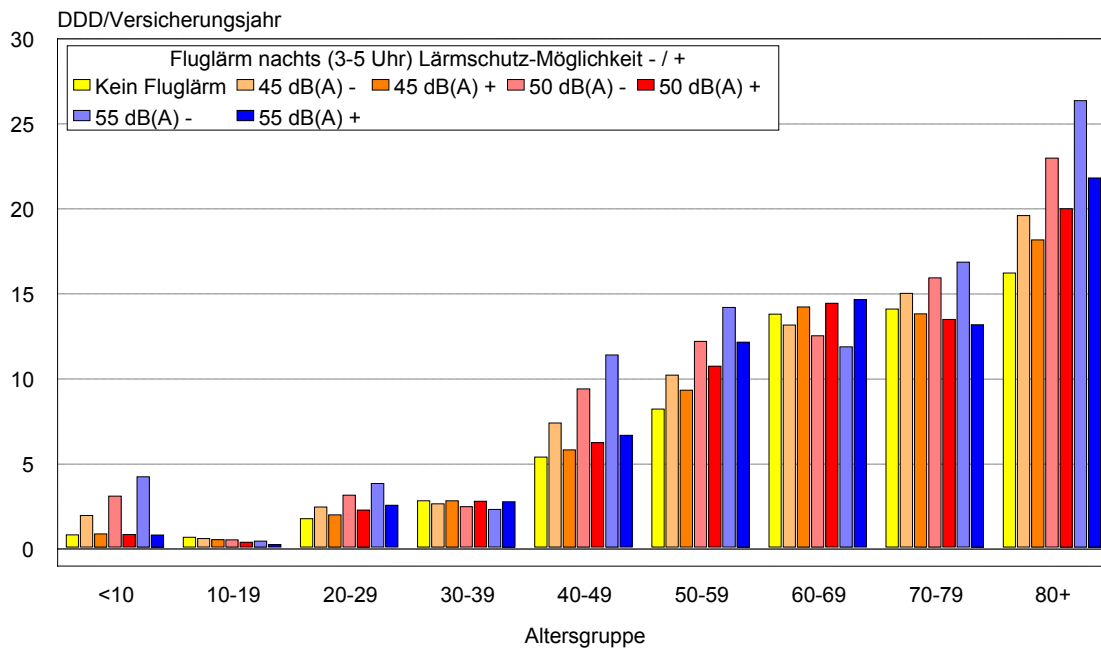


Abbildung 25. Lärmschutz-Möglichkeit und Verordnung von Tranquillizern etc. bei Frauen  
 Nächtlicher Strassenverkehrslärm (22-6 Uhr): 50 dB(A) / Kein Schienenlärm  
 Sozialhilfe-Häufigkeit: 4.4% / Altenheim-Plätze 9.2% / Interaktionsterm Sozialhilfe\*Fluglärm



Die Ergebnisse 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 auf einem insgesamt niedrigeren Verordnungsvolumen ein vergleichbarer Effekt lediglich in der Altersgruppe der 50-59-jährigen und der über 79-jährigen.

Bei der Verordnung von blutdrucksenkenden Arzneimitteln (Abbildungen 25 und 26) finden sich für Männer ab dem sechsten Lebensjahrzehnt niedrigere Verordnungsmengen in Regionen mit Lärmschutzmöglichkeit, wenngleich der Unterschied zu Regionen ohne Lärmschutzmöglichkeit deutlich geringer ausfällt als bei den Tranquillizern. Bei Frauen ist ein vergleichbarer Effekt nur bei den 70-79-jährigen sichtbar.

Abbildung 26. Lärmschutz-Möglichkeit und Verordnung von Antihypertensiva bei Männern  
 Nächtlicher Strassenverkehrslärm (22-6 Uhr): 50 dB(A) / Kein Schienenlärm  
 Sozialhilfe-Häufigkeit: 4.4% / Altenheim-Plätze 9.2% / Interaktionsterm Sozialhilfe\*Fluglärm

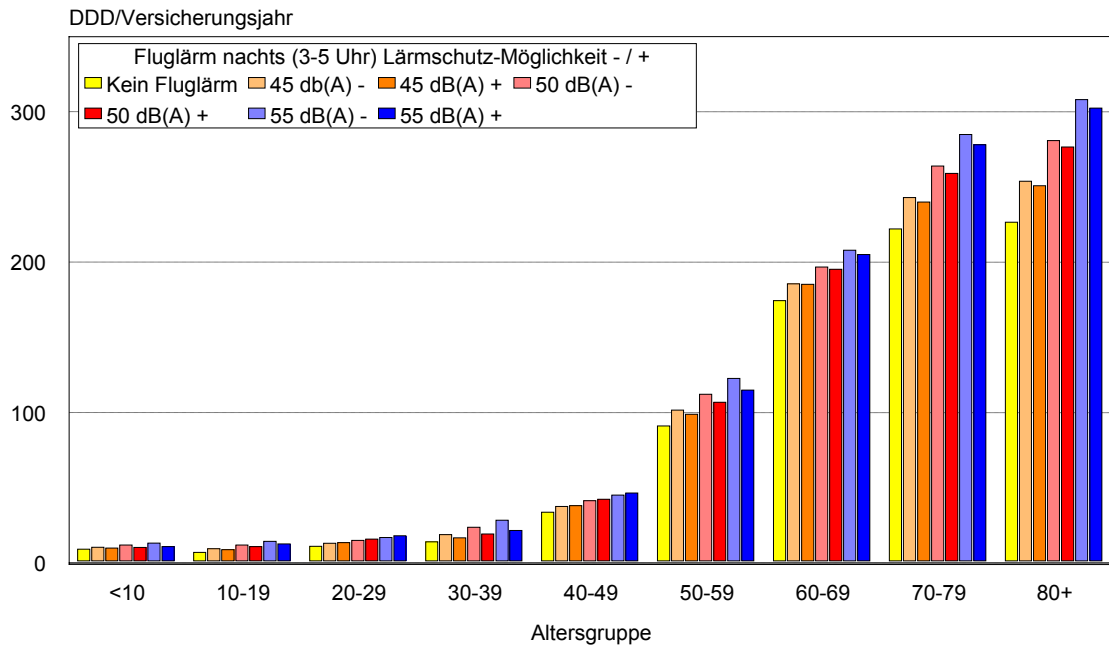
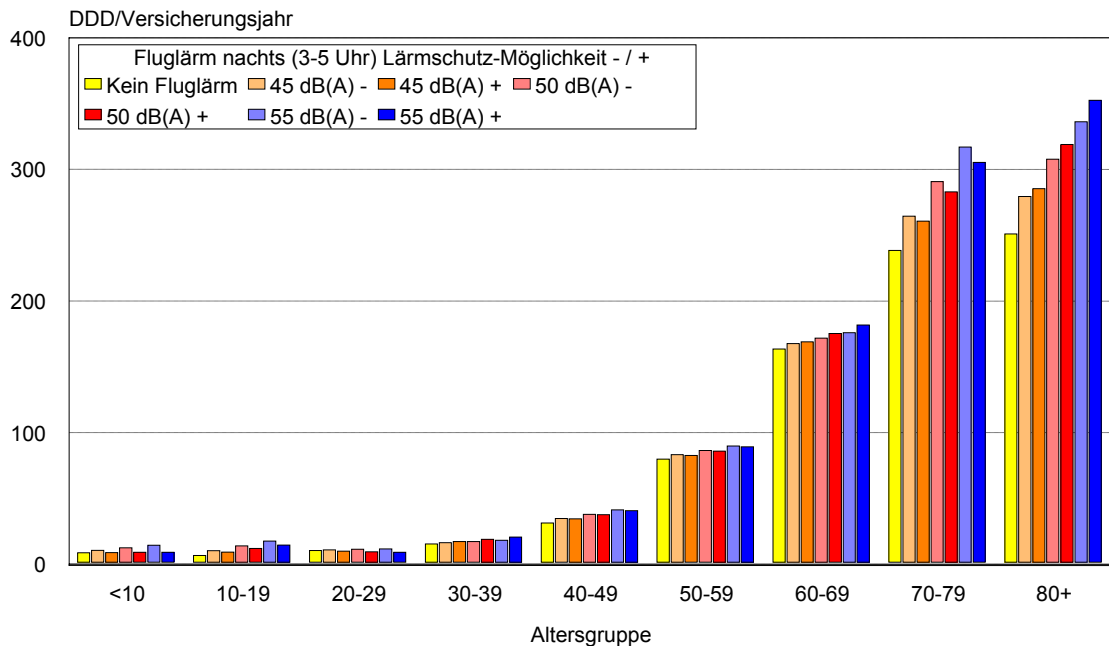


Abbildung 27. Lärmschutz-Möglichkeit und Verordnung von Antihypertensiva bei Frauen  
 Nächtlicher Strassenverkehrslärm (22-6 Uhr): 50 dB(A) / Kein Schienenlärm  
 Sozialhilfe-Häufigkeit: 4.4% / Altenheim-Plätze 9.2% / Interaktionsterm Sozialhilfe\*Fluglärm



Da auf Individualebene unbekannt ist, ob – bei Vorliegen des Anspruchs auf baulichen Schallschutz - diese Maßnahmen auch durchgeführt wurden, sind die Vergleiche zwischen den beiden Gruppen insofern fehlerbehaftet, als die Gruppe derjenigen, die tatsächlich Schallschutzmaßnahme durchgeführt haben kleiner sein dürfte

als die Gruppe der insgesamt Anspruchsberechtigten. Die Gruppe der Nichtanspruchsberechtigten ist hiervon natürlich nicht betroffen. Als Konsequenz ergibt sich daraus, dass der positive Effekt des baulichen Schallschutzes bei exakter Gruppenbildung eher größer ausfallen dürfte als kleiner.

## 4. Diskussion

### Limitationen der Studie

Die vorliegende Studie hat einige inhärente Limitierungen, die bei der Diskussion der vorgefundenen Effekte berücksichtigt werden müssen:

- Die für die Analysen herangezogenen Lärmparameter sind berechnete Werte, die im Bereich unterhalb 45 dB(A) Unschärfen aufweisen.
- Es war unbekannt, wie lange die einzelnen Versicherten tatsächlich an der Wohnanschrift gewohnt hatten, unter der sie bei den Krankenkassen geführt wurden. Es muss angenommen werden, dass die Expositionszeit bei chronischen Wirkungen eine erhebliche Rolle spielen könnte.
- Für die Indikationsstellung zur Verordnung der analysierten Gruppen von Arzneimitteln und damit für die den Verordnungen zugrunde liegenden Erkrankungen sind eine Vielzahl von etablierten Risikofaktoren identifiziert worden. Diese umfassen z.B. für kardiovaskuläre Erkrankungen unter anderem Fettstoffwechselstörungen, Rauchen, körperliche Inaktivität, Diabetes mellitus. Wollte man jedoch die vorgefundenen Effekte durch diese Risikofaktoren erklären, müsste angenommen werden, dass diese Risikofaktoren in der Bevölkerung einen Gradienten aufweisen, der z.B. dem Gradienten nächtlichen Fluglärms in der Zeit zwischen 3 und 5 Uhr folgte.
- Als Indikator für den Sozialstatus der Versicherten stand lediglich eine Aggregat-Variable, nämlich die Sozialhilfe-Häufigkeit des Stadt- bzw. Ortsteils zur Verfügung. Allerdings kann davon ausgegangen werden, dass diese Proxy-Variable den Sozialstatus der Versicherten für die durchgeführten Analysen hinreichend genau beschreibt. Diese Annahme wird durch Ergebnisse einer Untersuchung gestützt, die von K. Berger und Mitarbeitern, Institut für Epidemiologie und Sozialmedizin der Universität Münster, an einer repräsentativen Stichprobe von 1.312 Einwohnern der Stadt Dortmund durchgeführt wurde. In dieser Querschnittsstudie wurde eine Reihe von individuellen Indikatoren für den sozialen Status einer regionalen Aggregatvariablen (Arbeitslosigkeit im Wahlbezirk, zu dem die Wohnung des Probanden gehörte) gegenüber gestellt. Abbildung 27 zeigt, dass die Arbeitslosigkeits-Häufigkeit im Wohnumfeld gut mit den individuell erhobenen Sozialschicht-Indikatoren übereinstimmt.

Abbildung 28. Aus einem Vortrag von K. Berger und Koautoren: „Der Einfluss sozialer Ungleichheit im Wohnumfeld auf die Prävalenz kardiovaskulärer Risikofaktoren“, gehalten auf der 1. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Epidemiologie, Greifswald 20.9.2006 (mit freundlicher Genehmigung des Erstautors).



*Dortmunder Gesundheitsstudie*

## Individuelle soziale Faktoren in Abhängigkeit des Sozialindikators *Arbeitslosigkeit* im Wohnumfeld

*Probandenmerkmale: Soziale Faktoren (%)*

<b>Arbeitslosigkeit im Wohnumfeld</b>	<b>Arbeitslosigkeit</b>	<b>Sozialhilfe</b>	<b>Unterschicht</b>	<b>Haushaltseinkommen ≤ 2000 €/ M.</b>	<b>qm Wohnfläche/ Person</b>
5,0- 8,9 %	1,6	0,8	2,5	27,8	45,0
9,0-11,9 %	4,6	0,5	5,4	35,1	44,2
12,0-15,9 %	5,5	0,6	8,8	49,1	40,0
16,0-19,9 %	6,3	1,3	11,0	52,3	40,0
20 + %	10,9*	1,7	21,1*	49,4*	35,0*

\* p(trend) ≤ 0,05 nach Adjustierung für Probandenalter und -geschlecht

Die Gradienten der Arzneiverordnungen (Jemals-Verordnungen und Verordnungsmenge), die sich für alle Kombinationen mit kardiovaskulär wirksamen Arzneimittelgruppen zeigten, (s. Tabellen 13-15) sind als statistische Zufallseffekte keinesfalls zu erklären.

- Die Studie beruht auf Daten kooperierender gesetzlicher Krankenkassen. Es muss davon ausgegangen werden, dass gegenwärtig ca. 10% der deutschen Bevölkerung einer privaten Krankenversicherung angehören. Von diesen Personen muss angenommen werden, dass sie einen höheren Sozialstatus aufweisen als die deutsche Durchschnittsbevölkerung. Es erscheint jedoch unwahrscheinlich, dass mögliche Lärmwirkungen in einer oberen Sozialschicht nicht in vergleichbarer Weise auftreten könnten wie in niedrigeren Sozialschichten.
- Als Effektvariable sind Arzneiverordnungen gewählt worden. Arzneiverordnungen haben nicht die gleiche Validität wie Inzidenzdaten eines Krankheits-

registers. Es ist z.B. bei der Verordnung von Antihypertensiva davon auszugehen, dass sie lediglich einen Teil der vorhandenen Inzidenz bzw. Prävalenz des Bluthochdrucks in der Bevölkerung abbilden, da

- ein erheblicher Anteil von Hypertonikern unentdeckt ist;
- ein weiterer, nicht unerheblicher Teil von Hypertonikern zwar entdeckt ist, jedoch nicht mit Antihypertensiva behandelt wird;
- Frauen generell eine höhere Entdeckungsrate und höhere Behandlungsrate aufweisen als Männer.

Dieses bedeutet, dass die gefundenen Effekte möglicherweise lediglich Minimalschätzungen darstellen.

### **Validität der Studie**

Diesen Limitationen steht eine Reihe von positiven Charakteristika der durchgeführten Studie gegenüber.

- a) Die Studie basiert ausschließlich auf objektiven Daten. Damit werden alle Verzerrungen, die allen epidemiologischen Studien innewohnen, die sich auch auf Befragungen stützen müssen, vermieden.
- b) Die Problematik unzureichender Response-Raten, die die epidemiologische Feldarbeit in den vergangenen Jahren zunehmend belastet, ist für die vorliegende Studie nicht existent. Die Verlustrate von knapp über 7% aller Versicherten, die durch technische Probleme ungenauer Anschriften bzw. Verschneidungsprobleme beim Linkage zwischen geokodierten Lärmparametern und Anschriften hervorgerufen wurde, weist mit Sicherheit nicht die Charakteristik eines Response-Bias in epidemiologischen Studien auf. Ein solcher Bias kann bei Responseraten unter 60% ein erhebliches Ungleichgewicht hinsichtlich Sozialstatus mit sich bringen. Dieses kann im Falle geringerer Responseraten bei Kontrollpersonen in einer Fall-Kontroll-Studie zu einer Überschätzung von Odds Ratios führen. Es ist nicht vorstellbar, dass für die vorliegende Studie die Verlustrate in irgendeiner Weise sich differentiell auf die ermittelten Odds Ratios ausgewirkt haben könnte.
- c) Die Studie umfasst über 42% der Gesamtbevölkerung der Studienregion und deckt ein breites Spektrum gesetzlicher Krankenkassen ab. Damit ist eine Verallgemeinerungsfähigkeit für die Gesamtbevölkerung

der Studienregion – mit Ausschluss der bei privaten Krankenkassen Versicherten – gegeben.

