

Gutachten

Belästigung durch Fluglärm

im Umfeld des Frankfurter Flughafens

Endbericht

Bearbeitung:

ZEUS GmbH, Zentrum für angewandte Psychologie, Umwelt- und Sozialforschung, Bochum

Hörzentrum Oldenburg GmbH, Oldenburg

Dirk Schreckenberger

Markus Meis

Redaktionelle Bearbeitung: Ute Felscher-Suhr, Markus Meis, Dirk Schreckenberger

Unter Mitarbeit von: Frank Faulbaum, Ute Felscher-Suhr, Cara Kahl, Henk M.E. Miedema, Kurt Müller,
Lars Ninke, Christin Peschel, Henk Vos

Redaktionelle Bearbeitung: Ute Felscher-Suhr, Markus Meis, Dirk Schreckenberger

Interne wissenschaftliche Beratung: Rainer Guski, Henk M.E. Miedema, Rudolf Schümer

Wissenschaftliche Qualitätssicherung: Martin van den Berg, Monika Bullinger, Barbara Griefahn, Alexander
Samel, August Schick, H.-Erich Wichmann

Im Auftrag der

IFOK GmbH – Institut für Organisationskommunikation, 64625 Bensheim

im Rahmen des



30.08.2006

Inhalt

Inhalt	3
Vorbemerkung.....	10
Zusammenfassung.....	11
1. Einleitung	14
2. Theoretischer Hintergrund	15
2.1 Zum Begriff der Lärmbelästigung.....	15
2.1.1 Lärmbelästigung als psychologische Stressreaktion	15
2.2 Lebensqualität und Umweltqualität.....	16
2.3 Tageszeitabhängige Belästigung	17
3. Vorbereitung der Studie	18
3.1 Untersuchungsdesign.....	18
3.2 Bestimmung der Geräuschbelastung	19
3.2.1 Bestimmung akustischer Parameter des Fluglärms	19
3.2.2 Bestimmung akustischer Parameter der Straßen- und Schienenverkehrslärm	21
3.3 Gebietsauswahl.....	21
3.4 Probandenauswahl und -gewinnung.....	30
3.4.1 Stichprobengröße für die Tagesprofilerstellung mit der experience-sampling-Methode (Vertiefungsstudie).....	30
4. Durchführung der Breitenerhebung.....	31
4.1 Konzeption der Erhebungsinstrumente	31
4.2 Durchführung der Befragung	32
4.2.1 Ausschöpfungsstatistik.....	34
4.2.2 Non-Responder-Untersuchung	36
5. Durchführung der Vertiefungsstudie	41
5.1 Aufgabenstellung und Untersuchungsdesign der Vertiefungsstudie.....	41
5.2 Durchführung der Untersuchung.....	42
5.2.1 Vorbereitung der Feldarbeiten.....	42
5.2.2 Durchführung der Erhebung.....	43
5.2.3 Ausschöpfungsstatistik.....	44
6. Berechnung der akustischen Maße für die Breitenerhebung und Vertiefungsstudie.....	48

6.1	Berechnung akustischer Maße für die Breiterehebung.....	48
6.1.1	Fluglärm	48
6.1.2	Straßen- und Schienenlärm.....	51
6.2	Berechnung akustischer Maße für die Vertiefungsstudie.....	52
7.	Auswertung der Daten	53
8.	Beschreibung der Stichprobe	56
8.1	Basisdaten.....	56
8.1.1	Stichprobengröße und Geschlecht.....	56
8.1.2	Altersverteilung	57
8.1.3	Anzahl der Personen im Haushalt	58
8.1.4	Derzeitige Tätigkeit/ Berufsstand.....	58
8.1.5	Berufliche Position	59
8.1.6	Höchster erreichter Schulabschluss und Ausbildungsabschluss.....	60
8.1.7	Monatliches Nettoeinkommen.....	61
8.1.8	Wohndauer im Wohngebiet.....	62
8.1.9	Sprachraum/ Nationalität.....	63
8.1.10	Arbeit am Flughafen (F.7.9).....	64
8.2	Schichtzugehörigkeit	65
8.2.1	Haushaltseinkommen als Indiz für finanzielle Möglichkeiten und Restriktionen.....	65
8.2.2	Bildung	66
8.2.3	Berufliche Stellung.....	66
8.2.4	Die Berechnung des Scheuch-Winkler-Index	66
8.2.5	Vergleich der Stichproben der BGS 98 und RDF bezüglich SW-Index	67
8.3	Soziodemographische Homogenität wesentlicher Fluglärmpegelklassen.....	67
8.3.1	Pegelklassen und Alter	68
8.3.2	Pegelklassen und Geschlecht.....	68
8.3.3	Pegelklassen und soziale Schicht	69
9.	Generelle Belästigung und Störungen durch Fluglärm	71
9.1	Lärmbelästigung im Wohnumfeld.....	71
9.2	Geeignete Pegel für die Analyse der Dosis-Wirkungsbeziehungen für die Fluglärmbelästigung	73
9.2.1	Pegel-Belästigungs-Beziehungen getrennt nach Ortslage	80

9.2.2	Pegel-Belastigungs-Beziehungen in Abhängigkeit von der Differenz zwischen der Ost-Westumhüllenden (100/100) und Pegeln berechnet nach dem Realverteilungsverfahren	81
9.3	Dosis-Wirkungs-Kurven für die Belastigung durch Fluglärm	84
9.3.1	Dosis-Wirkungs-Kurven: Belastigung und L_{eq3} -Pegel	84
9.3.2	Dosis-Wirkungs-Kurven: Belastigung und L_{eq3} -Pegel pro Untersuchungsgebiet	89
9.3.3	Dosis-Wirkungs-Kurven für Aktivitätenstörungen	100
9.3.4	Fluglärmelastigung in Abhängigkeit des NAT70.....	108
9.3.5	Fluglärmelastigung in Abhängigkeit des Maximalpegels	111
9.4	Lärmbewältigung.....	114
9.4.1	Verhalten in Lärmsituationen	114
9.4.2	Aktivitäten gegen Lärm.....	115
9.4.3	Vertrauen in für die Fluglärminderung verantwortliche Institutionen	115
9.5	Soziodemografische Unterschiede in der Fluglärmelastigung	119
9.5.1	Pegel-Belastigungsbeziehung differenziert nach Altersgruppen.....	119
9.5.2	Pegel-Belastigungsbeziehung differenziert nach Geschlecht.....	120
9.5.3	Sozialer Status und Fluglärmelastigung	121
9.6	Beziehung zwischen weiteren nicht-akustischen Faktoren und der Fluglärmelastigung ..	121
9.6.1	Lärmempfindlichkeit	121
9.6.2	Fensterstellung.....	123
9.7	Einfluss weiterer Lärmquellen auf die Fluglärm- und Gesamtlärmelastigung.....	126
9.7.1	Zusammenhang zwischen Gesamtlärmelastigung und quellenspezifischen Belastigungen	126
9.7.2	Wirkung kombinierter Verkehrslärmquellen tagsüber	128
9.7.3	Wirkung kombinierter Verkehrslärmquellen nachts	131
9.8	Auswirkungen objektiver und subjektiver Veränderungen im Zusammenhang mit dem Ausbau des Frankfurter Flughafens auf die Fluglärmelastigung.....	132
9.9	Lärmelastigung im Verlauf des Befragungszeitraums	136
9.10	Zusammenfassende Ergebnisbetrachtung zur Belastigung und Gestörtheit durch Fluglärm	138
10.	Einordnung der Ergebnisse zur Fluglärmelastigung in den internationalen Kontext .	140
10.1	Vergleich der Ergebnisse mit anderen europäischen Lärmwirkungsstudien zur Fluglärmelastigung.....	140
10.2	Comparison of L_{den} -Noise Annoyance Relationships found around Frankfurt Airport.....	142
10.2.1	Summary	142