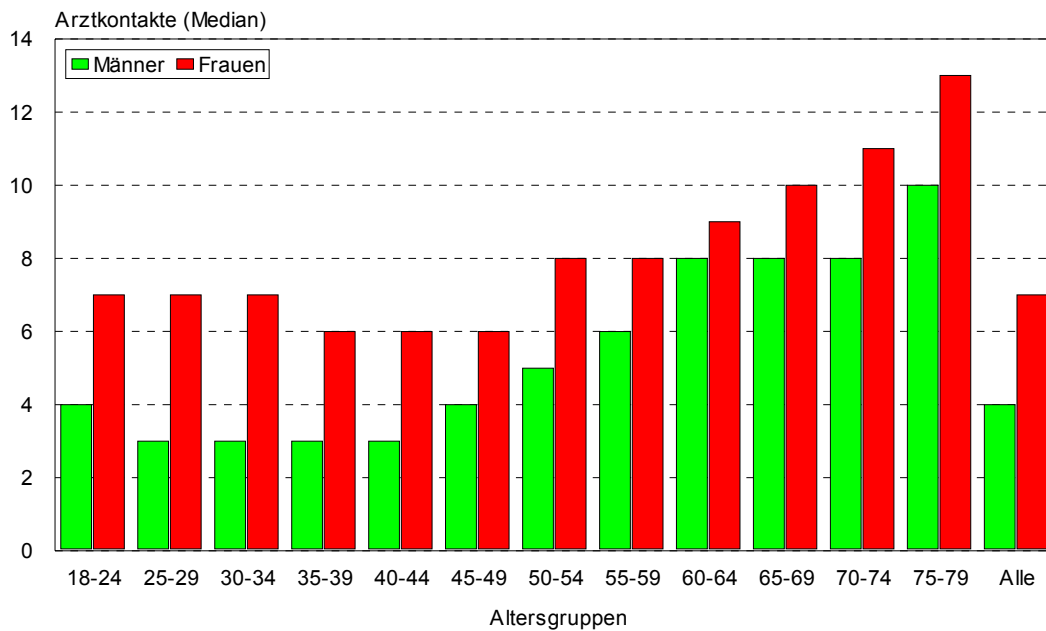
- d) Die Studie umfasst beide Geschlechter und sämtliche Altersgruppen. Damit ist sie in ihrer Aussagefähigkeit sowohl kleinen experimentellen Studien, wie z.B. der Schlafstudie des Instituts für Luft- und Raumfahrtmedizin der DLR (Basner et al., 2004) überlegen. Sie kann darüber hinaus auch Aussagen machen zu jungen, sowie alten und sehr alten Versicherten. Selbst in sorgfältig geplanten und durchgeführten epidemiologischen Studien wird aus logistischen Gründen in der Regel darauf verzichtet, Personen mit einem Alter von über 75 Jahren einzubeziehen.

Die Ergebnisse weisen eine hohe innere Validität auf. Dieses zeigt sich an mehreren Befunden.

- Insgesamt finden sich bei Frauen in allen Kategorien größere Effekte als bei Männern. Dieser Befund darf nicht ohne Weiteres als Beleg dafür interpretiert werden, dass Frauen auf Fluglärm sensitiver reagierten als Männer. Vielmehr muss davon ausgegangen werden, dass Frauen im Mittel eine deutlich höhere Anzahl von Arztkontakten aufweisen als Männer und damit die Wahrscheinlichkeit für eine Diagnosestellung und für die Verordnung eines Arzneimittels bei ihnen größer ist als bei Männern. Eigene Auswertungen der Daten des im Jahre 1998 vom Robert-Koch-Institut durchgeführten letzten Nationalen Untersuchungs-Surveys belegen dieses deutlich. Fasst man Kontakte mit Ärzten aller Fachdisziplinen außer Zahnärzten zusammen, zeigen sich in allen Altersgruppen bei Frauen deutlich höhere Kontaktraten als bei Männern (Abbildung 29).



Abbildung 29. Anzahl der Arztkontakte innerhalb von 12 Monaten (Alle Ärzte ohne Zahnärzte)  
Nationaler Untersuchungs-Survey 1998 (N = 7.124)



- Für die Verordnung von Antihypertensiva finden sich bei Frauen für jeden analysierten Parameter größere Effekte als bei Männern. Ein solches Ergebnis wäre zu erwarten gewesen, wenn man die Prävalenz des Bluthochdrucks und den Anteil von Hypertonikern mit Behandlung mit blutdrucksenkenden Arzneimitteln in Deutschland betrachtet. Die Daten des deutschen Nationalen Untersuchungs-Surveys 1998 weisen für Frauen eine Prävalenz des Bluthochdrucks von 44,4% aus (Männer: 53,0%). Dabei finden sich für Männer erhöhte Prävalenzen in fast allen Altersgruppen (Abbildung 30).

Eine Analyse des Bekanntheitsgrades der eigenen Hypertonie (Abbildung 31) weist bei Frauen in praktisch allen Altersgruppen höhere Prozentwerte auf als bei Männern, ein Befund der unmittelbar mit den höheren Arztkontaktraten der Frauen korreliert. In vergleichbarer Weise findet sich bei Frauen in allen Altersgruppen ein deutlich höherer Prozentsatz medikamentös behandelter Hypertonikerinnen (Abbildung 32).

Abbildung 30. Prävalenz der Hypertonie (syst.>138 / diast. > 88 / antihypertensive Therapie)  
Nationaler Untersuchungs-Survey 1998 (N = 7.124)

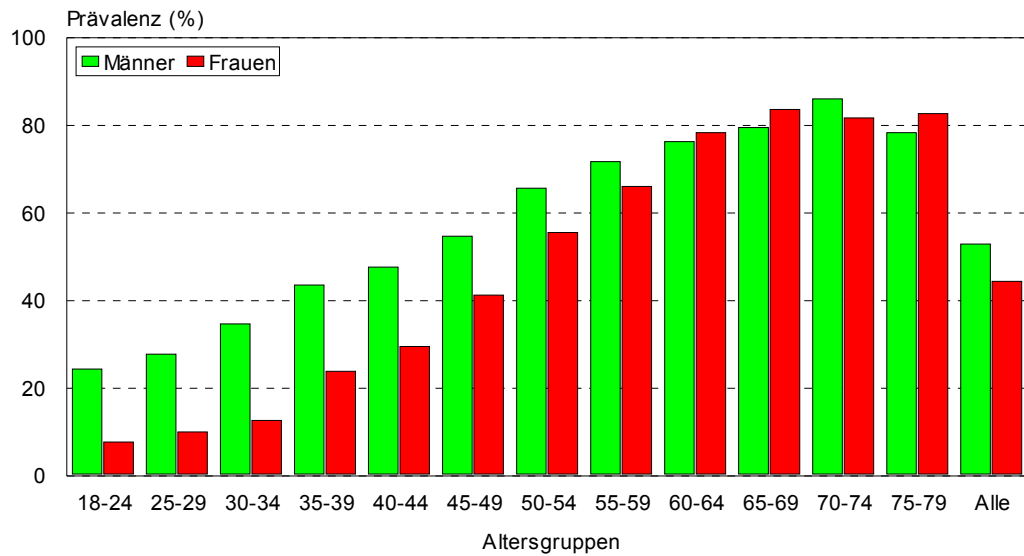
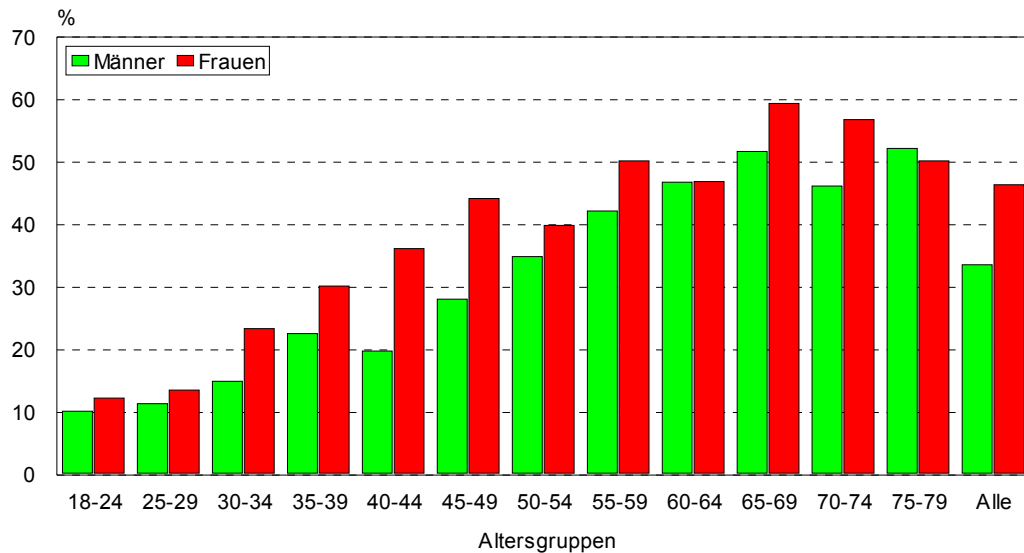
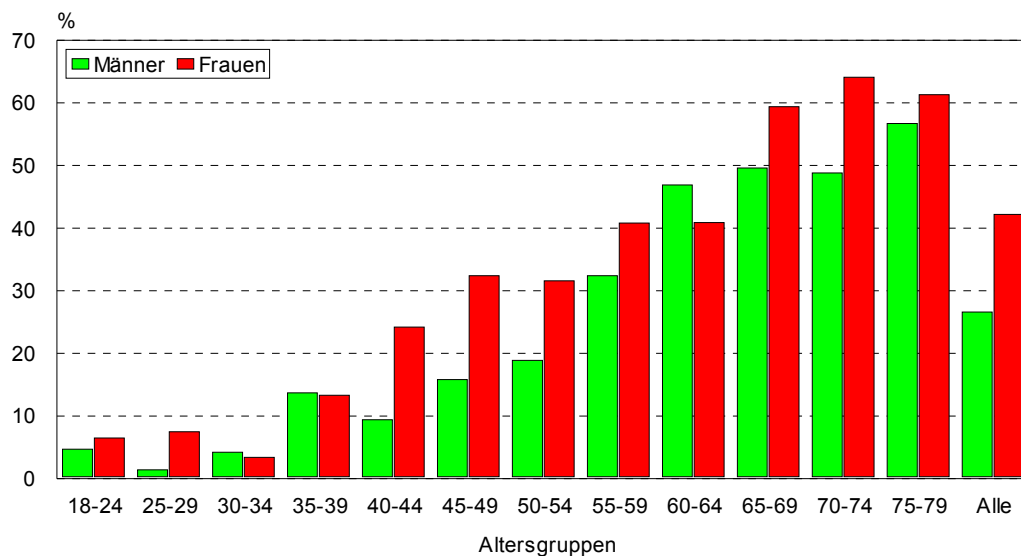


Abbildung 31. Bekanntheitsgrad der eigenen Hypertonie  
Nationaler Untersuchungs-Survey 1998



Die Erhöhung der Behandlungsprävalenz (Jemals-Verordnung) beträgt für den Zeitraum nächtlichen Fluglärms zwischen 3.00 und 5.00 Uhr bei Männern 10.1% und bei Frauen 32.6% (Tabelle 3). Die Verordnungsmengen steigen bei Frauen in den höchsten Altersstufen mit zunehmendem Fluglärmpegel auf höherem Niveau deutlich steiler an als bei Männern vergleichbarer Altersgruppen (s.a. Abbildungen 16 und 17).

Abbildung 32. Häufigkeit der Arzneitherapie bei Hypertonikern  
(syst.>138, diast. >88 oder antihypertensive Therapie)  
Nationaler Untersuchungs-Survey 1998



Die vorgefundenen Geschlechtsunterschiede lassen sich in zweifacher Hinsicht interpretieren:

a) Frauen reagieren auf Fluglärm stärker als Männer.

b) Männer reagieren auf Fluglärm in vergleichbarer Weise wie Frauen, erhalten jedoch wegen geringerer Arztkontakt-Häufigkeit seltener eine Arzneitherapie.

- Tranquillizer, Sedativa und Hypnotika werden nach den Analysen der vorliegenden Studie für Frauen deutlich häufiger und in größeren Mengen verordnet als für Männer. Für sämtliche Altersgruppen (Tabelle 2) ist die Verordnungshäufigkeit bei Frauen mit 10.1% um 53% höher als beim männlichen Geschlecht. Die Versorgungsprävalenz steigt unter dem Einfluss nächtlichen Fluglärms bei Männern lediglich bei Betrachtung der gesamten Nacht (22.00 – 6.00 Uhr) signifikant an (Tabelle 16), während sich für Frauen in allen Zeitfenstern des Fluglärms signifikante Erhöhungen größeren Ausmaßes finden. Entsprechende Unterschiede finden sich bei den Verordnungsmengen unter dem Einfluss nächtlichen Fluglärms zwischen 3.00 und 5.00 Uhr (Abbildungen 18 und 19). Vergleichbare Geschlechtsunterschiede sind von Hoffmann anhand von Daten der Gmünder Ersatzkasse für das Jahr 2004 beschrieben worden (Hoffmann 2005).

- Für Antidepressiva weisen die Daten der Gmünder Ersatzkasse für das Kalenderjahr 2005 bei Männern eine Verordnungshäufigkeit von 3.0% auf, für Frauen von 5.6% (Janhsen 2006). Diese Werte kontrastieren zu den in dieser Studie gefundenen von 6.4% und 11.0%. Allerdings zeigen auch die Daten dieser Ersatzkasse die weitaus höheren Prävalenzen für Frauen.
- Die Analysen für diejenigen Versicherten, die Arzneimittel aus mehr als einer Arzneimittelgruppe verordnet bekommen haben, weisen für die Kombinationen von kardiovaskulär wirksamen Arzneimitteln untereinander (Antihypertensiva & Cardiaca; diese in Kombination mit zentral dämpfenden Arzneimitteln bzw. mit Arzneimitteln aus der Gruppe der „restlichen“ Arzneimittel) jeweils höhere Risiken unter dem Einfluss von Fluglärm aus als für die einzelnen Arzneimittelgruppen. Die höchsten Odds Ratios erreichen hier Werte über 3.0 (s. Tabellen 4, 13, 14; Abbildung 17). Würde man von statistischen Zufallseffekten ausgehen, müssten unter dem Einfluss von Fluglärm sowohl Erhöhungen als auch Erniedrigungen der Verordnungsprävalenz zu beobachten sein. Keinesfalls wäre jedoch mit der Annahme statistischer Zufallseffekte eine Erhöhung der Risikoparameter über die Größe der Einzelkomponenten bei Kombination verschiedener Arzneimittelgruppen zu rechnen.

Der hier beobachtete Effekt lässt sich zwanglos aus der klinischen Erfahrung erklären, dass ältere Patienten häufig wegen verbreiteter Multimorbidität Arzneimittel aus verschiedenen Arzneimittelgruppen verordnet bekommen müssen und dass allgemein Patienten mit chronischen Erkrankungen sehr viel schneller auf Störungen des Nachtschlafs reagieren als altersvergleichbare, aber gesunde Personen.

### **Effektmodifikation durch zeitliches Auftreten von Fluglärm**

Die Belastung durch unterschiedliche Dauerschallpegel des Fluglärms ist für vier Zeitscheiben analysiert worden. Dabei zeigen sich die stärksten Effekte für die Zeitscheibe zwischen 3.00 und 5.00 Uhr. Dieser Befund wird deutlich, wenn man die Odds Ratios für einzelne Arzneimittelgruppen nach Zeitscheiben zusammenfasst (Tabelle 21). Allerdings ist bei der Interpretation zu beachten, dass sich die für die einzelnen Zeitscheiben ermittelten Effekte nicht unmittelbar vergleichen lassen, weil die während dieser Zeitscheiben dem Fluglärm exponierten Populationen nur partiell

identisch sind, wie sich aus den Abbildungen 5 bis 7 ergibt. Außerdem ist zu berücksichtigen, dass in der Regel die Exposition während einer Zeitscheibe auch eine Exposition in anderen Zeitscheiben bedeutet.