10.2.2	L_{den} , %HA and %A.....	143
10.2.3	Exposure-Effect Model	143
10.2.4	Results	144
11.	Subjektive Gesundheit	147
11.1	Gesundheitsbezogene Lebensqualität.....	147
11.1.1	Einleitung	147
11.1.2	Psychometrie und Operationalisierung.....	147
11.1.3	Referenzstichproben: Daten der deutschen Normstichprobe des SF-36/ SF-12.....	149
11.1.4	Auswertungskonzept Subjektive Gesundheit / Lebenszufriedenheit	150
11.1.5	Ergebnisse (Psychische Summenskala [SF-12])	152
11.1.6	Subskala Psychisches Wohlbefinden (SF-36)	157
11.1.7	Körperliche Summenskala (SF-12)	159
11.1.8	Zusammenhangsanalysen zur gesundheitsbezogenen Lebensqualität.....	160
11.1.9	Zusammenfassung und Diskussion SF-12 und SF-36	162
11.2	Gesundheitsbeschwerden	165
11.2.1	Einleitung	165
11.2.2	Psychometrie und Operationalisierung.....	165
11.2.3	Referenzstichproben und Vergleich RDF-Stichprobe	166
11.2.4	Ergebnisse der vier Subskalen des GBB-24 und der Beschwerdedruck (Übersicht) ..	167
11.2.5	Ergebnisse Beschwerdedruck des GBB-24	169
11.2.6	Zusammenhangsanalysen zu den gesundheitlichen Beschwerden (GBB-24).....	172
11.2.7	Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse zum GBB-24	174
11.3	Lebenszufriedenheit (F.5.2)	176
11.3.1	Einleitung	176
11.3.2	Operationalisierung und Psychometrie.....	176
11.3.3	Auswertungskonzept Lebenszufriedenheit.....	178
11.3.4	Ergebnisse: Allgemeine Lebenszufriedenheit	179
11.3.5	Ergebnisse der gewichteten „Zufriedenheit“ mit dem Fluglärm	183
11.3.6	Zusammenfassung der Ergebnisse zur Lebenszufriedenheit	187
11.4	Subjektive Schlafqualität: Der Pittsburgher Schlaf-Qualitäts-Index.....	189
11.4.1	Einleitung	189
11.4.2	Psychometrie und Operationalisierung.....	189

11.4.3	Referenzstichproben.....	190
11.4.4	Auswertungskonzept Subjektive Schlafqualität	191
11.4.5	Bettgeh- und Aufstehzeiten im Rhein-Main-Gebiet.....	193
11.4.6	Ergebnisse: Mittelwerte über alle Skalen des PSQI	193
11.4.7	Ergebnisse PSQI Gesamtscore	196
11.4.8	Ergebnisse zu Skala K1 Subjektive Schlafqualität.....	199
11.4.9	Zusammenfassung der Ergebnisse zur subjektiven Schlafqualität (PSQI).....	201
12.	Subjektive Wohn- und Umweltqualität.....	203
12.1	Subjektive Wohnqualität	203
12.1.1	Einleitung	203
12.1.2	Auswertung Themenkomplex „Störende Lebensbedingungen“ (F1.5 –F5.1.1).....	203
12.1.3	Auswertung allgemeiner Fragen zur Zufriedenheit mit der Wohnung/ Wohngegend (F.1.13)	206
12.1.4	Skala zu Wohneigenschaften (F.1.14).....	207
12.1.5	Wohnumgebungszufriedenheit des Faktors „Ruhe“.....	213
12.1.6	Zusammenfassung der Ergebnisse zur Wohnumgebungszufriedenheit	218
12.2	Beeinträchtigung/ Bedrohung durch den Flugverkehr (F4.1)	219
12.2.1	Einleitung	219
12.2.2	Operationalisierung und Psychometrie.....	219
12.2.3	Ergebnisse: Mittelwerte der Items Bedrohung durch Flugverkehr.....	220
12.2.4	Zusammenfassung der Ergebnisse Bedrohung durch den Flugverkehr	226
12.3	Umwelt- und Sozialprobleme.....	226
12.3.1	Einleitung	226
12.3.2	Darstellung der Psychometrie/Skalenbildung:	226
12.3.3	Ergebnisse: Darstellungen der Mittelwerte aller Faktoren/ Indizes	228
12.3.4	Ergebnisse zum Faktor Flugverkehr (Mittelwerte der Items).....	231
12.3.5	Zusammenfassung der Ergebnisse zu Umwelt- und Sozialproblemen.....	236
13.	Besondere Personengruppen	237
13.1	Erwartungen gegenüber dem Ausbau (F6.3).....	237
13.2	Fensterverhalten (F1.8.2)	238
14.	Ergebnisse zur Belästigung im Tagesverlauf.....	240
14.1	Generalisierter Tagesverlauf der Fluglärmbelästigung – Breitenerhebung.....	240

14.1.1	Verlauf der generalisierten Stundenbelästigungen durch Fluglärm - Breitenerhebung	240
14.1.2	Dosis-Wirkungsbeziehungen für Tag, Abend, Nacht.....	243
14.2	Akute Belästigung durch Fluglärm im Tagesverlauf – Vertiefungsstudie	246
14.2.1	Akute Stundenbelästigung durch Fluglärm in Abhängigkeit vom $L_{eq3,1h}$	247
14.2.2	Akute Stundenbelästigung durch Fluglärm in Abhängigkeit von der Anzahl der Überflüge.....	252
14.3	Tätigkeiten und Aufenthalt innerhalb/außerhalb des Hauses im Tagesgang.....	254
14.4	Der Einfluss der Tagestemperatur und der Fensterstellung auf die akute Belästigung durch Fluglärm	256
14.5	Störungen nachts und zu den Nachtrandzeiten durch Fluglärm	258
14.5.1	Zubettgeh-, Aufwach- und Aufstehzeiten in der Vertiefungsstudie.....	258
14.5.2	Beziehung zwischen berichteten nächtlichen Störungen und L_{eq3} -Pegelwerten.....	258
14.5.3	Dosis-Wirkungs-Beziehung zu berichteten nächtlichen Störungen durch Fluglärm...	260
14.6	Integration der Gestörtheits-/Belästigungsurteile in ein 24h-Tagesprofil	261
14.7	Zusammenhang zwischen bereichsspezifischer Lärmempfindlichkeit, Fluglärmbelastung und Belästigung (Vertiefungsstudie).....	264
15.	Vertiefungsstudie: Befindlichkeit und Beschwerden	266
15.1	Operationalisierung	266
15.1.1	Operationalisierung des Befindens/Stimmung	266
15.1.2	Operationalisierung Subjektive Gesundheit: „Akutliste“ Beschwerden	266
15.2	Auswertungsschema.....	267
15.3	Ergebnisse	268
15.3.1	Befindlichkeit	268
15.3.2	„Akutliste“ gesundheitliche Beschwerden	269
15.3.3	Moderatoreffekte	270
15.3.4	Zusammenhangsmaße mit der Belästigung.....	271
15.4	Zusammenfassung und Diskussion	272
16.	Fazit und Empfehlungen.....	273
17.	Literatur	278
18.	Anhang	281
18.1	Breitenerhebung: Ergänzende Auswertungstabellen.....	281
18.1.1	Pegel-Reaktions-Korrelationen für L_{eq3} -Pegel getrennt nach Ost-Westbetrieb.....	281

18.1.2	L_{eq3} -Pegel in den einzelnen Untersuchungsgebieten berechnet nach 100/100-Verfahren und Realverteilung	282
18.1.3	Interkorrelation 100/100-Pegel vs. Realverteilungspegel	289
18.1.4	Varianzanalysen zur Belästigung durch Fluglärm in Abhängigkeit der Berechnung des Fluglärms.....	292
18.1.5	Signifikanzprüfungen zu den Ergebnissen in Kapitel 10: Ergebnisse univariater Signifikanztests (ANOVA) im Rahmen des Allgemeinen Linearen Modells (GLM; Generalised Linear Model).....	293
18.1.6	Ergänzende Auswertungen zur subjektiven Gesundheit / Wohn- und Lebensqualität	304
18.2	Breitenerhebung: Lärmwirkungsstudien, die zum Vergleich der Flugbelastigungsdaten herangezogen wurden.....	324
18.3	Anhang zur Vertiefungsstudie.....	325
18.3.1	Beziehung zwischen verschiedenen akustischen Fluglärmmaßen und der Belästigung pro Tagesstunde.....	325
18.3.2	Tabellen und Abbildungen zur Fensterstellung im Tagesgang in den verschiedenen Pegelklassen	328
18.3.3	Beziehung zwischen berichteten nächtlichen Störungen und ausgewählten Stundenpegeln ($L_{eq,1h}$).....	331
18.3.4	Ergebnisse inferenzstatistische Analysen (gemischte Modelle) zum Belästigungsprofil im Tagesverlauf	332
18.3.5	Ergebnisse inferenzstatistische Analysen (gemischte Modelle) zu Dosis-Wirkungskurven für die nächtlichen Störungen durch Fluglärm (Abschnitt 14.5.3)	334
18.3.6	Zusammenhang zwischen bereichsspezifischer Lärmempfindlichkeit (NoiSeQ) und stundenbezogener Fluglärmbelästigung in Abhängigkeit ausgeübter Tätigkeiten.....	337
18.4	Muster des Fragebogens zur Breitenerhebung	340

Vorbemerkung

In diesem Bericht werden die Durchführung und zentralen Ergebnisse der breit angelegten Fluglärmwirkungsstudie 2005 im Rhein-Main-Gebiet im Umfeld des Frankfurter Flughafens beschrieben. Die Gesamtstudie besteht aus zwei Teilen:

1. Einer von April bis Jahresende 2005 andauernden Breitenerhebung zur Lärmbelästigung, Wohn-, Umwelt- und Lebensqualität bei einer Anzahl von rund 2300 Bewohnern im Rhein-Main-Gebiet (Face-to-Face-Befragung und Bestimmung individueller Immissionspegel von Flug-, Straßen-, Schienenverkehrslärm) und
2. einer Vertiefungsstudie mit einem Teilsample der Breitenerhebungs-Teilnehmer (insgesamt 200 Personen), in der zu acht Terminblöcken bei jedem Probanden tagsüber die stündliche Fluglärmbelästigung und Fluglärmbelastung an vier aufeinander folgenden Tagen untersucht wurde.

Die gesamte Dokumentation des Gutachtens besteht aus folgenden Bestandteilen:

- Endbericht inklusive Anhang
- Kurzfassung des Berichts
- Anlagenband mit Kurzbeschreibungen der Untersuchungsgebiete

Ein Hinweis zum Begriff „Fluglärm“: In der Fachwelt wird Lärm als „unerwünschte Geräusche“ definiert und gilt daher als ein subjektiver Begriff mit negativer Konnotation. Im vorliegenden Gutachten wird zum Teil aus Gründen der sprachlichen Vereinfachung von Fluglärm, Fluglärmbelastung, Fluglärmpegel oder ähnlichem gesprochen. Der Begriff „Fluglärm“ wird hierbei synonym zum Begriff „Flugverkehrsgeräusch(e)“ verwendet, folglich als physikalische/akustische Größe und nicht im subjektiven Sinne verstanden. Im unmittelbaren Kontext erlebter Beeinträchtigungen durch Flugverkehrsgeräusche (z.B. „Fluglärmbelästigung“) wird der Begriff „Fluglärm“ dagegen in seiner subjektiven Bedeutung benutzt, weil hierbei über das Geräuscherleben von Betroffenen inklusive ihrer Bewertung der Geräusche berichtet wird.

Die Gutachter einschließlich aller Kooperationspartner bedanken sich bei dem Regionalen Dialogforum Forum und seinen Gremien, den beteiligten Gemeinden, dem Gebietsrechenzentrum und IT-Unternehmen ekom21 GmbH, der Fraport AG, den Mitgliedern der wissenschaftlichen Qualitätssicherung, allen weiteren hier nicht näher genannten Beteiligten und vor allem den Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Befragungen für die große Unterstützung.

Bochum, Oldenburg

30.08.2006

Die Autoren

Zusammenfassung

Im Auftrag des Regionalen Dialogforums wurde im Zeitraum von April bis zum Jahresende 2005 die Lärmbelästigung sowie Wohn-, Umwelt- und Lebensqualität von 2312 Anwohnern des Rhein-Main-Gebiets im Umfeld des Frankfurter Flughafens in Abhängigkeit von der Fluglärmbelastung untersucht. Hierzu wurden 45-minütige Face-to-Face-Interviews durchgeführt. In Ergänzung wurde bei einer Untergruppe von 200 Personen ein Tagesprofil der individuellen Lärmbelästigung an jeweils vier aufeinanderfolgenden Tagen mit Hilfe von Handheld-PCs (Taschencomputern) erstellt. Für alle Untersuchungsteilnehmer wurden verschiedene auf die Wohnadresse bezogene Immissionspegelmaße für die Belastung durch Flugverkehr sowie Schienen- und Straßenverkehrsräusche berechnet.