Tabelle 21-1. Fluglärm-Effekte für Arzneimittelgruppen nach Zeitscheiben  
(Odds Ratios und 95%-Konfidenzintervalle, unterstrichen jeweils die beobachteten Maximaleffekte)

Arzneimittel-Gruppe / Zeitscheibe	Männer		Frauen	
	Global-Effekt	Effekte oberhalb des Medianwertes	Global-Effekt	Effekte oberhalb des Medianwertes
Antihypertensiva				
3-5 Uhr	1.101 (1.041 - 1.165)	<u>1.242 (1.081 - 1.428)</u>	1.326 (1.265 - 1.391)	<u>1.663 (1.480 - 1.867)</u>
23-1 Uhr	1.127 (1.067 - 1.191)	1.123 (1.038 - 1.215)	1.354 (1.290 - 1.421)	1.473 (1.373 - 1.581)
22-6 Uhr	<u>1.162 (1.102 - 1.226)</u>	0.998 (0.927 - 1.074)	<u>1.394 (1.331 - 1.461)</u>	1.319 (1.234 - 1.409)
6-22 Uhr	1.015 (0.945 - 1.091)	1.016 (0.923 - 1.119)	1.254 (1.179 - 1.334)	1.199 (1.099 - 1.308)
Cardiaca				
3-5 Uhr	1.155 (1.066 - 1.250)	<u>1.267 (1.030 - 1.558)</u>	1.386 (1.289 - 1.489)	<u>2.157 (1.794 - 2.594)</u>
23-1 Uhr	1.180 (1.093 - 1.273)	1.102 (0.990 - 1.226)	1.468 (1.368 - 1.576)	1.637 (1.484 - 1.807)
22-6 Uhr	<u>1.268 (1.177 - 1.365)</u>	1.047 (0.947 - 1.159)	<u>1.509 (1.408 - 1.617)</u>	1.498 (1.365 - 1.645)
6-22 Uhr	1.073 (0.968 - 1.189)	1.022 (0.894 - 1.169)	1.291 (1.175 - 1.419)	1.107 (0.977 - 1.255)
Antihypertensiva & Cardiaca				
3-5 Uhr	<u>1.305 (1.043 - 1.632)</u>	<u>1.435 (1.142 - 1.804)</u>	1.592 (1.470 - 1.725)	<u>2.838 (2.307 - 3.491)</u>
23-1 Uhr	1.239 (1.137 - 1.351)	1.193 (1.057 - 1.345)	<u>1.637 (1.511 - 1.773)</u>	2.171 (1.939 - 2.431)
22-6 Uhr	1.268 (1.177 - 1.365)	1.145 (1.021 - 1.283)	1.509 (1.408 - 1.617)	1.974 (1.772 - 2.197)
6-22 Uhr	1.092 (0.972 - 1.226)	1.107 (0.951 - 1.289)	1.445 (1.299 - 1.607)	1.365 (1.181 - 1.578)
Antihypertensiva & Cardiaca & Tranquillizer				
3-5 Uhr	1.305 (1.043 - 1.632)	1.090 (0.618 - 1.922)	1.842 (1.562 - 2.172)	<u>3.114 (2.020 - 4.801)</u>
23-1 Uhr	1.223 (0.990 - 1.511)	<u>1.234 (1.091 - 1.395)</u>	1.912 (1.630 - 2.244)	2.657 (2.153 - 3.279)
22-6 Uhr	<u>1.553 (1.272 - 1.897)</u>	0.989 (0.771 - 1.268)	<u>2.148 (1.839 - 2.509)</u>	2.116 (1.730 - 2.587)
6-22 Uhr	1.110 (0.831 - 1.481)	0.880 (0.628 - 1.235)	1.916 (1.551 - 2.367)	1.931 (1.477 - 2.524)

Tabelle 21-1. Fluglärm-Effekte für Arzneimittelgruppen nach Zeitscheiben (Forts.)

Arzneimittel-Gruppe / Zeitscheibe	Männer		Frauen	
	Global-Effekt	Effekte oberhalb des Medianwertes	Global-Effekt	Effekte oberhalb des Medianwertes
Antihypertensiva & Cardiac & restl. Arzneimittel				
3-5 Uhr	1.250 (1.137 - 1.374)	<u>1.658 (1.289 - 2.131)</u>	1.603 (1.473 - 1.745)	<u>3.272 (2.615 - 4.096)</u>
23-1 Uhr	1.278 (1.168 - 1.398)	1.234 (1.091 - 1.395)	1.629 (1.499 - 1.771)	2.221 (1.980 - 2.492)
22-6 Uhr	<u>1.397 (1.280 - 1.525)</u>	1.175 (1.045 - 1.321)	<u>1.779 (1.640 - 1.929)</u>	2.025 (1.815 - 2.260)
6-22 Uhr	1.103 (0.973 - 1.250)	1.074 (0.918 - 1.257)	1.427 (1.273 - 1.599)	1.354 (1.167 - 1.571)

Tabelle 21-2. Fluglärm-Effekte für Arzneimittelgruppen nach Zeitscheiben (Odds Ratios und 95%-Konfidenzintervalle, unterstrichen jeweils die beobachteten Maximaleffekte)

Arzneimittel-Gruppe / Zeitscheibe	Männer		Frauen	
	Global-Effekt	Effekte oberhalb des Medianwertes	Global-Effekt	Effekte oberhalb des Medianwertes
Tranquillizer, Sedativa, Hypnotika				
3-5 Uhr	1.032 (0.917 - 1.161)	0.956 (0.715 - 1.279)	1.262 (1.158 - 1.374)	<u>1.353 (1.095 - 1.670)</u>
23-1 Uhr	1.078 (0.966 - 1.204)	1.015 (0.891 - 1.157)	1.196 (1.100 - 1.302)	1.311 (1.177 - 1.459)
22-6 Uhr	<u>1.123 (1.009 - 1.250)</u>	0.883 (0.781 - 0.999)	<u>1.394 (1.331 - 1.461)</u>	1.115 (1.008 - 1.235)
6-22 Uhr	1.002 (0.866 - 1.159)	0.783 (0.662 - 0.926)	1.328 (1.194 - 1.476)	1.168 (1.022 - 1.334)
Antidepressiva				
3-5 Uhr	0.953 (0.848 - 1.071)	0.784 (0.586 - 1.050)	1.073 (0.991 - 1.162)	1.174 (0.970 - 1.421)
23-1 Uhr	<u>1.157 (1.042 - 1.285)</u>	1.120 (0.980 - 1.279)	<u>1.181 (1.093 - 1.275)</u>	<u>1.257 (1.137 - 1.390)</u>
22-6 Uhr	1.010 (0.909 - 1.123)	0.967 (0.854 - 1.095)	1.159 (1.075 - 1.250)	1.097 (0.998 - 1.206)
6-22 Uhr	0.977 (0.847 - 1.127)	0.927 (0.786 - 1.093)	1.155 (1.046 - 1.275)	1.140 (1.007 - 1.290)

Nichtsdestoweniger ist es als wahrscheinlich anzusehen, dass die um den Flughafen Köln-Bonn in der zweiten Nachthälfte auftretende Belastung mit Fluglärm stärkere Effekte auslöst als Fluglärm zu anderen Zeiten.

Tabelle 21-2. Fluglärm-Effekte für Arzneimittelgruppen nach Zeitscheiben (Forts.)

Arzneimittel-Gruppe / Zeitscheibe	Männer		Frauen	
	Global-Effekt	Effekte oberhalb des Medianwertes	Global-Effekt	Effekte oberhalb des Medianwertes
Gastro-Intestinalia				
3-5 Uhr	1.033 (0.975 - 1.094)	1.021 (0.879 - 1.185)	1.047 (0.994 - 1.102)	1.104 (0.971 - 1.256)
23-1 Uhr	1.106 (1.049 - 1.165)	1.030 (0.967 - 1.097)	<u>1.115 (1.062 - 1.171)</u>	1.082 (1.020 - 1.147)
22-6 Uhr	<u>1.122 (1.065 - 1.182)</u>	0.938 (0.884 - 0.996)	1.095 (1.042 - 1.149)	0.959 (0.907 - 1.013)
6-22 Uhr	1.041 (0.970 - 1.118)	0.893 (0.826 - 0.966)	1.038 (0.973 - 1.108)	0.869 (0.808 - 0.935)
„restliche“ Arzneimittel				
3-5 Uhr	<u>1.061 (1.025 - 1.099)</u>	<u>1.155 (1.056 - 1.263)</u>	1.603 (1.473 - 1.745)	<u>1.202 (1.117 - 1.293)</u>
23-1 Uhr	1.023 (0.990 - 1.058)	1.004 (0.965 - 1.045)	<u>1.629 (1.499 - 1.771)</u>	1.046 (1.006 - 1.086)
22-6 Uhr	1.042 (1.008 - 1.077)	0.964 (0.929 - 1.000)	1.048 (1.017 - 1.079)	1.004 (0.969 - 1.040)
6-22 Uhr	0.920 (0.880 - 0.963)	0.878 (0.836 - 0.922)	0.990 (0.952 - 1.029)	0.944 (0.901 - 0.989)

### Fluglärm und kardiovaskuläre Effekte

Zum Zusammenhang zwischen Verkehrslärm und gesundheitlichen Auswirkungen, darunter Hypertonie bzw. kardiovaskuläre Erkrankungen, sind eine Vielzahl von Review-Arbeiten und eine Meta-Analyse erschienen.

Besonders intensiv scheint sich der Niederländische Gesundheitsrat mit dieser Problematik auseinandergesetzt zu haben. Im Jahre 1991 (Health Council of the Netherlands, 1991) kommt er noch zu dem Schluss, dass angesichts der multifaktoriellen Genese kardiovaskulärer Erkrankungen 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 kann, dass es geringe wissenschaftliche Evidenz gäbe für den Einfluß von Verkehrslärm am Tage (6 bis 22 Uhr) auf Bluthochdruck und ischaemische Herzkrankheit, soweit der Dauerschallpegel nicht 70 dB(A) überschreite (Health Council of the Netherlands, 1994). Für höhere Dauerschallpegel durch Flugverkehrslärm oder Straßenverkehrslärm wurde damals ein Anstieg für beide Er-

krankungen bejaht, wobei für einen Dauerschall-Pegel zwischen 70 und 80 dB(A) eine Erhöhung des relativen Risikos auf 1.5 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).

Ortscheid und Wende (2000) 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 Umweltrat hat im Umweltgutachten 2002 dazu festgehalten, „dass die bislang durchgeführten Studien ...keine statistische Signifikanz (erreichen). Trotzdem lassen sie tendenziell ein höheres Risiko für ischämische Herzkrankheiten erkennen.“ (Deutscher Bundestag, 2002)

Stansfeld und Matheson (2003) 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) können lediglich auf eine geringe Anzahl epidemiologischer Studien zurückgreifen, die den möglichen Einfluss von Fluglärm auf Bluthochdruck, blutdrucksenkende Medikamente bzw. kardiovaskuläre Endpunkte untersucht hatten. Sie kommen zu dem Schluss, dass die vorliegenden Publikationen kompatibel sind mit einer leichten Erhöhung des kardiovaskulären Risikos.

Babisch (2006) 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) 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 Haarlem-



mermeer) 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 jedoch 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 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 ( $<63 \rightarrow 75$  dB(A)) und fand nicht-signifikante Erhöhungen des systolischen und des diastolischen Blutdrucks.

Japanische Forscher (Matsui et al. 2004) 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 ( $L_{dn}$  60-65 bis  $L_{dn} >70$  dB) 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) 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 Odds Ratios realiter Unterschätzungen des wahren Risikos darstellen. Die Autoren fanden für die Anwendung von antihypertensiven Arzneimitteln bzw. Arzneimitteln zur Behandlung kardiovaskulärer Erkrankungen in multivariater Analyse eine Odds Ratio von 1.30 (95%-Vertrauensbereich 1.06-1.60) pro 10 dB(A) Anstieg des Fluglärmparameters  $L_{den}$ . Bei einer Analyse des nächtli-

chen Fluglärms (Leq 23.00-7.00 Uhr) sank die Odds Ratio auf 1.13 (95%-Vertrauensbereich 0.94-1.35). Eine Stratifikation des Parameters  $L_{den}$  (<50, 50-55, 55-60,  $\geq 60$ ) zeigte einen deutlichen Trend. Die nach der Beschreibung der Methodik offenkundig exzellente Studie weist keine geschlechtsspezifischen Daten aus.

Rosenlund und Mitautoren (2001; sowie Rosenlund 2005) nutzten für die Ermittlung des Einflusses von Fluglärm auf die Prävalenz von Bluthochdruck Daten des Environmental Health Survey, der im Jahre 1997 im Kreis Stockholm durchgeführt wurde. Aus den Survey-Probanden 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 Survey-Datum definiert. Die Ermittlung der Exposition gegenüber Fluglärm erfolgte durch Abgleich der geokodierten Wohnadresse der Probanden mit Isophonen des Fluglärms von 50dB(A) bis >65dB(A) in 5-dB(A)-Schritten. Multivariat adjustierte Odds Ratios ergaben für eine Lärmintensität von > 55 dB(A) einen Wert von 1.59 (95%-Konfidenzintervall 1.00-2.53). Bei der Analyse nach Maximalpegeln ergab sich für Werte von > 72 dB(A) eine Odds Ratio von 1.76 (95-Konfidenzintervall 1.12-2.77). Männer wiesen geringfügig höhere Hypertonie-Prävalenzen auf als Frauen (22% vs. 18% in der Region mit Fluglärm-Werten > 55 dB(A)) mit in gleicherweise höheren Odds Ratios (1.7 vs. 1.4). 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 Odds Ratio von 1.30 (95%-Konfidenzintervall 0.78-2.16).

Niemann und Koautoren (2005) 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 Quellen. Die Auswertung nach der subjektiven Belästigung durch Fluglärm ergab für solche Personen, die sich stark durch Fluglärm belästigt fühlten, eine signifikant erhöhte Odds Ratio für ärztlich diagnostizierten Bluthochdruck (3.0) bzw. kardiovaskuläre Symptome (3.1).

Allen oben diskutierten Studien, deren Daten auf Bevölkerungs-Befragungen beruhen ist ein inhärentes Defizit gemein, das von der hier vorgelegten Studie nicht geteilt wird: Ihre Ergebnisse sind sowohl durch Verzerrungen des Erinnerungsvermögens der Probanden als auch durch möglicherweise differentiellen Non-Response belastet.

### **Fluglärm, psychische Erkrankungen und psycho-aktive Arzneimittel**

Knipschild (1997b) führte zwischen 1967 und 1974 in zwei Gemeinden in der Nähe des Amsterdamer Flughafens Schiphol einen Apotheken-Survey durch. Da keine Daten über den individuellen Arzneimittelverbrauch verfügbar waren, berechnete er Proxy-Maßzahlen für den Verbrauch, indem er den verkauften Packungen für Arzneimittel verschiedener Arzneimittelgruppen die Wohnbevölkerung der beiden Gemeinden zugrunde legte. Die eine der Gemeinden war während der Studiendauer frei von Fluglärm, während für die zweite Gemeinde die Belastung durch Fluglärm kontinuierlich anstieg. Die Auswertungen zeigen sowohl für Sedativa als auch für Hypnotika in der durch Fluglärm belasteten Gemeinde einen Anstieg mit den Kalenderjahren, während in der unbelasteten Gemeinde für Sedativa über den gesamten Zeitraum ein stabiles, niedriges Plateau zu beobachten war und für Hypnotika ein geringfügiger Anstieg mit Plateaubildung in der letzten Studienphase stattfand. Bei der Bewertung der Qualität dieser Studie ist zu beachten, dass sie in einer Zeit durchgeführt wurde, als die Methoden der Pharmako-Epidemiologie sich noch auf einem sehr niedrigen Entwicklungsstand befanden.

Miyakita und Koautoren (2002) führten in den Jahren 1995-1996 einen Befragungssurvey auf der Insel Okinawa bei Probanden um zwei US-amerikanische Militärbasen (Kadena, Futen) sowie in einer Vergleichsregion Shimajiri. Die Response-Rate der 15-75-jährigen Probanden betrug 80% (N=6.480). Die Exposition wurde bestimmt als Zugehörigkeit zu einer 5-dB(A)-Fluglärm-Kategorie (Ldn: <55, 55-60, 60-65, 65-70, >70). Die Zielvariablen wurden über verschiedenen Indizes für psychologische Symptome gebildet. Im Vergleich zur Referenzregion ergaben sich für „Nervosität“ („nervousness“) signifikant erhöhte Odds Ratios mit steigendem Trend für alle Lärmkategorien, für Depression lediglich in der höchsten Kategorie (> 70 dB(A)).