Die Auswahl der Untersuchungsteilnehmer erfolgte im Rahmen einer geschichteten Zufallsstichprobe. 66 Wohngebiete unter unterschiedlichen Fluglärmkonturen in einem Pegelbereich von $L_{eq3,tag} = 40-65$ dB(A) wurden anhand mehrerer akustischer und sozialwissenschaftlicher Kriterien ausgewählt. Innerhalb der Wohngebiete wurden die zu befragenden Personen ab einem Alter von 16 Jahren per Zufall anhand von Registerdaten gezogen. Die Ausschöpfungsquote beträgt insgesamt 61% der um stichprobenneutrale Ausfälle bereinigten Bruttostichprobe.

Belästigung und Störungen durch Fluglärm

Ein zentrales Ergebnis der Studie ist, dass die Bewohner des Rhein-Main-Gebiets durch Fluglärm stärker als der Durchschnitt der Bewohner in Hessen und auch in der gesamten Bundesrepublik gestört und belästigt sind: 64% der Befragten sind durch Fluglärm mittelmäßig bis äußerst gestört oder belästigt, davon 41% stark bis äußerst¹. Im gesamten Bundesland Hessen sind 23% der Bevölkerung durch Fluglärm belästigt, davon 13% stark bis äußerst. Der Mittelwert der Lärmbelästigung auf einer fünfstufigen Skala liegt bei den Befragten bei 3,1, bei der Bevölkerung in Hessen insgesamt bei 1,8. Bundesweit betragen die Zahlen 12% durch Fluglärm Belästigte, davon 4% stark oder äußerst. Hier liegt der Mittelwert über alle befragten Personen bei 1,5 von fünf Skalenstufen.

Es bestehen Dosis-Wirkungsbeziehungen zwischen dem Pegel und verschiedenen Lärmbelästigungsurteilen bezogen auf den Fluglärm. Danach sind in der Pegelklasse 50-52,5 dB (bzw. 47,5-50 dB bei Betrachtung der Realverteilung) bereits 25% der Bevölkerung hochgradig durch Fluglärm *insgesamt* belästigt. *Tagsüber* durch Fluglärm belästigt² finden sich 25% hoch Belästigte in den Pegelklassen > 62,5 dB (Realverteilung: 57,5-60 dB). Nachts finden sich 25% hoch Belästigte ab der Pegelklasse 55-57,5 (Realverteilung: 52,5-55). Die befragten Anwohner des Rhein-Main-Gebiets berichten über Aktivitätenstörungen im Außenbereich durch Fluglärm, und sie sehen sich in ihrer Wohnzufriedenheit durch den Fluglärm beeinträchtigt. Ältere Personen und diejenigen, die bereits durch Erkrankungen vorbelastet sind, zeigen stärkere Beeinträchtigungen als junge, gesunde Menschen. Die Angst vor vermeintlichen Gesundheitsschäden durch Kerosin, Bedrohungsgefühle durch geringe Überflughöhen und nicht zuletzt auch die Furcht vor Wertverlust der eigenen Immobilie beeinflussen die Lebenssitua-

¹ In der wissenschaftlichen Lärmwirkungsforschung und juristisch relevant sind die stark bis äußerst Belästigten, die so genannten hoch Belästigten [Highly Annoyed].

² Die Tagesbelästigung wurde auf Basis von einzelnen Stundenurteilen im Zeitraum zwischen 6-22 Uhr erfragt und zu einem gemittelten Wert zusammengefasst.

tion um den Frankfurter Flughafen. Ganz besonders beeinträchtigt fühlen sich diejenigen Anwohner, die eine Verschlechterung ihrer Situation nach dem Flughafenausbau erwarten: Sie sind heute schon stärker gestört und belästigt und berichten eine geringere Lebensqualität sowie Einschränkungen in ihrer Lebenszufriedenheit.

Fluglärmbelästigung zu Tagesrandzeiten

Die Randstunden des Tages morgens und abends haben sich als Zeiten erhöhter Belästigung durch Fluglärm bei gleichem Pegel herausgestellt. In der Breitenerhebung ist die morgendliche Belästigung werktags um 5-6 Uhr sowie 8-9 Uhr erhöht, am Wochenende im Zeitraum 5-7 Uhr. In der Vertiefungsstudie ist es morgens der Zeitraum 7-8 Uhr (werktags und am Wochenende). Eine nachmittägliche Belästigungsspitze um 15-17 Uhr spiegelt den vermehrten Außenaufenthalt am Haus wider, der entsprechend mit einer höheren Fluglärmexposition im Vergleich zum Aufenthalt im Haus verbunden ist. Abends ist in der Randstunde 22-23 Uhr eine erhöhte Lärmbelästigung bei gleichem Pegel im Vergleich zu den Tagesstunden davor festzustellen. Für den Zeitraum 19-20 Uhr – laut Vertiefungsstudie zur Abendessen- und Fernsehzeit – berichten die Befragten in der Breitenerhebung eine höhere Belästigung, in der Vertiefungsstudie berichten sie dies nur am Wochenende. Insgesamt ist am Wochenende die Lärmbelästigung zu allen Tageszeiten höher als werktags, deswegen fallen die Unterschiede in der Belästigung zwischen den einzelnen Tagesstunden geringer als an Werktagen aus.

Vergleicht man die Belästigung zu den morgendlichen und abendlichen Randstunden direkt, zeigt sich: Die abendlichen Randstunden sind im stärkeren Maße in der Breitenerhebung bedeutsam, d.h. relevanter für eine *generelle* tageszeitbezogene Fluglärmbelästigung. An den jeweils vier extra untersuchten Tagen bei den 200 Vertiefungsstudienteilnehmern liegt dagegen eine erhöhte *akute* Belästigung und Gestörtheit eher in den morgendlichen Randstunden vor. Diese morgendlich erhöhte Belästigung gilt vor allem bei hohen Fluglärmpegeln, insbesondere bei einem Stunden- $L_{eq3} > 60$ dB(A).

Zur Bedeutung der Anzahl von Überflügen, Starts und Landungen für die Fluglärmbelästigung

Insgesamt weist der Mittelungspegel L_{eq3} als Pegelmaß im Vergleich zu Maximalpegeln und Kennwerte für die Überflugszahl eine engere Beziehung zum Fluglärm-Belästigungsurteil auf. Der NAT_{70} ³ als Wert für die Anzahl von Überflügen, die einen Maximalpegel von 70 dB(A) überschreiten, erwies sich in dieser Untersuchung als ein weniger gut geeignetes akustisches Maß zur Beschreibung/Vorhersage der Lärmbelästigung. Das bedeutet nicht, dass die Lautheit der Flugverkehrsgeräusche (Maximalpegel) eine größere Rolle als die Zahl der Ereignisse spielt. Vielmehr zeigen die Ergebnisse dieser Untersuchung eine engere Beziehung zur Anzahl der Überflüge mit einem Maximalpegel größer 55 dB(A) (NAT_{55}) und der damit verbundenen Verkürzung von Ruhezeiten als zur Lautheit (Maximalpegel) der einzelnen Flugverkehrsgeräusche festzustellen. Dies gilt insbesondere für die Tagesrandzeiten. Das heißt, dass auch die Häufigkeit von Überflügen *unter* einem Maximalpegel von 70 dB(A) in das Fluglärm-Belästigungsurteil einfließt. Es wäre daher für die Zukunft (erneut) zu überprüfen, welche Maximalpegelschwelle für die Bestimmung der Überflugszahl anzusetzen ist, um das Ausmaß der Fluglärmbelästigung optimal erklären/vorhersagen zu können.

Startende und landende Flugzeuge wirken bei gleichem Pegel unterschiedlich auf die Lärmbelästigung: Landungen weisen danach eine größere Lästigkeit auf als Starts.

³ Number Above Threshold 70 dB(A)

Gesundheitszustand und Lebensqualität

Bei den Bewohnern wurde auch nach ihrem Gesundheitszustand und ihrer Lebensqualität gefragt. Beim Beschwerdedruck und bei der berichteten Erschöpfung konnten Unterschiede in Abhängigkeit der Fluglärmbelastung identifiziert werden; diese lassen sich aber nicht im Sinne einer Dosis-Wirkungsbeziehung interpretieren. In den übrigen geprüften Bereichen der subjektiv empfundenen Gesundheit (Beschwerdedruck, gesundheitsbezogene Lebensqualität, Schlafqualität, Lebenszufriedenheit) sind die Ergebnisse vergleichbar mit dem Bundesdurchschnitt und eine Pegelabhängigkeit nicht feststellbar. Bei der vorliegenden Studie ist zu beachten, dass sämtliche erhobenen Gesundheitsdaten von den Anwohnern abgefragt wurden. Diese Daten spiegeln die subjektiv empfundene Gesundheit der Befragten wider, die nicht durch ärztliche Untersuchungen oder Sekundärdaten ergänzt wurden.

1. Einleitung

Zu den Aufgabenstellungen des Gutachtens zur Belästigung durch Fluglärm im Umfeld des Frankfurter Flughafens im Auftrag des Regionalen Dialogforums Flughafen Frankfurt (RDF) zählen

1. die Erfassung der fluglärmverursachten Belästigung in der Rhein-Main-Region unter Berücksichtigung der Aspekte Lebenszufriedenheit und gesundheitsbezogene Lebensqualität;
2. die Herausarbeitung des Ausmaßes der Fluglärmbelästigung zu verschiedenen Tages- und Nachtzeiten in Abhängigkeit der durch den Flugverkehr verursachten akustischen Belastung.

Die erste Aufgabenstellung wurde im Rahmen einer Breitenerhebung bei 2304 Personen im Rhein-Main-Gebiet im Umfeld des Frankfurter Flughafens bearbeitet. Hierbei wurden in einem mehrstufig geschichteten Zufallsverfahren ausgewählte Flughafenanwohner in einem rund 45-minütigen Face-to-Face-Interview nach ihrer Wohn- und Lebensqualität, ihrer Beeinträchtigung durch Lärm verschiedener Quellen, darunter auch Flugverkehr, sowie zu ihren Erwartungen bezüglich des Ausbaus des Frankfurter Flughafens befragt. Die Befragungsdaten wurden im Rahmen der statistischen Auswertung mit individuellen, auf die Wohnadresse bezogenen flugverkehrsverursachten Immissionspegeln in Beziehung gesetzt. Ferner wurden zur Kontrolle auf die jeweilige Wohnadresse der Befragten bezogene akustische Parameter für die Straßen- und Schienenverkehrslärmbelastung bestimmt.

Die zweite Aufgabenstellung, Bestimmung der Lärmbelästigung im Tagesverlauf, wurde einerseits im Rahmen der Breitenerhebung durch Erfassung generalisierter stündlicher Belästigung am Tage bearbeitet. Zum anderen protokollierte eine Teilstichprobe der Untersuchungsteilnehmer im Rahmen einer Vertiefungsstudie die aktuelle Stundenbelästigung tagsüber und abends an jeweils vier aufeinander folgenden Tagen mit Hilfe eines Taschencomputers. Die Angaben zur stündlichen Lärmbelästigung aus der Breitenerhebung und der Vertiefungsstudie wurden mit akustischen Parametern der Fluglärmbelastung im entsprechenden Bezugszeitraum in Beziehung gesetzt.

Der Projektumfang des Gutachtens umfasste die Phasen

1. Probandengewinnung für die Breitenerhebung inklusive Gebietsauswahl, Adressbeschaffung, Stichprobenziehung und Kontaktaufnahme;
2. Konzeption und Pretest des Erhebungsbogens für die Breitenerhebung; Schulung der Interviewer;
3. Durchführung der Befragung/ Breitenerhebung;
4. Durchführung der Vertiefungsstudie;
5. Datenaufbereitung, -auswertung und Berichtlegung.

2. Theoretischer Hintergrund

2.1 Zum Begriff der Lärmbelästigung

Die Belästigung durch Lärm ist eine der zentralen *psychologischen* Größen im Bereich der Lärmwirkungsforschung. In den meisten empirischen Untersuchungen zur Wirkung von Umgebungslärm auf den Menschen wird, neben anderen interessierenden Wirkgrößen, die Belästigung durch Lärm erfasst. Dies liegt u.a. auch darin begründet, dass zwischen akustischen Belastungsparametern und der Belästigung der Bevölkerung durch Lärm der stärkste korrelative Zusammenhang besteht. Belästigung ist die Wirkvariable, für die umfangreichsten Dosis-Wirkungskurven vorliegen (Schultz 1978, Fidell et al. 1991, Miedema 1993 1998, Miedema & Vos 1998, EU WG2, 2002). Aufgrund solcher Kurven lässt sich unter gewissen Vorbehalten angeben, wie hoch der Anteil stark belästigter Personen bei bestimmten Belastungsausprägungen ist. Obwohl die Belästigung durch Lärm als eine der Hauptlärmwirkungen vielfach bestätigt wurde und immer wieder untersucht wird, existiert wenig Konsens darüber, was Lärmbelästigung eigentlich bedeutet. Koelega (1987) trägt einige Konzepte zusammen, die in der internationalen Erforschung der Lärmwirkungen zu finden sind. Lärmbelästigung kann demnach verstanden werden als *Wahrnehmung*, als *Emotion*, als *Einstellung*, oder als eine Mischung daraus. Koelega (1987) zufolge unterscheiden die meisten Forscher nicht zwischen den verschiedenen Aspekten, die mit Lärmbelästigung einhergehen können: Die Störung geplanter Tätigkeiten, emotionaler Stress, aversive Beurteilungen oder auch das Ausmaß an Akzeptanz umweltbedingter 'Ärgernisse'. Nach Einschätzung vieler internationaler Lärm-Experten bedeutet „Lärmbelästigung“ das Gefühl, durch Geräusche gestört zu werden, ohne sie wirksam bewältigen zu können. Der Begriff impliziert sowohl die implizierten Störungen als auch ihre emotionale Bewertung. (Guski, Schuemer & Felscher-Suhr 1999). Dazu gehört die Einschätzung der Vermeidbarkeit des Lärms, die Bewertung von ggf. nötigen Anpassungs- bzw. Bewältigungsprozessen, Vergleiche mit früheren sowie mit künftigen zu erwartenden Belastungssituationen (Fidell, 1987; Schuemer & Schreckenberg, 2000). Im politischen Kontext wird die globale Lärmbelästigung definiert als 'Gefühl der Verärgerung, des Missfallens, des Unbehagens, der Unzufriedenheit oder eines Verstoßes, das auftritt, wenn Lärm die Absichten, Gefühle oder Aktivitäten einer Person stört' (Health Council of the Netherlands 1999).