Hardoy und Koautoren (2005) führten eine kleinere Querschnittsstudie durch, um den Einfluss von Fluglärm auf psychiatrische Erkrankungen zu bestimmen. Ihre Stu-

dienregion umfasste den Ort Giliaguas, unmittelbar angrenzend an den Flughafen Elmas, sowie als Vergleichsregionen die Stadt Cagliari und mehrere andere, nicht von Fluglärm betroffene Gemeinden und Dörfer. 71 Probanden beiderlei Geschlechts (18-75 Jahre alt) aus Giliaguas und 284 nach Alter und Geschlecht gematchte Vergleichspersonen wurden einem strukturierten Interview unterzogen. Psychiatrische Diagnosen wurden anhand der italienischen Version des Composite International Diagnostic Interview Simplified gestellt. Die univariat ermittelten Odds Ratios erreichten signifikante Werte für generalisierte Angststörungen (generalized anxiety disorders) und für nicht-spezifizierte Angststörungen (anxiety disorders not otherwise specified) mit 2.0 (95%-Konfidenz-Intervall 1.0-4.2) und 2.9 (95%-Konfidenz-Intervall 1.0-4.1). Geschlechtsspezifische Odds Ratios wurden nicht ausgewiesen.

Franssen und Mitarbeiter (2004) fanden in ihrer oben beschriebenen Studie für nicht verschreibungspflichtige Sedativa und Hypnotika mit  $L_{den}$  als unabhängiger Variable erhöhte Odds Ratios von 2.34 (95%-Konfidenzintervall 1.63-3.35) pro 10 dB(A)-anstieg mit einem deutlichen Trend bei Stratifizierung nach 5-dB(A)-Klassen. Für verschreibungspflichtige Arzneimittel der gleichen Kategorie waren die Odds Ratios nicht-signifikant erhöht.

Die Auswertung der LARES-Studie (Niemann et al. 2005) ergab bei mäßig bzw. stark durch Fluglärm belästigten Probanden nicht-signifikant erhöhte Odds Ratios für die ärztlich gestellte Diagnose einer Depression, dagegen signifikante erhöhte Odds Ratios für einen Index, der auf depressive Symptomatik hindeutet (SALSA), sowohl für mässig als auch für stark durch Fluglärm belästigte Probanden (1.4 bzw. 3.2).

Zusammenfassend ist zu konstatieren, dass die vorliegenden epidemiologischen Studien einen Zusammenhang zwischen Fluglärm und Bluthochdruck und blutdrucksenkender Medikation sehr wahrscheinlich machen. Dieser wahrscheinliche Zusammenhang wird gestützt durch die Ergebnisse von Studien, die als Konsequenz von beruflicher Lärmbelastung oder von Straßenverkehrslärm erhöhte Risiken für Bluthochdruck zeigen konnten.

Für kardiovaskuläre Erkrankungen erscheint die Evidenz erheblich geringer. Für psychische Erkrankungen weisen die vorliegenden epidemiologischen Studien eine durchweg geringere Qualität auf. Dennoch sind Hinweise gegeben, die ein erhöhtes

Risiko für den Gebrauch von Tranquillizern, Sedativa und Hypnotika infolge von Fluglärm-Belastung nahe legen.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie verstärken mithin die bereits vorhandene Evidenz für den Zusammenhang zwischen Belastung durch Fluglärm und Bluthochdruck. Aufgrund der großen Power unserer Studie zeigen sich auch Effekte auf Gebieten, in denen frühere Studien aufgrund vermutlich zu kleinen Studenumfangs keine signifikanten Ergebnisse erbringen konnten. Allerdings sind die Ergebnisse im Bezug auf kardiovaskulär wirksame Arzneimittel und auf Antidepressiva sowohl pathophysiologisch außerordentlich plausibel als auch kompatibel mit der vorliegenden Literatur.

Die vorliegende Studie hebt sich in mehreren Komponenten von den bislang publizierten Studien ab:

- Die Belastung durch Fluglärm erfolgt adressgenau.
- Neben Fluglärm-Parametern wurden bei allen Analysen die Parameter für Straßenverkehrslärm und Schienenverkehrslärm einbezogen.
- Die Erhebung der Zielvariablen erfolgt objektiv und unabhängig von Erinnerungsfehlern, die allen Befragungen immanent sind.
- Die außerordentlich geringe Verlustrate bedingt im Gegensatz zu bias-belasteten Non-Response-Raten keine irgendwie geartete Verzerrung der Ergebnisse.

### **Zur Problematik der Bestimmung von präventiven Fluglärm-Grenzwerten**

Die bislang geführte Diskussion um die Bestimmung von Grenzwerten mit dem Ziel, eine Gesundheitsgefährdung durch Fluglärm zu minimieren, ist dadurch bestimmt, dass die verfügbaren Publikationen lediglich in Einzelfällen auf den Ergebnissen epidemiologischer Studien beruhen.

Bestimmt wurden die Diskussionen – und daraus abgeleitetes politisches Handeln – durch zwei historisch entwickelte Denkschulen. Die erste hat sich entwickelt aus der so genannten Fluglärm-Synopse (Griefahn et al. 2004), die nach dem Bekenntnis der Autoren auf der Basis von mehr als 900 internationalen Publikationen entstanden ist. Eine Nachprüfung für den Bereich der Begrenzung des Nachtfluglärms ergab, dass eine unerklärliche Vielzahl von Publikationen, die von den Autoren zum Beleg für die Begründung von Grenzwerten angeführt worden waren, die zitierten Werte über-

haupt nicht enthielten, z.T. nicht einmal die zitierten Kategorien von Werten enthielten (Greiser 2007). Lediglich bei 3 von 16 Publikationen erwies sich die Zitierweise als korrekt (s. Tabellen 22 und 23).

Damit erweist sich die Ermittlung von präventiven Grenzwerten für nächtlichen Fluglärm als wissenschaftlich nicht nachvollziehbar.

Die zweite Denkschule beruht auf der Anfang 2004 partiell publizierten Studie zu Nachtfluglärmwirkungen des Instituts für Luft- und Raumfahrtmedizin der DLR (Basner et al. 2004). Die als Ergebnis dieser Studie in die Diskussion eingeführten durch nächtlichen Fluglärm hervorgerufenen Aufwachwahrscheinlichkeiten beruhen auf der Auswertung von polysomnographischen Messungen, die an 61 Probanden (Alter 19-61 Jahre) in 576 Nächten in der eigenen Wohnung im unmittelbaren Umfeld des Flughafens Köln-Bonn durchgeführt wurden. Die 61 Probanden waren daraufhin ausgewählt worden, dass sie trotz Leben in einer fluglärmbelasteten Umwelt keine Schlafstörungen entwickelt hatten, über keine klinisch relevanten chronischen Erkrankungen verfügten und keine dämpfenden bzw. stimulierenden Arzneimittel eingenommen hatten. Trotz dieser Einschränkungen wird von den Wissenschaftlern des DLR-Instituts postuliert, dass die so gewonnenen Ergebnisse geeignet seien, für jeden Flughafen der Welt in Abhängigkeit vom Fluglärm die Aufwachreaktionen der betroffenen Bevölkerung bestimmen zu können. Dieser Auffassung ist widersprochen worden (Greiser 2007).

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zu Wirkungen des nächtlichen Fluglärms um den Flughafen Köln-Bonn bieten eine Basis für eine notwendige Revision von Grenzwerten für nächtlichen Fluglärm zum Schutz der Gesundheit der Bevölkerung.

Tabelle 22. Nachvollziehbarkeit der Begründungen zur Begrenzung nächtlicher Lärmeinwirkungen – Maximalpegel (innen) des Gutachtens G12.1 im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens zur Erweiterung des Flughafens Frankfurt am Main (30.7.2004)

<b>Autor</b>	<b>Gutachten G12.1 Spitzenschallpegel</b>	<b>Probanden</b>	<b>Bemerkung</b>
Hofman (1991)	>55 dB(A)	Meta-Analyse	Literaturangabe falsch.
Eberhard & Akselsson (1987)	>55 dB(A)	7 Männer, 21-27 Jahre alt, an verkehrsreichen Strassen wohnend	>50-55 dB(A)
Öhrström et al. (1990)	>55 dB(A)	9 weibliche und 19 männliche Studenten, 20-29 Jahre alt	Studie falsch interpretiert: Spitzenpegelwerte von 50 dB(A) und von 60 dB(A), aber nicht von 55 dB(A) untersucht. Schlafqualität bereits bei 50 dB(A) gestört.
Öhrström (1999)	>55 dB(A)	Review-Vortrag, keine Probanden.	>55 dB(A) wird mit einer signifikant erhöhten Anzahl von Aufwachern in der Allgemeinbevölkerung in Verbindung gebracht. Hinweis, dass lärmsensitive Gruppen reagierten bei 5 dB(A) niedrigeren Spitzenschallpegeln.
Osada et al. (1974)	> 55 dB(A)	6 männliche Studenten	> 40 dB(A)
Jansen et al. (1995)	> 60 dB(A)	Übersichtsarbeit	> 60 dB(A)
Fidell et al. (1995)	> 54-63 dB(A)	77 Probanden beiderlei Geschlechts aus 38 Haushalten (2.717 Beobachtungsnächte)	Keine Spitzenschallpegel angegeben. Publikation enthält lediglich Regressionsfunktionen und Ergebnisse zu Mittelschallpegeln.
Vernet (1983)	> 54-63 dB(A)		Effekte auch unter 54 dB(A) in Abhängigkeit von Emergenz
Pearsons et al. (1995)	> 54-63 dB(A)	Meta-Analyse von 21 Studien	Keine Spitzenschallpegel angegeben. Publikation enthält lediglich Regressionsfunktionen.
Vallet und Vernet (1993)	Maximalpegel 40 dB(A), „Mittelungspegel“ 30 dB(A)	Übersichtsarbeit	Angegebenes Publikations-Jahr 1993 falsch; korrekt: 1992. 30 dB(A) als Mittelschallpegel in Publikation nicht vorhanden. Schlußfolgerung der Publikation: „Bei strikter Berücksichtigung der Kurve wird deutlich, dass bei einem einzigen Flug pro Nacht ein Lärmpegel von 42 dB(A) eine Aufwachreaktion zur Folge haben kann...Der Maximalpegel innerhalb der Wohnungen sollte nach der vorliegenden Evaluationsmethode 48 dB(A) nicht überschreiten...“

Tabelle 23. Nachvollziehbarkeit der Begründungen zur Begrenzung nächtlicher Lärmeinwirkungen – äquivalenter Dauerschallpegel (innen) des Gutachtens G12.1 im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens zur Erweiterung des Flughafens Frankfurt

<b>Autor</b>	<b>Gutachten G12.1 Äquivalenter Dauerschallpegel</b>	<b>Probanden</b>	<b>Bemerkung</b>
Eberhardt & Akseleson (1987)	36-45 dB(A)	7 Männer, 21-27 Jahre, an verkehrsreichen Strassen wohnend	Zahlen sind in Publikation nicht vorhanden.
Griefahn (1986)	40 dB(A)	18 männliche Studenten, 21-30 Jahre alt	Korrekt
Miedema (1993b)	40 dB(A)	Meta-Analyse	Publikation enthält keine dB(A)-Werte, sondern Regressionsfunktionen.
Vallet (1982)	35 dB(A)		Publikation in Literaturliste des Gutachtens G12.1 nicht vorhanden.
Vallet et al. (1983)	37 dB(A)	14 Männer, Alters-Range unbestimmt (vermutlich 20-55 Jahre), in der Nähe eines Pariser Flughafens (Roissy) wohnend	In der gesamten Publikation existiert der Wert 37 dB(A) nicht. Es werden keine Mittelschallpegel, sondern lediglich Spitzenschallpegel berichtet.
Maschke (1996)	32 dB(A)	Literatur-Review	32 dB(A) korrekt



## **Arbeitsgruppe für Qualitätssicherung**

Die Arbeitsgruppe Qualitätssicherung wurde mit dem Ziel etabliert, durch Beratung des Projektleiters (E.G.) im Hinblick auf Datenaufbereitung, Auswertungsstrategie und Auswertungsmethoden die Ergebnisqualität zu sichern. Ihr gehörten folgende Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an.

Prof. Dr. Ursula Ackermann-Liebrich,  
Institut für Sozial- und Präventivmedizin der Universität Basel und  
Swiss School of Public Health, Zürich

Dr. Wolfgang Babisch  
Umweltbundesamt, Berlin

Dr. Mathias Basner (alternativ zu Dr. Samel)  
Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin der DLR, Köln (bis 2.11.2006)

Prof. Dr. Karl-Heinz Jöckel  
Institut für medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie  
Universität Duisburg-Essen

Dr. Alexander Samel (alternativ zu Dr. Basner)  
Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin der DLR, Köln (bis 3.11.2006)

Prof. Dr. H.-Erich Wichmann (Vorsitz)  
Institut für Epidemiologie der GSF, Oberschleißheim

## Glossar

Adjustierung	Durch Einbeziehung verschiedener Variablen in die Berechnung wird eine Vergleichbarkeit der unterschiedlichen Gruppen geschaffen und möglichen Verzerrungen entgegengewirkt.
Antihypertensiva	Arzneimittel zur Behandlung erhöhten Blutdrucks
ATC	<u>A</u> natomic <u>T</u> herapeutic <u>C</u> lassification; dieses System erlaubt die Zusammenführung von verschiedenen Arzneyspezialitäten in ein System, das sowohl die Indikation als auch die pharmakologischen Wirkstoffe berücksichtigt. Das ATC-System wurde von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) entwickelt.
Cardiaca	Arzneimittel zur Behandlung von Herz- und Kreislauf-Erkrankungen (im Rahmen der vorliegenden Studie: außer Antihypertensiva)
Chi <sup>2</sup>	Der Chi <sup>2</sup> -Wert ist ein Indikator dafür, ob die Variable einen signifikanten Beitrag zum Ergebnis leistet.
DDD	<u>D</u> efined <u>D</u> aily <u>D</u> oses, sogenannte definierte Tagesdosen, von der WHO empfohlenes System.
Fall-Kontroll-Studie, retrospektive epidemiologische	Das Ziel von Fall-Kontroll-Studien ist es, die Bedeutung von Risikofaktoren für die Entstehung von Krankheiten quantitativ zu ermitteln. Die logische Basis für Fall-Kontroll-Studien ergibt sich aus der Überlegung, dass ein Risikofaktor, der die Entstehung einer Krankheit begünstigt, bei Patienten mit dieser Krankheit vor Krankheitsbeginn häufiger vorhanden gewesen sein muss als in einer Vergleichsgruppe von Nicht-Erkrankten. Da bei Fall-Kontroll-Studien die Recherchen erst nach eingetretener Erkrankung einsetzen, also in die Vergangenheit gerichtet sind, gehören die Fall-Kontroll-Studien zu den so genannten retrospektiven Studienformen.
Gastro-Intestinalia	Arzneimittel zur Behandlung von Erkrankungen des Verdauungstraktes
Hypnotika	Schlafmittel
Interaktion	Wechselwirkung zwischen verschiedenen Faktoren
Kohorte	Eine Kohorte bezeichnet in der Epidemiologie eine Gruppe von Personen, die durch ein gemeinsames Merkmal charakterisiert ist. Dieses Merkmal kann das Wohnen in einer bestimmten Region, eine gemeinsame Exposition gegenüber einem Schadstoff, der gleiche Beruf oder Ähnliches sein. In einer Kohorten-Studie werden die Mitglieder einer Kohorte über einen bestimmten Zeitraum auf das Auftreten von Endpunkten hin

beobachtet.

Konfidenz-Intervall	(= Vertrauensbereich) Will man in der beschreibenden Statistik einen Parameter einer Variable (z.B. Odds Ratio, relatives Risiko) für eine Population bestimmen, so ist dies bei einer Vollerhebung ohne weiteres möglich. Stammen die Maßzahlen jedoch aus einer Stichprobe, muss mit einem Zufallsfehler gerechnet werden. Deshalb dienen solche Ergebnisse nur als Schätzwerte für den „wahren Wert“ für die Grundgesamtheit. Das Konfidenz-Intervall erlaubt die Beurteilung der Schwankungsbreite dieser Schätzwerte. Das 95%-Konfidenz-Intervall gibt an, in welchen Bereich 95 von 100 möglichen Schätzungen fallen würden. Wenn eine Odds Ratio mit 1,53 geschätzt wurde und das Konfidenz-Intervall von 0,95 bis 1,74 reicht, kann keine signifikante Erhöhung der Odds Ratio konstatiert werden, weil das Konfidenz-Intervall sich von einer Risikosenkung um 5 % bis zu einer Erhöhung von 74 % erstreckt.
$L_{den}$	Dauerschallpegel über 24 Stunden, bei dem für die Abendzeit und für die Nachtzeit unterschiedliche Aufschläge auf die berechneten Dauerschallpegel erfolgen, um die besondere Bedeutung des Lärms zu verschiedenen Tages- bzw. Abend- und Nachtzeiten zu verdeutlichen
$L_{dn}$	Dauerschallpegel für 24 Stunden, wobei der berechnete Dauerschallpegel für die Nacht mit einem definierten Aufschlag versehen wird.
$L_{eq}$	Dauerschallpegel, der durch Mittelung von einzelnen Schallergebnissen über einen definierten Zeitraum berechnet wird.
Median	Der Median ist der mittlere Wert einer geordneten Datenreihe. Das bedeutet, dass jeweils die Hälfte der Beobachtungen der Datenreihe größer oder gleich bzw. kleiner als der Median sind.
Multivariate logistische Regression	Statistisches Verfahren, das es erlaubt den Einfluss mehrerer so genannter unabhängiger Variablen auf eine Zielvariable zu berechnen. Beispiel: Der Einfluss von Bluthochdruck, Cholesterinspiegel, Zigarettenrauchen und körperliche Aktivität als unabhängige Variable auf das Risiko, einen Herzinfarkt zu erleiden (abhängige Variable). Das Ergebnis einer multivariaten logistischen Regression ist die Odds Ratio mit dem dazu gehörigen Vertrauensbereich (Konfidenz-Intervall).
Multiple lineare Regression	Statistisches Verfahren, bei dem der Einfluss von mehreren unabhängigen Variablen auf eine abhängige Variable berechnet wird. Beispiel: Der Einfluss von Alter, Körpergewicht, Anzahl von verzehrten Eiern pro Woche und Fettverzehr (=unabhängige Variable) auf den Cholesterinspiegel (=abhängige Variable).

Odds Ratio	Die Odds Ratio, eine Verhältniszahl, die als das Ergebnis einer Fall-Kontroll-Studie angibt, um wie viele Male häufiger die Erkrankung bei vorhandenem Risikofaktor auftritt als ohne. Eine Odds Ratio unter 1 würde ein erniedrigtes Risiko anzeigen, ein Wert über 1 ein erhöhtes. Eine Odds Ratio von 1,5 entspricht einer Risiko-Erhöhung um 50%. Zur Bewertung der Relevanz einer Odds Ratio ist allerdings die Berechnung des Konfidenz-Intervalls unerlässlich. Zur Aufklärung der Ursachen von Erkrankungen mit einer langen Entwicklungszeit (Latenzzeit) bedeuten Fall-Kontroll-Studien die einzige Möglichkeit, relativ schnell, d.h. in einem Zeitraum von 2-3 Jahren, zu gesicherten Erkenntnissen zu kommen.
p-Wert	Zeigt an, ob eine gefundene Erhöhung oder Erniedrigung eines Risikos (z.B. in Form der Odds Ratio), statistisch bedeutsam (=signifikant) ist. Ein p-Wert sollte gleich oder kleiner als 0.05 sein, um die statistische Signifikanz eines Risikos anzeigen zu können.
Quartile	Aufteilung der geordneten Datenreihe in 4 Teile (Quartile)
Sedativa	Beruhigungsmittel
Stratifizierung	Aufteilung einer Untersuchungsgruppe in verschiedene Untergruppen (=Strata), um in diesen Untergruppen getrennte Analysen durchführen zu können.
Tranquillizer	Gruppe von Arzneimitteln, die zur Beruhigung, Angstlösung oder bei Schlafstörungen eingesetzt werden. Bekanntester Vertreter dieser Gruppe ist Valium (Inhaltsstoff Diazepam).
Vertrauensbereich	= Konfidenz-Intervall

## Literatur

Babisch W. Transportation noise and cardiovascular risk. Review and synthesis of epidemiological studies. Dose-effect curve and risk estimation. Umweltbundesamt, Dessau, 2006, S. 65.

Basner M, Buess H, Elmenhorst D, Gerlich A, Luks N, Maaß H, Mawet L, Müller EW, Plath G, Quehl J, Samel A, Schulze M, Vejvoda M, Wenzel J. Nachtfluglärmwirkungen. Band 1. Zusammenfassung. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Forschungsbericht 2004-07/D. Köln, April 2004.

Deutscher Bundestag, Drucksache 14/8792: Umweltgutachten 2002, Sachverständigenrat für Umweltfragen, S. 271ff.

Eberhardt JL, Akselsson KR. The disturbance by road traffic noise of the sleep of young male adults as recorded in the home. *J Sound Vib* 1987; 114: 417-434.

Fidell S, Pearsons K, Howe R, Tabachnick B, Silvati L, Barber DS. Noise-induced sleep disturbance in residential settings. 1994. Armstrong Laboratory, Air Force Materiel Command, Wright Patterson Air Force Base, Ohio 45433-6573, AL/OE-TR-1994-0131.

Fidell S, Howe RH, Tabachnick BG, Pearsons KS, Sneddon MD. Noise-induced sleep disturbance in residences near two civil airports. NASA Contractor Report 198252. Hampton, Virginia, December 1995.

Franssen EAM, van Wiechen CMAG, Nagelkerke NJD, Lebet E. Aircraft noise around a large international airport and its impact on general health and medication use. *Occup Environ Med* 2004; 61: 405-413.

Gezondheidsraad (Health Council of the Netherlands). Vliegtuiglawaai en slaap. Airplane noise and sleep. Verstoring van de slaap door nachtelijk vliegtuiglawaai. Sleep disturbance by airplane noise at night. S-Gravenhage 1991. (Report 1191/05).

Greiser E. Wie verallgemeinerungsfähig sind die Empfehlungen der sogenannten Fluglärm-Synopse und der DLR-Studie zum Nachtflug-Lärm – eine epidemiologische Bewertung. In: Oldiges M. (Hg.): Der Schutz vor nächtlichem Fluglärm. Symposium des Instituts für Umwelt- und Planungsrecht der Juristenfakultät der Universität Leipzig. Nomos-Verlag, Baden-Baden, in Druck (2007).

Griefahn B. A critical load for nocturnal high-density road traffic noise. *Am J Ind Med* 1986; 9:261-269.

Griefahn B, Scheuch K, Jansen G, Spreng M. Protection goals for residents in the vicinity of civil airports. *Noise Health* 2004; 6: 51-62.

Griefahn B, Jansen G, Scheuch K, Spreng M. Synopse im Auftrag der Fraport AG. Dortmund, Heiligenhaus, Dresden, Erlangen, 2004.

Hardoy MC, Carta MG, Marci AR, Carbone F, Cadeddu M, Kovess V, Dell'Osso L, Carpiniello B. Exposure to aircraft noise and risk of psychiatric disorders: the ELMAS survey. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol* 2005; 40: 24-26.

Health Council of the Netherlands. Airplane noise and sleep. Sleep disturbance by airplane noise at night. Den Haag, 1991, S. 83.

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.

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.

Hofman WF. Vliegtuiglawaai, slaap en gezondheid. Rapport A91/1. Den Haag, Gezondheidsraad, 1991.

Hofman WF. Sleep disturbance and sleep quality. Thesis. Universiteit de Amsterdam, 1994 (ISBN 90-5470-025-4)

Janhsen K. Persönliche Mitteilung, 2006.

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.

Knipschild P. Medical effects of aircraft noise: Community cardiovascular survey. *Int Arch Occup Environ Health* 1977a; 40: 185-190.

Knipschild P. Medical effects of aircraft noise. Drug survey. *Int Arch Occup Environ Health* 1977b; 197-200.

Matsui T, Uehara T, Miyakita T, Hiramatsu K, Osada Y, Yamamoto T. The Okinawa study: effects of chronic aircraft noise on blood pressure and some other physiological indices. *J Sound Vibration* 2004; 277: 469-470.

Miyakita T, Matsui T, Ito A, Tokuyama T, Hiramatsu K, Osada Y, Yamamoto T. Population-based questionnaire survey on health effects of aircraft noise on residents living around U.S. airfields in the Ruyukus – Part I: An analysis of 12 scale scores. *J sound Vibration* 2002; 250: 129-137.

Muzet A, Erhart J, Eschenlauer R, Lienhard JP. 1980. Modification vegetatives entraînées par le bruit au cours de sommeil. Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, Comité Bruit et Vibration. Convention no 76.22.

Niemann H, Maschke C, Hecht K. Belästigung und Erkrankungsrisiko – Ergebnisse des Pan-Europäischen LARES Surveys zum Fluglärm. Interdisziplinärer Forschungsverbund „Lärm und Gesundheit“ im Berliner Zentrum für Public Health. Berlin, Update 27.5.2004.

Öhrström E, Rylander R. Sleep disturbance by road traffic noise – a laboratory study on number of noise events. *J Sound Vib* 1990; 143: 93-101.

Öhrström E. Sleep disturbances caused by road traffic noise. (Abstract)  
*J Acoust Soc Am* 1999; 105: 1218.

Ortscheid J, Wende H. Fluglärmwirkungen. Umweltbundesamt, 2000, S.8-11.

Osada Y, Ogawa S, Ohkubo C, Miyazaki K. Experimental study on the sleep interference by train noise. *Bull Inst Publ Health (Tokyo)* 1974; 23: 171-177.

Pearsons KS, Barber DS, Tabachnick BG, Fidell S. Predicting noise-induced sleep disturbance. *J Acoust Soc Am* 1995; 97: 331-338.

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.

Rosenlund M. Environmental factors in cardiovascular disease. Doctoral Thesis, Stockholm, 2005.

Stansfeld SA, Matheson MP. Noise pollution: non-auditory effects on health. *Br Med Bull* 2003; 68: 243-257.

Vallet M, Gagneux JM, Clairet JM, Laurens JF, Letisserand D. Heart vrate reactivity to aircraft noise after long term exposure. *Proc 4<sup>th</sup> Int Congr on Noise as a Public Health Problem*. Milano, 1983, p.965-971.

Vallet M, Vernet I. Nachtfluglärmindex und Ergebnisse der Schlafforschung. *Schr.-Reihe Verein WaBoLu 88*, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1992, S. 408-412.

Vallet M, Vernet I. Night aircraft noise index and sleep research results. *Schr.-Reihe Verein WaBoLu 88*, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1992, S. 413-415.

Vernet M. Comparison between train noise and road noise annoyance during sleep. *J Sound Vib* 1983; 87: 331-335.

Vernet M, Simmonet F. Comparison of the impact of railway noise and road traffic on sleep. *Proc 4<sup>th</sup> Int Congr on Noise as a Public Health Problem*. Milano, 1983, p.1023-1026.

<b>Anhang</b>	95
<b>Votum der Arbeitsgruppe Qualitätssicherung</b>	96
Abbildung A1. Verordnung von Tranquillizern, Sedativa, Hypnotika (jemals) nach Quartil der Sozialhilfe-Häufigkeit – Männer	103
Abbildung A2. Verordnung von Tranquillizern, Sedativa, Hypnotika (jemals) nach Quartil der Sozialhilfe-Häufigkeit – Männer mit mindestens 1 Verordnung	103
Abbildung A3. Verordnung von Tranquillizern, Sedativa, Hypnotika (jemals) nach Quartil der Sozialhilfe-Häufigkeit – Frauen	104
Abbildung A4. Verordnung von Tranquillizern, Sedativa, Hypnotika (jemals) nach Quartil der Sozialhilfe-Häufigkeit – Frauen mit mindestens 1 Verordnung	104
Abbildung A5. Verordnung von Antidepressiva (jemals) nach Quartil der Sozialhilfe-Häufigkeit - Männer	105
Abbildung A6. Verordnung von Antidepressiva (jemals) nach Quartil der Sozialhilfe-Häufigkeit – Männer mit mindestens 1 Verordnung	105
Abbildung A7. Verordnung von Antidepressiva (jemals) nach Quartil der Sozialhilfe-Häufigkeit – Frauen	106
Abbildung A8. Verordnung von Antidepressiva (jemals) nach Quartil der Sozialhilfe-Häufigkeit – Frauen mit mindestens 1 Verordnung	106
Tabelle A-1. Korrelations-Koeffizienten sämtlicher Verkehrslärm-Parameter	107
Tabelle A-2. Prävalenz (%) der kombinierten Verordnung von Arzneimitteln aus verschiedenen Arzneimittelgruppen während des Versicherungszeitraums.	110



Wichmann, H.E., Ackermann-Liebrich, U., Jöckel, K.H., Babisch, W.

## **Stellungnahme der Qualitätssicherungsgruppe zum Abschlußbericht der Studie „Beeinträchtigung durch Fluglärm. Arzneimittelverbrauch als Indikator für gesundheitliche Beeinträchtigung“ von Prof. E. Greiser**

Dezember 2006

### **Zusammensetzung und Arbeit der Qualitätssicherungsgruppe**

Prof. Dr. Dr. H.-Erich Wichmann	GSF Neuherberg (Vorsitz)
Prof. Dr. Ursula Ackermann-Liebrich	Uni Basel
Prof. Dr. Karl-Heinz Jöckel	Uni Essen
Dr. Alexander Samel (bis 3.11.2006)	DLR Köln
Dr. Wolfgang Babisch	UBA Berlin

Regelmäßige Gäste:

Dr. Martin Partsch (bis 1.11.2006)	Flughafen Köln-Bonn
Dr. Mathias Basner (bis 2.11.2006)	DLR Köln
Dr. Jens Ortscheid	UBA Berlin

### **Aufgabe der Qualitätssicherungsgruppe**

Am 28.10.2005 wurden die Rahmenbedingungen für die Einrichtung der Qualitätssicherungsgruppe festgelegt. An diesem Treffen nahmen Vertreter des Flughafens Köln-Bonn, des DLR, des UBA, Prof. Greiser und Prof. Wichmann teil. Hierbei wurde festgelegt, wer der Qualitätssicherungsgruppe angehören sollte, und welche Aufgaben diese haben sollte, nämlich

- Prüfung der vom Studienleiter (Prof. Greiser) zu erstellenden detaillierten Studienunterlagen
- Abstimmung aller wichtigen Arbeitsschritte der Studie zwischen Studienleiter und Qualitätssicherungsgruppe
- Qualitätskontrolle der technischen Abläufe und der Auswertung der Studie
- Schriftliche Stellungnahme zum Abschlußbericht der Studie

Ferner wurde Vertraulichkeit vereinbart.

Am 24.3. und 10.10.2006 fanden Sitzungen der Qualitätssicherungsgruppe in Neuherberg und am Flughafen Köln-Bonn statt. Ferner gab es Telefonkonferenzen am 11.5., 2.11. und 21.11.2006. Hierbei wurden gemeinsam mit Prof. Greiser Details der Auswertestrategie festgelegt und die Auswertungsergebnisse besprochen.

Die Qualitätssicherungsgruppe hatte die Aufgabe, die Qualität der verwendeten Daten und des epidemiologischen Studienansatzes sowie die innere Konsistenz der Ergebnisse zu bewerten. Sie stützt ihre Bewertung auf den Abschlußbericht und zusätzliche Auswertungen, die ihr von Prof. Greiser vorgelegt wurden.

Die Qualitätssicherungsgruppe dankt Prof. Greiser für seine Bereitschaft, auf ihre Auswertungswünsche einzugehen und umfangreiche Zwischenauswertungen zur Verfügung zu stellen. Dadurch war es möglich, die Konsistenz der Ergebnisse detailliert zu analysieren und zu bewerten.

## 1. Zum Studienansatz

Die Qualitätssicherungsgruppe stellte von Anbeginn an fest, dass die Studie einen besonders originellen Ansatz verwendet, der erlaubt, die üblichen Zweifel, die bei Studien bestehen, welche selbst eingeschätzte gesundheitliche Auswirkungen betrachten, zu umgehen. Zudem konnte durch verschiedene komplizierte Schritte, jeder Person eine Exposition zugeordnet werden. Eine Schwäche des Ansatzes besteht in der durch die Art der Daten hervorgerufene Notwendigkeit für Sozialindikatoren auf andere Daten zurückgreifen zu müssen. Der Ansatz, Sozialhilfe-Häufigkeiten und Häufigkeiten von Altenheimen in die Analyse einzubeziehen, hilft zumindest, eine starke Verzerrung durch diese beiden Indikatoren auszuschließen. Des Weiteren sind Schwierigkeiten mit den Sozialindikatoren auch durch Stratifizierung geklärt worden, was zum besseren Verständnis der präsentierten Resultate beiträgt.