2.1.1 Lärmbelästigung als psychologische Stressreaktion

Aus psychologischer Perspektive ist Stress das Ergebnis eines individuell wahrgenommenen Abwägungsprozesses zwischen den situativen Anforderungen (Stressoren) und den eigenen Fähigkeiten und Möglichkeiten, diese Anforderungen zu bewältigen (Coping). Je höher die Anforderungen relativ zu den eigenen Handlungsmöglichkeiten sind, umso größer ist der Stress (Bell et al. 1996). Unerwünschte Geräusche (Lärm) werden als umso belästigender empfunden, je weniger die Betroffenen die Möglichkeit sehen, die Geräusche bzw. die negativen Folgen, die sich aus ihnen ergeben (Störungen von Aktivitäten) adäquat zu bewältigen. Hierbei stellt dann die globale Lärmbelästigung die Integration einzelner Belästigungserfahrungen dar. Stallen (2000) hat das Stresskonzept um soziale Komponenten erweitert. Ausgangspunkt seines Modells ist, dass von anderen Personen bzw. Institutionen verursachte Geräusche als Lärm empfunden werden. Damit verbunden ist, dass der Lärm – je nach Ausmaß der

Störungen, unterschiedlicher Einstellung zur Lärmquelle und dem Vertrauen, das man den für den Lärm Verantwortlichen entgegenbringt – verschieden bewertet wird. Betroffene haben allenfalls die Möglichkeit, sich durch soziale Aktivitäten (z. B. Proteste, Beteiligung in Bürgerinitiativen, Beteiligung bei Planungsmaßnahmen, rechtliche Schritte) gegen den Lärm und seine Verursacher zu wenden. Das Ausmaß von Störungen, die sozialen Einstellungen und die individuell wahrgenommenen (sozialen) Handlungsmöglichkeiten bestimmen dann das Ausmaß der Lärmbelästigung.

Was die Messung der Lärmbelästigung betrifft, so liegen hierzu internationale Vereinbarungen des Team 6 der International Commission on Biological Effects of Noise (ICBEN) bzgl. der Frageformulierung und Antwortskala vor (Felscher-Suhr et al., 2000; Fields et al., 1998; Fields et al., 2001), die auch Grundlage der in diesem Gutachten verwendeten Erhebungsinstrumente sind.

2.2 Lebensqualität und Umweltqualität

In der Literatur werden oftmals Stressmodelle, wie das transaktionale Stressmodell sensu Lazarus (1966), Lazarus und Folkman (1984) oder biopsychosozial ausgerichtete in Richtung des ‚Urmodells‘ von Selye (1956) für zugrunde liegende Stresswirkungen in Lärmwirkungsstudien zitiert. Lärmwirkungen manifestieren sich dabei in verschiedenen Bereichen menschlichen Erlebens und Verhaltens. In neueren Lärmwirkungsstudien wird auch die gesundheitsbezogene Lebensqualität als wesentliche Outcome-Variable berücksichtigt (vgl. Bullinger et al., 1999). Lepore & Evans (1993) unterscheiden in Anlehnung an Evans & Cohen (1987), Baum und Kollegen (1982) und Campbell (1983) fünf Arten von Umweltstressoren, angefangen von plötzlich auftretenden Umweltkatastrophen bis hin zu sogenannten ‘Ambient Stressors’ (vgl. auch Meis, 1998), womit chronische, relativ stabile, schwer zu verändernde Bedingungen der physischen Umwelt gemeint sind (vgl. Campbell, 1983). Folgt man dieser Vorstellung, sind Effekte wahrscheinlicher dann zu verzeichnen, wenn diese sehr eng auf die akustischen Qualitäten des Fluglärms bezogen sind. Diese Wirkungen konnten gezeigt werden hinsichtlich der Lärmbelästigung, des Schlafverhaltens, der kognitiven Leistungen unter Lärm etc.. Schwieriger wird es, wenn globale, lärmunspezifische Bereiche psychischen Befindens und Erlebens berührt werden.

Psychometrisch geprüfte, aber lärm- und umweltunspezifische Instrumente, wie z.B. KINDL (vgl. Bullinger et al., 1994) oder SSK, sollten in der Lage sein, ausreichende Varianz durch Fluglärm zu erklären. Zwar wurden in der Tiroler Studie im Rahmen eines UVP-Verfahrens (Meis, 1999) und auch in der Münchner Fluglärmstudie (Bullinger et al. 1999) signifikante Effekte durch lärmunspezifische Instrumente gefunden, doch waren die Effektstärkemaße nicht immer zufrieden stellend. Dies gilt auch für die Instrumente SF-36 oder SF-12, die bereits in der Münchner Public Health Studie eingesetzt wurden (vgl. Bullinger, 1998). Jedoch konnten hiermit nicht die erwarteten Kausalbeziehungen zwischen der objektiven Fluglärmbelastungen und den QoL-Ausprägungen in der erwarteten Stärke nachgewiesen werden. Sehr wohl konnte aber gezeigt werden, dass subjektiv empfundene Umweltbelastungen sehr bedeutsam mit der gesundheitsbezogenen Lebensqualität zusammenhängen. Die Gründe dafür können darin liegen, dass zum einen der Stressor Fluglärm in seiner Ausprägung im Vergleich zu anderen Stressoren zu gering ist. So kann es sein, dass belastend erlebte Partnerbeziehungen, Arbeitslosigkeit, schlechte Schulnoten, Einschränkungen im Freizeitbereich etc. Einbußen der Lebensqualität in den Dimensionen ‚Psyche‘ und ‚Emotionales Wohlbefinden‘ besser vorhersagen können als

der Fluglärm. Weiterhin ist zu bedenken, auch noch andere Umweltstressoren wie Straßenverkehr, Luftverschmutzung etc. unabhängig oder abhängig von dem Flugverkehr einwirken können. Aus diesen Gründen wurde in dieser Studie im Bereich der Lebensqualität der Fokus wesentlich mehr auf lärm- und umweltspezifische Frageformulierungen gerichtet, wie es auch bei der Erfassung von Belästigungswirkungen mittels der ICBEN-Skalierung der Fall ist. Sowohl in der Tiroler Verkehrslärmstudie als auch in der Münchner Fluglärmstudie waren die Effektstärkemasse bezüglich lärm- und umweltspezifischer Messinstrumente erheblich höher als die der lärmunspezifischen Fragebögen (vgl. Meis, 1998).