## 2. Zu den Auswertungskonzepten

Die in der Studie verwendeten, **e r r e c h n e t e n** Werte der Lärmbelastung entsprechen dem in der Lärmwirkungsforschung üblichen Verfahren der Expositionsbestimmung. Sie repräsentieren zumindest eine Rangordnung der Belastung. Die Qualitätssicherungsgruppe einigte sich auf die Lärmeinteilung in Quartilen: mit anderen Worten: Personen in der ersten Quartile sind niedriger belastet als solche in der zweiten, usw. Ferner wurden zur Vereinfachung Expositionen oberhalb des Medianwertes mit denen unterhalb des Medianwertes verglichen. Bezug war in allen Fällen die „unbelastete“ Gruppe mit Lärmpegeln unter 40 dB(A). Nach Aussage des Flughafens Köln sind allerdings bereits Lärmpegel unter 46 dB (A) ungenau. Der Versuch, unter diesen Bedingungen Lärm als steige Variable einzuführen, brachte keine interpretierbaren Ergebnisse und wurde daher im Bericht nicht weiter verfolgt.

Der Fluglärm wurde (entsprechend der Verteilungshäufigkeit) in verschiedene Zeitfenster eingeteilt und zwar in Fluglärm tags 6-22Uhr, nachts 22-6Uhr, 23-1Uhr und 3-5Uhr. Für Straßelärm und Schienenlärm lagen ebenfalls entsprechende Daten vor, die in die Berechnungen einbezogen wurden.

Es wurden sowohl logistische Regressionen als auch multivariable lineare Regressionen gerechnet, die beide geeignet sind, Expositions-Wirkungs Beziehungen zu untersuchen. Diese zwei unterschiedlichen Arten der Analyse (Regression und logistische Regression) decken zwei unterschiedliche Aspekte des Problems ab: So stellt die logistische Regression auf das Vorliegen einer Arzneimittelverordnung ab (ja vs. nein), während die normale Regression sich mit der Größenordnung (also hier der verordneten Dosis DDD) beschäftigt. Dies gilt so leider nicht in der Reinform: in den DDD's ist natürlich auch enthalten, ob Individuen z.B. überhaupt einer Therapie bedürfen. Bei den Älteren (mit hoher Prävalenz der Diagnose) sind DDD Gradienten als Hinweis auf höhere erforderliche Dosen zu interpretieren, während bei den Jüngeren die logistische Regression sensitiver sein sollte

### 3. Zu den Resultaten

Generell kann man in der Epidemiologie von einer inneren Konsistenz der Ergebnisse ausgehen, wenn mit zunehmender Expositionshöhe die Stärke der Assoziation zunimmt, wenn mit zunehmender Spezifität der Variablen die Stärke der Assoziation zunimmt, wenn vergleichbare Expositionen ähnliche Assoziationen zeigen, wenn Größen die nichts miteinander zu tun haben keine Assoziationen zeigen. Mit zunehmender innerer Konsistenz werden die Resultate einer Studie somit plausibler.

#### 3.1. Zusammenhang der Fluglärmexposition mit den verordneten Arzneimittelgruppen

##### Erwartung:

Die Exposition gegenüber Fluglärm und Straßenlärm kann mit vermehrtem Auftreten von Bluthochdruck (Hypertonie) und Herzkrankheiten assoziiert sein. Ferner sind Schlafstörungen bei nächtlichem Fluglärm beschrieben. Das bedeutet, man müsste eine Assoziation mit der Verordnung von Antihypertensiva und Cardiacs sehen sowie mit der Verordnung von Arzneimitteln zur Behandlung von Schlafstörungen. Dies sind Tranquilizer/Sedativa/Hypnotika sowie Antidepressiva. Diese 4 Arzneimittelgruppen sollen im Folgenden als „Kandidatenarzneimittel“ bezeichnet werden. Gleichzeitig ist zu erwarten, dass bei gleichzeitiger Verordnung mehrerer Arzneimittel aus diesen Gruppen die Aussagekraft ansteigt, da bei den betroffenen Personen von schwerwiegenderen gesundheitlichen Beeinträchtigungen auszugehen ist.

##### Ergebnisse:

Bei Betrachtung der Arzneimittelgruppen folgt:

- Antihypertensiva und Cardiacs: Hier ergeben sich klare Assoziationen im Sinne der Erwartung. Dabei sind einerseits die Odds Ratios erhöht ( d.h. gegenüber Fluglärm exponierte Personen haben ein höheres Risiko, Antihypertensiva verschrieben zu bekommen), andererseits zeigt die multivariable Regression einen deutliche Zunahme Verordnungsmenge in jeder Altersgruppe und bei beiden Geschlechtern Die ORs sind bei Frauen deutlich höher als bei Männern.
- Tranquilizer/Sedativa/Hypnotika und Antidepressiva: Für diese Gruppe finden sich in der logistischen Regression nur bei Frauen die erwarteten Assoziationen, während in der linearen Regression sowohl Männer als Frauen ab dem 40sten Lebensjahr mit zunehmender Lärmexposition eine Zunahme der verordneten Menge zeigen.
- Gastro-Intestinalia und restliche Medikamente: Für Gastro-Intestinalia findet sich kein klarer Zusammenhang mit der Fluglärmbelastung. Für die restlichen Arzneimittel ergibt sich ein signifikanter Zusammenhang, der aber schwächer ist als für die Kandidatenarzneimittel.

Zudem zeigt sich dass sich bei gleichzeitiger Verordnung von Kandidatenmedikamenten die Assoziationen verstärken.

Bei Betrachtung von Fluglärmzeitscheiben folgt:

- Die Zusammenhänge sind während der Nacht deutlicher ausgeprägt als während des Tages.
- Innerhalb der Nacht lässt sich eine tendenzielle Differenzierung erkennen. So ist für Antihypertensiva und Cardiacs die stärkste Assoziation mit dem Fluglärm im Zeitraum 3-5Uhr gegeben. Bei Antidepressiva ist der Zeitraum 23-1 Uhr stärker assoziiert, während für Tranquilizer/Sedativa/Hypnotika der gesamte nächtliche Zeitraum betroffen ist.

### 3.2 Vergleich von Männern und Frauen

#### Erwartung:

Aus vielen epidemiologischen Studien ist bekannt, dass Frauen sich häufiger und für längere Zeit zu Hause oder in unmittelbarer Umgebung der Wohnung aufhalten als Männer. Dadurch führt die Zuordnung des Lärmpegels am Wohnort zur Person bei den Frauen in geringerem Umfang zu Fehlklassifizierungen als bei den Männern. Somit würde man erwarten, dass bestehende Zusammenhänge bei Frauen klarer erkennbar sein sollten als bei Männern. Ferner weisen Frauen generell eine höhere Therapierate auf.

#### Ergebnisse:

Bei relativ häufig verordneten Arzneimitteln (Antihypertensiva, Cardica) zeigen Männer und Frauen Assoziationen zu Fluglärm, die aber bei den Frauen deutlich stärker sind. Bei den Arzneimitteln, die bei Männern vergleichsweise selten verordnet wurden, zeigen sich bei Männern keine Assoziationen, wohl aber bei Frauen. Somit bestätigen die gefundenen Ergebnisse die Erwartungen.

### 3.3 Expositions-Wirkungs-Beziehung

#### Erwartung:

Unter der Annahme, dass Fluglärm gesundheitliche Auswirkungen hat, sollte die Verordnung von Kandidatenarzneimitteln bei Exponierten (Personen, die in den Fluglärmbelastungszonen mit Lärmpegeln  $> 40$  dB (A) leben) höher sein als bei Nichtexponierten ( $< 40$  dB (A)). Ferner sollte die Stärke der Assoziation mit zunehmender Lärmbelastung zunehmen.

#### Ergebnisse:

- Exponierte ( $> 40$  dB (A)) zeigen für die Kandidatenarzneimittel überwiegend höhere Verordnungszahlen als nicht Exponierte ( $< 40$  dB (A)).
- Höher Exponierte ( $>$  Median) zeigen für die Verordnung von Kandidatenarzneimitteln überwiegend stärkere Assoziationen als niedriger Exponierte ( $<$  Median).
- Bei Betrachtung von 4 Quartilstufen sind schwache Assoziationen nicht mehr nachweisbar. Starke Assoziationen hingegen (Zusammenfassung mehrerer Arzneimittelgruppen, insbesondere bei Frauen) zeigen einen Expositions-Wirkungs-Zusammenhang. Hier zeigt sich, dass die Assoziation in der höchsten Belastungskategorie gegenüber der zweithöchsten etwas zurückgeht. Dazu werden in der Arbeit Selektionsmechanismen diskutiert. So ist in der Tat nicht auszuschließen, dass lärmempfindliche Personen aus der höchsten Belastungskategorie weggezogen sind bzw. gar nicht erst hingezogen sind.
- Die Analyse des Fluglärms als stetige Variable in dB (A) lieferte keine konsistenten Ergebnisse. Dies ist möglicherweise dadurch erklärbar, dass die Abschätzung der Exposition unter 46dB (A) ungenau ist. Ferner spielt hierbei möglicherweise die starke Interaktion mit dem Alter und dem Sozialstatus eine Rolle.

### 3.4 Einfluss von Straßenverkehrslärm und Schienenverkehrslärm

#### Erwartung:

Es sollte ein ähnlich starker Zusammenhang zwischen Straßenverkehrslärm und den Arzneimittelverordnungen wie beim Fluglärm bestehen. Wenn es eine starke Korrelation zwischen Straßenverkehrslärm bzw. Schienenverkehrslärm und Fluglärm an den Wohnadressen gäbe,

wäre eine Abgrenzung der verschiedenen Lärmarten schwierig und evtl. nicht möglich. Ist die Korrelation aber schwach, so sollte die Abgrenzung gut gelingen.

#### Ergebnisse:

- Die Korrelation zwischen Straßenverkehrslärm, Schienenverkehrslärm und Fluglärm ist nur schwach ausgeprägt, d.h. es waren unterschiedliche Personen, die den verschiedenen Lärmarten ausgesetzt waren .

- Ferner zeigt sich, dass die Adjustierung sowohl für Straßenverkehrslärm als auch für Schienenlärm die Ergebnisse für den Fluglärm kaum beeinflusst.

Der Zusammenhang zwischen Straßenverkehrslärm und den Arzneimittelverordnungen ist ähnlich stark wie beim Fluglärm und entspricht somit den Erwartungen. Durch die Etablierung dieses Zusammenhangs wird die grundsätzliche Geeignetheit des Parameters „Verordnung“ erhärtet.

- Somit ist es unwahrscheinlich, dass die Zusammenhänge zwischen Fluglärm und Arzneimittelverordnungen durch Straßenverkehrslärm oder Schienenverkehrslärm vorgetäuscht werden.

### **3.5 Einfluss des Sozialstatus**

Erwartung: Die epidemiologische Erfahrung zeigt, dass die medizinische Versorgung stark mit dem Sozialstatus korreliert, d.h. mit der Ausbildung und dem Einkommen der Menschen. Daher ist es wichtig, den Sozialstatus zu berücksichtigen. Da dies in der vorliegenden Studie nicht individuell möglich ist, wird als Hilfskonstruktion die Sozialhilfedichte verwendet. Wenn ein Zusammenhang zwischen Arzneimittelverordnung und Fluglärm besteht, sollte dieser auch innerhalb der einzelnen Sozialstatusgruppen bestehen.

Ergebnisse: In der Tat zeigt sich, dass innerhalb der Sozialhilfequartile überwiegend ein Trend besteht, dass bei zunehmender Fluglärmbelastung die Verordnung von Kandidatenarzneimitteln zunimmt. Das Ergebnis entspricht somit der Erwartung. Es gilt allerdings auch hier, dass überwiegend die Assoziation für die 3. und nicht für die 4. Quartile am stärksten ist.

### **3.6 Einfluss des Alters**

Erwartung: Es ist bekannt, dass Arzneimittelverordnungen mit dem Alter stark anwachsen. Ferner ist davon auszugehen, dass die Lärmempfindlichkeit und die Zahl der Schlafstörungen mit dem Alter zunehmen. Daher wäre bei Bestehen eines Zusammenhangs zwischen Arzneimittelverordnung und Fluglärm zu erwarten, dass sich bei älteren Menschen deutlichere Assoziationen als bei jüngeren Menschen zeigen. Um zu vermeiden, dass durch die zufällige Häufung älterer Menschen im Fluglärmbelasteten Gebiet wird zusätzlich die Häufigkeit von Altenheimen in der Auswertung berücksichtigt.

Ergebnisse: Es zeigen sich überwiegend stärkere Assoziationen in den oberen Alterskategorien . Somit werden die Erwartungen erfüllt. Wie die Adjustierung für die Dichte von Altenheimen im Untersuchungsgebiet zeigt, gibt es keinen Hinweis auf eine solche Häufung bzw. auf Verzerrungen der Ergebnisse durch die Altersverteilung im Untersuchungsgebiet. Die altersstratifizierten Ergebnisse der linearen Regression ( mit Quartilen der Lärmbelastungen) zeigen in allen Altersklassen denselben Trend der erhöhten Dosen bei stärkerer Lärmbelastung.

### **3.7 Schallschutzmaßnahmen**

Erwartung: Es ist zu erwarten, dass die Assoziation zwischen Fluglärm und Arzneimittelverordnungen schwächer wird, wenn Schallschutzmaßnahmen ergriffen wurden, weil ja dadurch

die Lärmbelastung reduziert wurde. Allerdings liegen keine Informationen über tatsächlich erfolgte Schallschutzmaßnahmen vor sondern nur über das Angebot, solche Maßnahmen auf Kosten des Flughafens durchzuführen. Da ferner ausschließlich die Lärmdämmung von Schlafzimmern finanziert wurde, sollte sich diese Maßnahme vor allem bei Arzneimitteln auswirken, die zur Linderung von Schlafstörungen verordnet werden.

Ergebnisse: Es zeigt sich, dass bei Personen, die Schallschutzmaßnahmen durchführen lassen durften, die verordnete Menge von Arzneimitteln der Gruppe Tranquili-zer/Sedativa/Hypnotika niedriger war als bei den restlichen Personen.

### **3.8 Ist es möglich, dass die beobachteten Zusammenhänge durch nicht betrachtete Kovariablen oder durch verzerrende Selektionsmechanismen vorgetäuscht werden (Bias)?**

Da auf Routinedaten zurückgegriffen wurde, ist eine Verzerrung durch Selektion oder Response nicht möglich. Da die eigentlichen (medizinischen) Gründe für die Verordnung der Arzneimittel im Rahmen dieser Studie nicht bekannt waren, fehlen die medizinischen Informationen für die Verordnungen. Es ist allerdings nicht vorstellbar, dass unterschiedliche Krankheitsbedingungen, die nicht auf den Fluglärm zurückzuführen sind, eine räumliche Verteilung haben, die einen Zusammenhang zum Fluglärm vortäuschen könnten. Daher ist es als sehr unwahrscheinlich anzusehen, dass ein schwerwiegender Bias durch fehlende Information zu nicht berücksichtigten Variablen entsteht.

### **3.9 Ist es möglich, dass die bei der Auswertung berücksichtigten Kovariablen nicht in adäquater Weise einbezogen werden konnten und dass die beobachteten Zusammenhänge dadurch vorgetäuscht werden (residual confounding)?**

Es ist grundsätzlich möglich, dass wichtige Kovariablen zwar berücksichtigt wurden, die vorhandene Information aber so ungenau ist, dass die Adjustierung nur unvollständig gelingt und tatsächlich noch ein Restzusammenhang vorgetäuscht wird (residual confounding). Dies ist grundsätzlich für den Straßenverkehrslärm und den Sozialstatus vorstellbar. Da vergleichbare Assoziationen gefunden wurden ist dies unwahrscheinlich. Beim Sozialstatus ist eine enge Korrelation zwischen individuellem Sozialstatus und dem Sozialstatus in der Wohnumgebung gegeben, so dass auch hier kein Raum für starkes residual confounding besteht. Insgesamt ist somit nicht erkennbar, dass die gefundenen Ergebnisse auf residual confounding zurückzuführen sind.

## **4 Zusammenfassende Bewertung**

In der vorliegenden Studie ist ein innovativer Ansatz gewählt worden, der es gestattet, die Frage eines Zusammenhangs zwischen Fluglärm und gesundheitlichen Beeinträchtigungen auf der Grundlage von Arzneimittelverordnungen zu analysieren. Der Vorteil dieses Ansatzes liegt darin, dass Routinedaten verwendet werden, die nicht durch Selektion oder unzureichende Beteiligung verzerrt sein können. Zudem sind die Daten unabhängig der eigenen Einschätzung des Fluglärms, ein „reporting bias“ kann also ausgeschlossen werden. Ferner gelingt es auf diese Weise, einen sehr großen Studenumfang und damit eine potentiell starke statistische Aussagekraft zu erreichen.

Im Ergebnis zeigt die Studie konsistente Assoziationen zwischen Arzneimittelverordnungen für Kandidatenmedikamente, deren Vorordnung bei Krankheiten und Beschwerden erfolgt, die im Zusammenhang mit Lärmbelastungen diskutiert werden. Die Ergebnisse sind besonders klar für die Medikamentengruppen Antihypertensiva und Cardia, die zur Behandlung

von hohem Blutdruck und Herzkrankheiten verordnet werden. Zumindest bei Frauen gilt dies auch für Tranquilizer/Sedativa/Hypnotika und Antidepressiva.

Vergleicht man die Ergebnisse nach Zeitscheiben, dann sind die Assoziationen mit der Arzneimittelverordnung für Nachtlärm deutlich klarer als für Taglärm.

Die Ergebnisse sind konsistent in Hinblick auf die Geschlechtsabhängigkeit, sie sind vorhanden für die Kandidatenarzneimittel und für die unspezifische Gruppe der restlichen Arzneimittel meist schwächer ausgeprägt, es zeigen sich überwiegend stärkere Assoziationen bei höheren Fluglärmexpositionen.

Es gibt keine Hinweise, dass die Assoziationen der Arzneimittelverordnung mit dem Fluglärm durch andere Lärmarten, insbesondere Straßenverkehrslärm vorgetäuscht werden.

Es gibt eine starke Sozialstatusabhängigkeit, die sich darin zeigt, dass die Ergebnisse erst nachweisbar werden, wenn der Sozialstatus bei der Auswertung berücksichtigt wird. Dieser Sachverhalt konnte aber durch die gewählte Modellbildung adäquat behandelt werden.

Als Limitationen sind anzuführen, dass ist in der Regel nicht die höchste Lärmkategorie sondern die zweithöchste die stärksten Assoziationen zeigt. Auch spricht die Tatsache, dass ein lineares Modell keine klaren Ergebnisse geliefert hat, dafür dass offenbar kein einfacher linearer Expositions-Wirkungs-Zusammenhang besteht, was die Interpretation der Ergebnisse etwas erschwert.

Insgesamt liefert die Studie von Prof. Greiser weitgehend konsistente Ergebnisse. Bei der Interpretation ist allerdings folgendes zu beachten, worauf der Autor in seinem Projektantrag zu Recht hinweist (Greiser 2005): „Sollte sich als Ergebnis einer solchen Studie zeigen, dass in Zonen, die durch Fluglärm stärker belastet sind, im Vergleich zu weniger belasteten Zonen niedergelassene Ärzte häufiger Psychopharmaka oder Mittel zur Behandlung von Bluthochdruck bzw. Herzkrankheiten anwenden, so darf dieser Befund auf keinen Fall als kausaler Beweis dafür herangezogen werden, dass die den Verordnungen zugrunde liegenden Erkrankungen durch Fluglärm hervorgerufen wären. Dieser Schluss ist deswegen unzulässig, weil neben Lärm jeder Art für die in Frage kommenden Erkrankungen eine Vielzahl von anderen Risikofaktoren wissenschaftlich etabliert ist. Die Berücksichtigung dieser Risikofaktoren ist aber im Rahmen einer solchen ökologischen Studie unmöglich.“

Ferner ist zu beachten, dass Umweltexpositionen in der Regel keine neuen Krankheiten verursachen, sondern meist Krankheitsbilder verstärken oder verschlimmern, die durch andere Mechanismen ausgelöst wurden.

## **5 Literatur**

Ising H, Kruppa B, Babisch D, Gottlob D, Guski R, Maschke C, Spreng M (2001) Lärm. In: Handbuch der Umweltmedizin (Hrsg. Wichmann HE, Schlipkötter HW, Fülgraff G). Ecomed Verlag Landsberg Kapitel VII-1, 22. Erg Lfg 1-39

Greiser (2005) Epidemiologische Studie zur Gesundheitsgefährdung durch Fluglärm im Bereich des Flughafens Köln-Bonn – Studiendesign

Abbildung A1. Verordnung von Tranquillizern, Sedativa, Hypnotika (jemals) – Männer

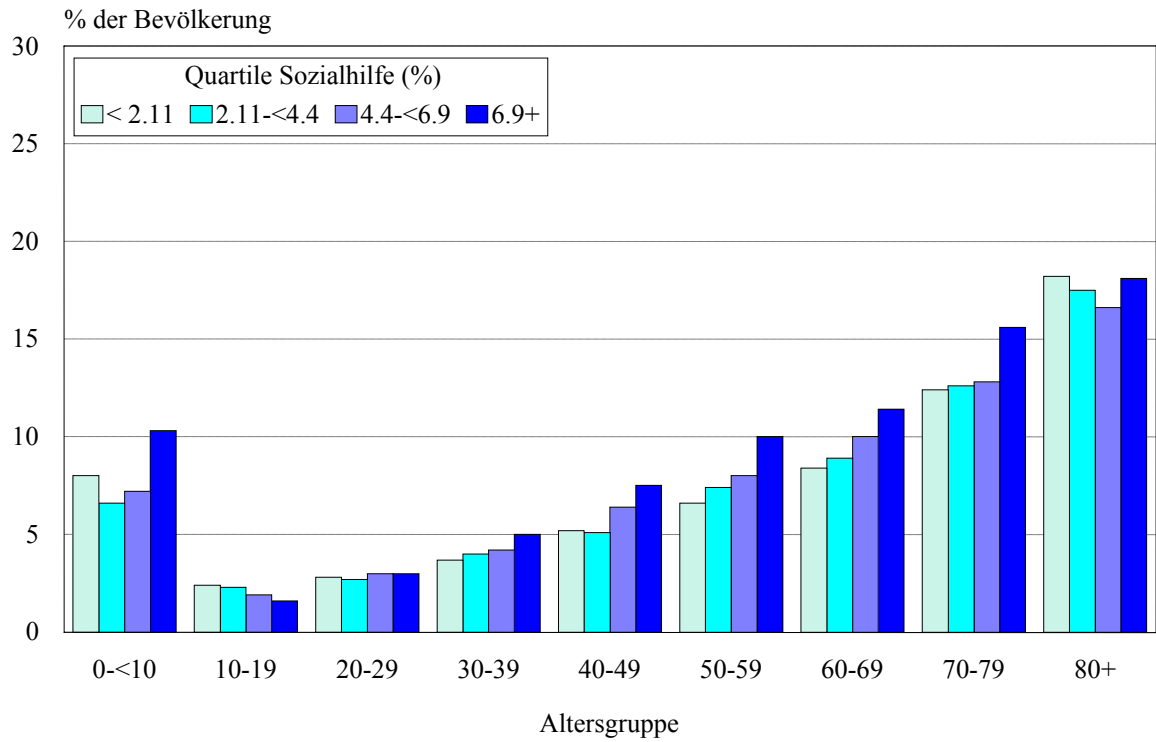


Abbildung A2. Verordnung von Tranquillizern, Sedativa, Hypnotika  
Männer mit mindestens 1 Verordnung

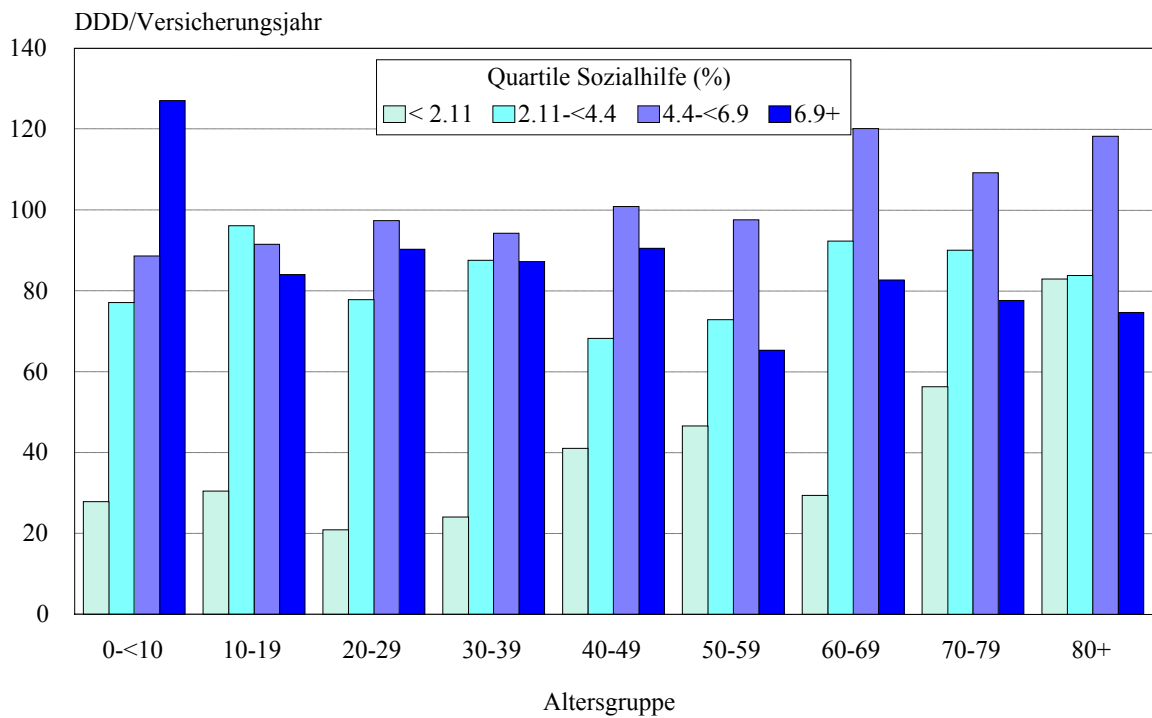




Abbildung A3. Verordnung von Tranquillizern, Sedativa, Hypnotika (jemals) - Frauen

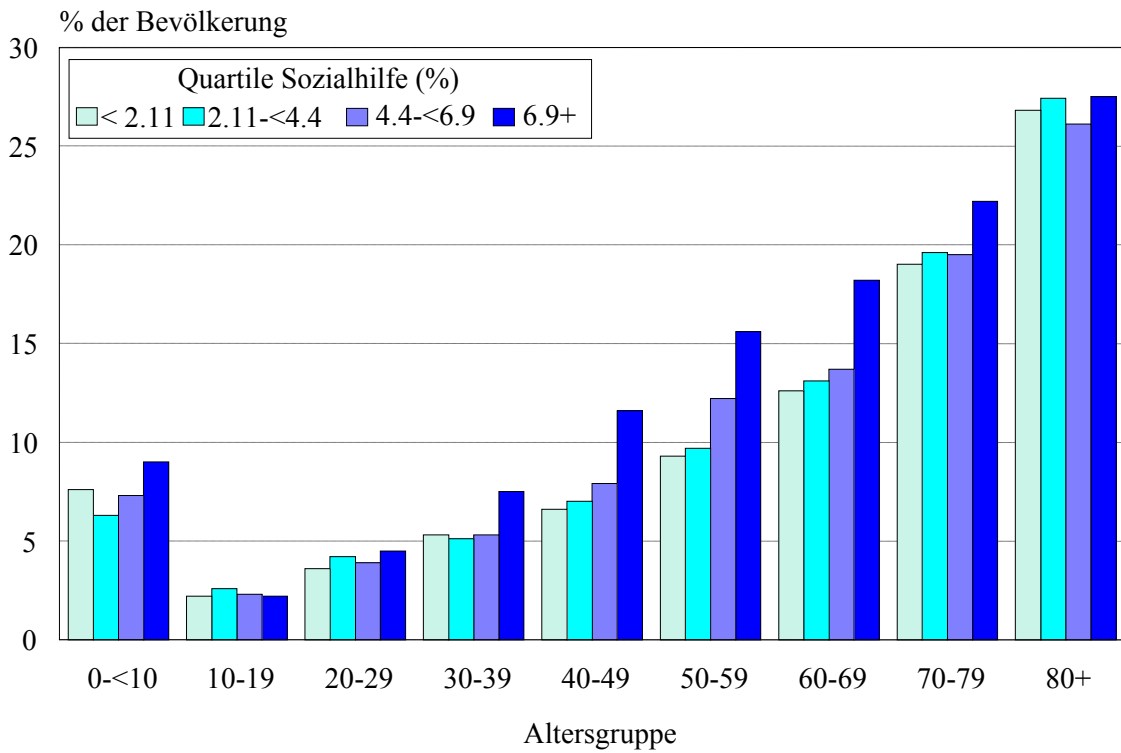


Abbildung A4. Verordnung von Tranquillizern, Sedativa, Hypnotika Frauen mit mindestens 1 Verordnung