2.3 Tageszeitabhängige Belästigung

Es ist eine Alltagserfahrung, dass sich mit den üblicherweise tagesperiodisch variierenden Aktivitäten auch das Bedürfnis nach Ruhe und damit die Reaktionen auf die Einwirkung von Umweltgeräuschen ändern. Dementsprechend werden aus einigen Untersuchungen deutliche Unterschiede in den auf verschiedene Tageszeiten bezogenen Lärmbelästigungsurteilen (u. a. Felscher-Suhr et al. 1995, Schreckenberger et al. 1999) sowie in den Ruheansprüchen (Guski et al. 1999) berichtet. Hallmann et al. (2002) konnten zudem in einer qualitativen Untersuchung zeigen, dass die Tageszeit des Auftretens belastigender Lärmereignisse für Betroffene einen wichtigen Gesichtspunkt bei der Abgabe von Gesamtbelästigungsurteilen darstellt.

Die auf den Abend oder die Nacht bezogene Fluglärmbelästigung liegt verschiedenen Studien zufolge – bei vergleichbaren Pegeln (im jeweiligen Referenzzeitraum) – über der auf den Tag bezogenen Belästigung (u.a. Wirth, 2002; Wirth et al. 2002; Fields, 1986 in einer Re-Analyse einiger älterer Untersuchungen; Höger et al., 2002 in einer Re-Analyse von Daten aus einer Fluglärmuntersuchung von Kastka, 1999).

In der Schweizer Lärmstudie 2000 (Wirth, 2002; Wirth et al. 2002) werden von den Befragten vor allem die Nachtrandstunden (5:00-6:00 Uhr; 22:00-0:30 Uhr) als Tageszeiten genannt, zu denen der Fluglärm als nicht zumutbar erlebt wurde. Der Verteilung des Anteils hoch Belästigter über den Tag ist in diese Studie dreigipflig, mit erhöhtem Anteil in den Morgenstunden (6:00-9:00 Uhr), mittags (12:00-14:00 Uhr), und vor allem abends ab 21:00 Uhr, während die Flugbewegungsspitzen zeitlich zwischen diesen drei Tageszeitfenstern liegen.

In einer repräsentativen Umfrage zur Lärmbelästigung der Bevölkerung in Baden-Württemberg (Schreckenberger et al., 1999) wurden als besonders sensible Tageszeiten von den Betroffenen der Abend (19:00-22:00 Uhr) und der Morgen (6:00-9:00 Uhr) genannt. Felscher-Suhr et al. (1995) fanden in einer Studie zur Erfassung von Alltagstätigkeiten und deren Störungen durch Umweltlärm (Straßenverkehrslärm, Fluglärm) als besonders sensible Tageszeiten bei den hoch belasteten Düsseldorfer Flughafenanrainern: werktags zwischen 11:00 Uhr und 12:00 Uhr sowie gegen 16:00 Uhr und an Wochenenden zwischen 11:00 Uhr und 12:00 Uhr sowie gegen 15:00 Uhr und gegen 19:00 Uhr. Bei den weniger stark durch Fluglärm belasteten Anwohnern war die Gestörtheit erwartungsgemäß geringer als bei den hoch belasteten Personen. Zu den sensibleren Tageszeiten zählen bei dieser Gruppe: werktags zwischen 17:00 und 19:00 Uhr und an Wochenenden gegen 8:00 Uhr sowie gegen 17:00 Uhr.

Da sich der zeitliche Tagesablauf bei der Mehrzahl der Menschen unseres Kulturkreises in ähnlicher Weise vollzieht, kommt der Bestimmung der empfindlichen Zeiten und der notwendigen Zuschläge eine erhebliche Bedeutung zu. Entsprechend förderte das Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen des Verbundforschungsprojekts „Leiser Verkehr - Lärmwirkung“ eine von der Ruhr-Universität Bochum verantwortete Feldstudie zur tageszeitabhängigen Belästigung durch Straßen- und Schienenverkehrslärm (Schreckenberg & Guski, 2004, 2005). Den Resultaten dieser Studie zufolge ist vor allem in der Abendzeit, beim Straßenverkehrslärm schon am Nachmittag beginnend, Lärmpegel übergreifend eine erhöhte Lärmbelästigung festzustellen. In dieser Studie wurde Fluglärm allerdings nicht untersucht.

Die oben genannten Forschungsergebnisse sowie die Diskussionen um das Nachtflugverbot am Frankfurter Flughafen im Zeitraum von 23:00 bis 5:00 Uhr und zu den um diesen Nachtzeitraum herum gelegenen „sensiblen Tagesrandzeiten“ (Mediationsgruppe Flughafen Frankfurt/Main, 2000) legen nahe, dass in der Frankfurter Region zu den Tagesrandzeiten (Morgen- / Abendstunden) mit erhöhter Lärmbelästigung bei gleicher Belastung (z.B. ausgedrückt in L_{eq3} -Pegelklassen) zu rechnen ist. Das Ausmaß der Lärmbelästigung im Tagesverlauf genauer zu quantifizieren ist Aufgabe (Teil 2) der durchzuführenden Lärmbelästigungsstudie.

3. Vorbereitung der Studie

3.1 Untersuchungsdesign

Der für die Studie gewählte methodische Ansatz ist die quasi-experimentelle Feldstudie. Den unterschiedlichen Formen von Quasiexperimenten ist gemein, dass relevante Einstellungen oder Verhaltensweisen (hier u.a. Lärmbelästigung) verschiedener Personengruppen, die sich in interessierenden Bedingungskombinationen (=unabhängige Variable; hier bestimmten Ausprägungen der Belastung mit Flugverkehrsgeräuschen) voneinander unterscheiden, ansonsten aber soweit wie möglich vergleichbar sind, gemessen und miteinander verglichen werden. Der Begriff „Quasi-Experiment“ bezieht sich somit auf die *Auswahl*prozedur von Untersuchungseinheiten und damit verbundene Auswertungsstrategien, nicht jedoch auf die Art der Behandlung von Untersuchungsteilnehmern.