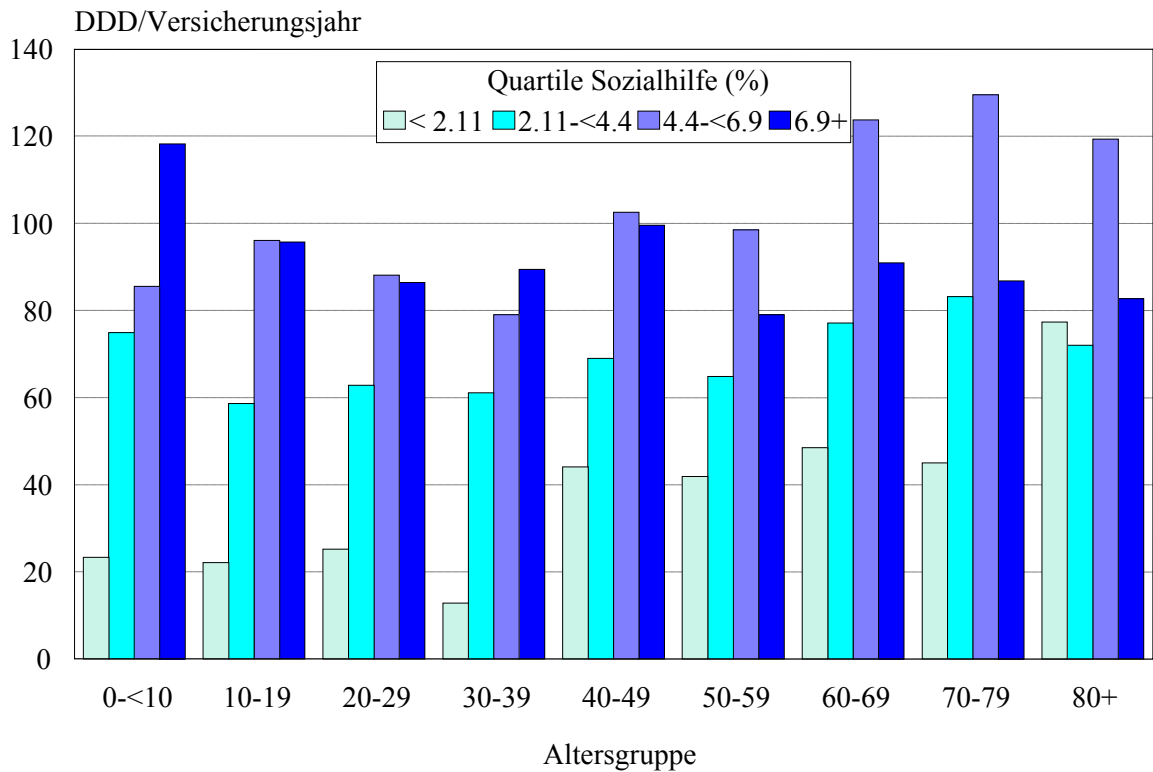


Abbildung A5. Verordnung von Antidepressiva (jemals) - Männer

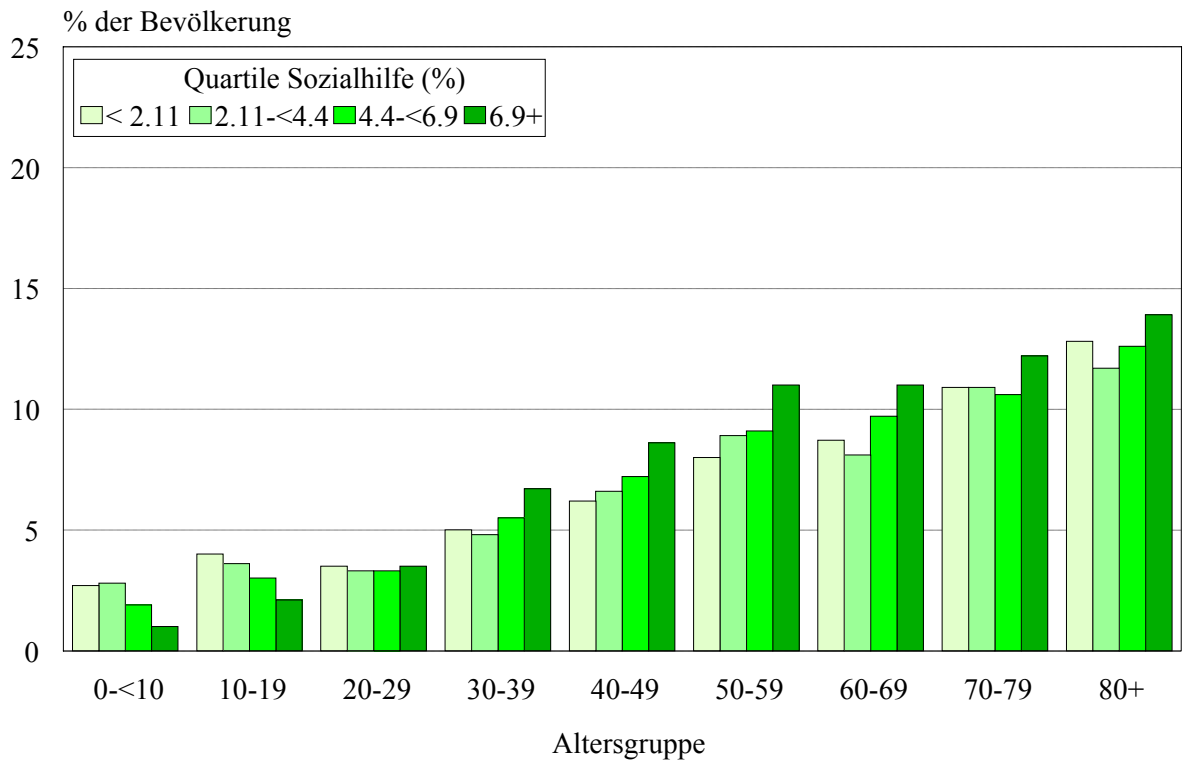


Abbildung A6. Verordnung von Antidepressiva – Männer mit mindestens 1 Verordnung

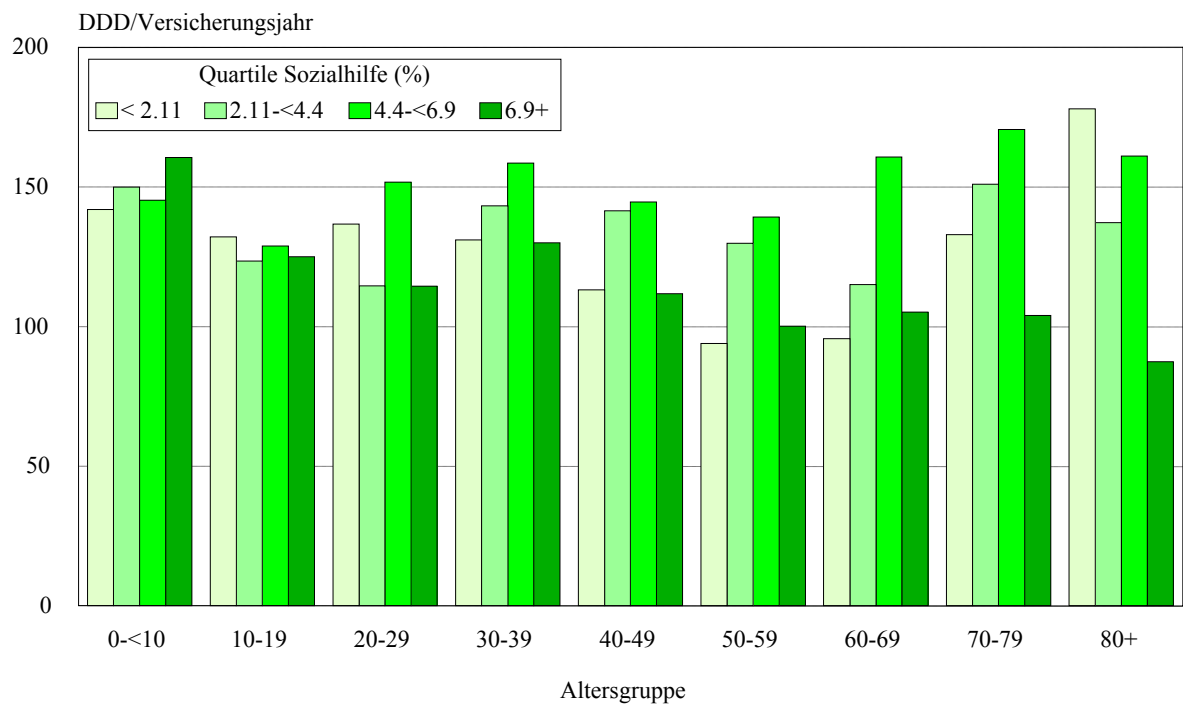


Abbildung A7. Verordnung von Antidepressiva (jemals) - Frauen

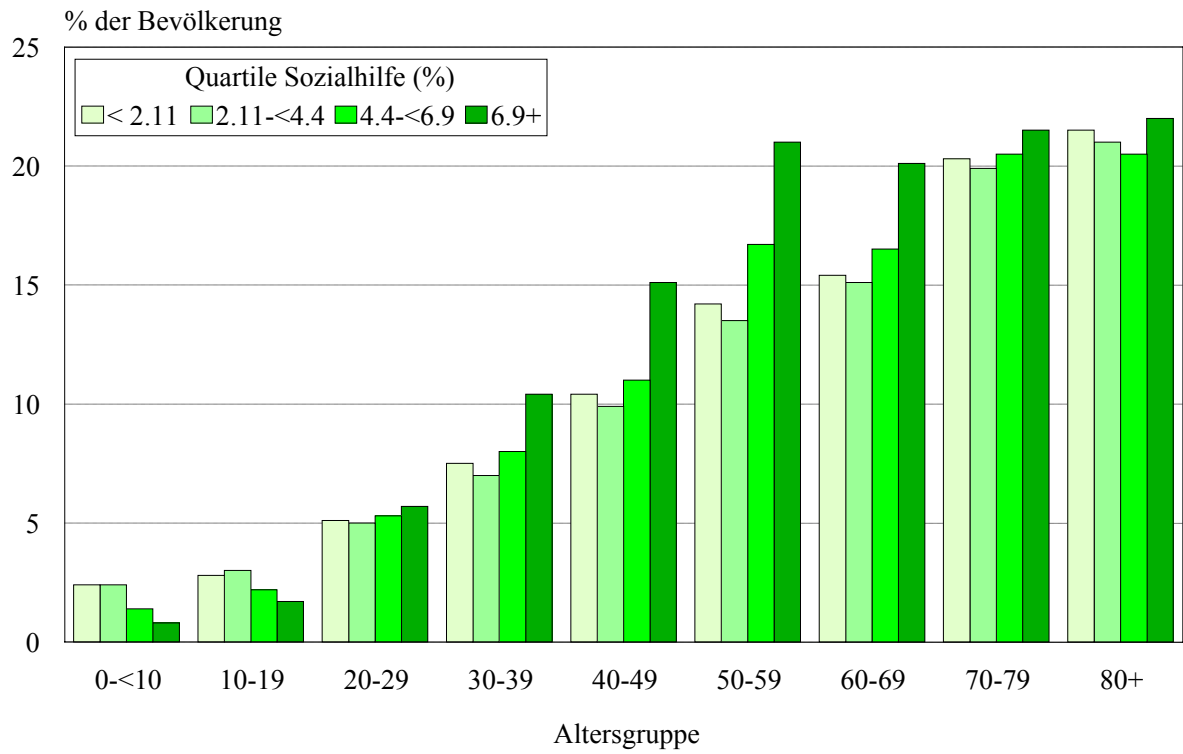


Abbildung A8. Verordnung von Antidepressiva – Frauen mit mindestens 1 Verordnung

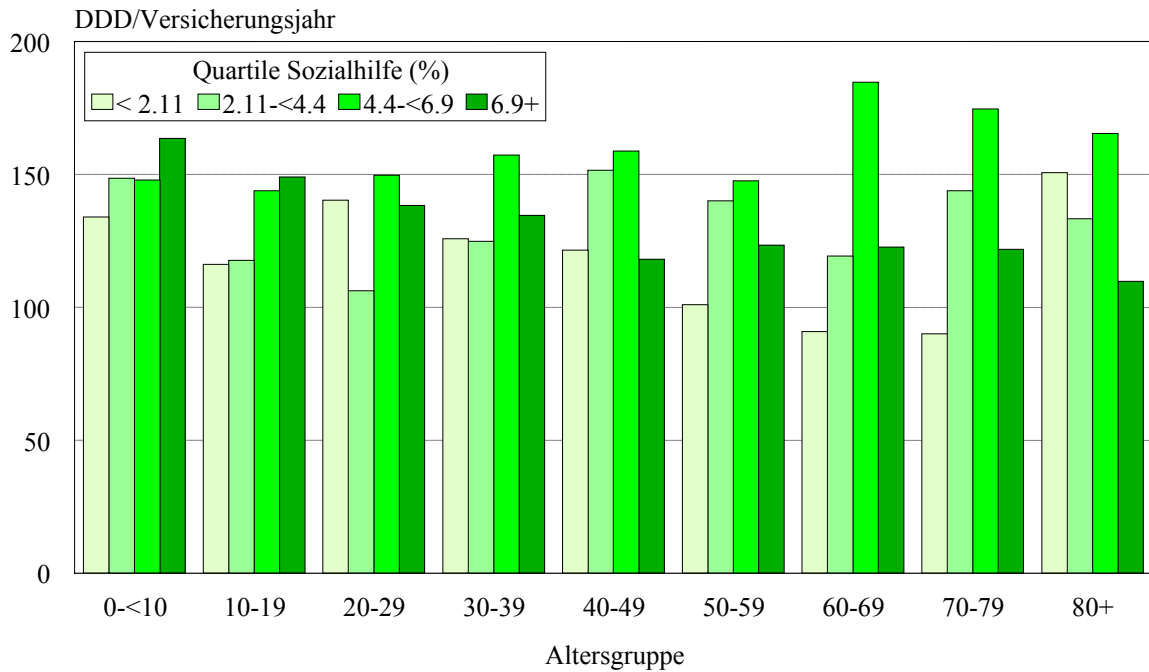


Tabelle A-1. Korrelations-Koeffizienten sämtlicher Verkehrslärm-Parameter (Datenbasis: Anschriften der gesamten Studienregion)

Legende

- N0305= Fluglärm nachts 3.00-5.00 Uhr
- N2301= Fluglärm nachts 23.00-1.00 Uhr
- N2206= Fluglärm nachts 22.00-6.00 Uhr
- T0622= Fluglärm tags 6.00-22.00 Uhr
- S0622= Straßenverkehrslärm tags 6.00-22.00 Uhr
- S2206= Straßenverkehrslärm nachts 22.00-6.00 Uhr
- SI0622= Schienenverkehrslärm tags 6.00-22.00 Uhr
- SI2206= Schienenverkehrslärm nachts 22.00-6.00 Uhr

The CORR Procedure

8 Variables: n0305 n2301 n2206 t0622 si0622 si2206 s0622 s2206

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Sum	Minimum	Maximum
n0305	159567	46.10950	3.74064	7357555	40.00000	61.00000
n2301	156754	47.66192	4.77566	7471196	40.00000	64.00000
n2206	165638	46.21144	3.91111	7654371	40.00000	62.00000
t0622	100987	47.62961	4.71059	4809971	40.00000	63.00000
si0622	417407	47.26561	8.38211	19728997	35.00000	81.00000
si2206	403357	46.19537	7.95883	18633224	35.00000	82.00000
s0622	293659	63.24211	9.71659	18571615	35.00000	89.00000
s2206	290155	55.10182	9.12490	15988070	35.00000	84.00000

Pearson Correlation Coefficients

Prob > |r| under H0: Rho=0  
Number of Observations

	n0305	n2301	n2206	t0622	si0622	si2206	s0622	s2206
n0305	1.00000	0.42592	0.73132	0.72096	-0.30045	-0.40729	0.04381	0.11354
		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
	159567	81244	110903	92756	79930	75034	76756	76217

n2301	0.42592 <.0001 81244	1.00000 156754	0.86730 <.0001 135003	0.83950 <.0001 77924	-0.07406 <.0001 112792	-0.00541 0.0770 106712	0.10488 <.0001 116499	0.17399 <.0001 116030
n2206	0.73132 <.0001 110903	0.86730 <.0001 135003	1.00000 165638	0.91061 <.0001 88253	-0.16872 <.0001 106370	-0.13202 <.0001 101115	0.12914 <.0001 109012	0.20744 <.0001 108251
t0622	0.72096 <.0001 92756	0.83950 <.0001 77924	0.91061 <.0001 88253	1.00000 100987	-0.34490 <.0001 53824	-0.36070 <.0001 49763	0.10152 <.0001 57512	0.23076 <.0001 57512
si0622	-0.30045 <.0001 79930	-0.07406 <.0001 112792	-0.16872 <.0001 106370	-0.34490 <.0001 53824	1.00000 417407	0.96420 <.0001 400158	0.22285 <.0001 284738	0.20777 <.0001 281686
si2206	-0.40729 <.0001 75034	-0.00541 0.0770 106712	-0.13202 <.0001 101115	-0.36070 <.0001 49763	0.96420 <.0001 400158	1.00000 403357	0.21182 <.0001 273273	0.20277 <.0001 270551

Pearson Correlation Coefficients  
 Prob > |r| under H0: Rho=0  
 Number of Observations

	n0305	n2301	n2206	t0622	si0622	si2206	s0622	s2206
s0622	0.04381 <.0001 76756	0.10488 <.0001 116499	0.12914 <.0001 109012	0.10152 <.0001 57512	0.22285 <.0001 284738	0.21182 <.0001 273273	1.00000 293659	0.97868 <.0001 290153
s2206	0.11354 <.0001 76217	0.17399 <.0001 116030	0.20744 <.0001 108251	0.23076 <.0001 57512	0.20777 <.0001 281686	0.20277 <.0001 270551	0.97868 <.0001 290153	1.00000 290155

Tabelle A-2. Prävalenz (%) der kombinierten Verordnung von Arzneimitteln aus verschiedenen Arzneimittelgruppen während des Versicherungszeitraums.

Geschlecht	Altersgruppe	Versicherte	Antihypertensiva + Cardiac	Antihypertensiva + Cardiac + Tranquillizer, Sedati- va, Hypnotika	Antihypertensiva + Cardiac + mindestens 1 „restliches“ Arzneimit- tel
Männlich	< 10	115.099	3.26	0.61	3.21
	10 -< 20	35.051	0.04	0.00	0.04
	20 -< 30	44.359	0.12	0.01	0.11
	30 -< 40	50.752	0.77	0.16	0.74
	40 -< 50	47.321	3.95	0.74	3.76
	50 -< 60	35.408	13.31	2.48	12.77
	60 -< 70	37.447	26.01	4.82	24.71
	70 -< 80	21.574	37.95	8.46	36.89
	80 +	90.18	40.53	11.07	39.92
	Alle	396.029	8.17	1.68	7.89
Weiblich	< 10	109.945	3.26	0.63	3.20
	10 -< 20	33.394	0.08	0.01	0.08
	20 -< 30	45.415	0.21	0.06	0.21
	30 -< 40	45.496	0.67	0.23	0.65
	40 -< 50	44.720	2.69	0.83	2.60
	50 -< 60	36.614	9.40	2.69	9.10
	60 -< 70	39.680	21.86	6.01	20.97
	70 -< 80	30.437	37.39	11.36	36.37
	80 +	27.649	42.79	16.51	41.91
	Alle	413.350	9.81	3.05	9.53

**Hinweis: Im Bericht November 2006 wurde hier irrtümlich eine falsche Tabelle eingefügt.**