Das Untersuchungsdesign (s. Tabelle 3-1) zur Breitenerhebung sieht vor, dass 2304 Personen aus mehreren in insgesamt neun Fluglärmbelastungsstufen eingeteilten Wohngebieten in verschiedenen Ortslagen im Umfeld des Frankfurter Flughafens an der Untersuchung teilnehmen.

Tabelle 3-1: Untersuchungsdesign für die Fluglärmelastigungsstudie (Breitenerhebung)

Ortslage	Gebiet	Pegelklasse L_{eq3} -Tagespegel, 16h (Ost-/West-Umhüllende)								
		< 45	45 - 47,5	47,5 - 50	50 - 52,5	52,5 - 55	55 - 57,5	57,5 - 60	60 - 62,5	> 62,5
Nordwest	A	9 Pegelklassen à 2,5 dB * 4 Ortslagen * 2 Gebiete pro Pegelklasse * 32 Personen pro Gebiet = 2304 Probanden								
	B									
Ost	A									
	B									
Süd	A									
	B									
West	A									
	B									

3.2 Bestimmung der Geräuschbelastung

3.2.1 Bestimmung akustischer Parameter des Fluglärms

Berechnung vs. Messung des Fluglärms

Um die Wirkung von Fluglärm bestimmen zu können, sind für dieses Gutachten vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) bzw. Herrn Kurt Müller – ehemals HLUG – nach der AzB-99⁴ (Anleitung zur Berechnung von Fluglärm, Version 1999) berechnete Daten für die außen auftretende Immissionen durch Flugverkehrsgeräusche herangezogen worden.

Es wurden die jahresgemittelte Fluglärmbelastung – gemittelt über die sechs verkehrsreichsten sechs Monate im Jahr gemäß der AzB-99 – und 1 die Belastung an konkreten Untersuchungstagen am Hause der ausgewählter Probanden (für die Vertiefungsstudie, vgl. Kapitel 5) berechnet. Die für die Wirkungsanalysen verwendeten einzelnen Pegelmaße sind in Kapitel 6 dargestellt.

Die Diskussion darüber, inwieweit Berechnungen von Fluglärm Messungen vorzuziehen sind und umgekehrt, ist an anderer Stelle intensiv behandelt worden (vgl. u.a. das EMPA-Gutachten im Auftrag des RDF zum Fluglärmmonitoring; EMPA 2003). Beide Methoden der Belastungsbestimmungen haben ihre Vor- und Nachteile, beide weisen Ungenauigkeiten in vergleichbarer Größenordnung (im Durchschnitt etwa 2 dB; EMPA 2003) auf.

Für die Berechnungen des Fluglärms spricht im Wesentlichen, dass auf der Wirkungsseite insbesondere in der Breitenerhebung langfristige Wirkungen, z.T. mit konkretem Bezugszeitraum wie bei der Belästigung (die letzten 12 Monate), erhoben wurden. Entsprechend sind den Urteilen individuelle Belastungsparameter gegenüber zu stellen, die eine Integration der Belastungen im gleichen Zeitraum widerspiegeln. Die Durchführung flächendeckenden Messungen an über 2300 Einzelpunkten über einen Zeitraum von 6-9 Monaten (Befragungszeitraum), geschweige denn über den in der Befragung z.T. genannte Bezugszeitraum (12 Monate) wäre wegen des hohen Aufwands allein aus ökonomischen Gründen nicht praktikabel gewesen und hätte den Rahmen des Gutachtens gesprengt.

⁴ AzB-99: Anleitung zur Berechnung von Fluglärm. Entwurf des Umweltbundesamtes (Az. I3.3-60 112/5) zur Beschreibung der Schallemissionen aktueller Flugzeuggruppen im Rahmen der Novellierungsvorbereitungen des Fluglärmgesetzes, 1999

Zur Genauigkeit der Fluglärmrechnungen

Die bei der Berechnung des Fluglärms auftretende globale Ungenauigkeit beträgt nach Isermann & Schmid (1999) 1 bis 2 dB. Im EMPA-Gutachten (2003) wird für das Umfeld des Frankfurter Flughafens eine Spannbreite von 1-3 dB genannt, wobei lokal absolute Unsicherheiten in Höhe von über 4 dB auftreten können. Die Berechnungsunsicherheit variiert mit dem Pegel. Bei einem L_{eq4} von 60 dB(A) wird vom EMPA die Unsicherheit mit 1,5 dB, bei 55 dB(A) mit 2 dB und auf einem Niveau von 50 dB(A) mit 3 dB abgeschätzt.

Im vorliegenden Gutachten wurde der Berechnungsungenauigkeit auf zweierlei Weise Rechnung getragen:

1. Die Untersuchungsgebiete wurden u.a. danach ausgewählt, dass am nächst gelegenen Messstandort die Messungs-/Berechnungsdifferenz nicht mehr als 2,5 dB beträgt (vgl. dazu folgenden Abschnitt 3.3).
2. Für die Betrachtung der Wirkungen von Fluglärm wurden im Rahmen der Auswertungen die Urteile der Befragten auf Pegelklassen mit einer Klassenbreite von wenigstens 2,5 dB, oftmals auch 5 dB bezogen. Dieses Vorgehen folgt dem Bestreben, in der Ergebnisdarstellung nicht genauer zu erscheinen, als es die Mess(un-)genauigkeit von Pegel- und Wirkungsvariablen zulässt.

Berechnung nach der 100/100-Regel vs. Realverteilungsverfahren

Bei der Berechnung der jahresgemittelten Fluglärmbelastung sind neben weiteren zwei Verfahren zu unterscheiden, die in der Rhein-Main-Region z.T. intensiv diskutiert werden:

- Die Berechnung nach der 100/100-Regel (Berechnung von Ost-/Westumhüllenden) und
- die Berechnung nach Realverteilung.

Die Verfahren unterscheiden sich im Wesentlichen darin, in welcher Weise die verschiedenen Betriebsrichtungen, die in vorrangiger Abhängigkeit von den Windverhältnissen (Ost-/Westwind) geflogen werden, Berücksichtigung finden. Am Frankfurter Flughafen können die drei grundlegenden Betriebsrichtungen 07 (Ostbetrieb), 18 (Südbetrieb auf der Startbahn West) und 25 (Westbetrieb) unterschieden werden.

- Bei der 100/100-Regelung wird eine Umhüllende aus den Lärmwerten bei Ost- und Westbetrieb der sechs verkehrsreichsten Monate (in Frankfurt in der Regel Mai bis Oktober) gebildet. Es ist also eine Darstellung jeweils des ungünstigsten Falles (Worst-Case-Situation) einer mittleren Ost- und einer mittleren Westsituation, unabhängig von der Häufigkeit des Auftretens.
- Im Realverteilungsverfahren wird die über die sechs verkehrsreichsten Monate des Jahres ermittelte langjährige mittlere Bewegungsverteilung (im Untersuchungsjahr 2005: 67% West und 33% Ost bezogen auf einen 24h-Tag) bei der Berechnung berücksichtigt. Dieses Vorgehen entspricht den Vorgaben der AzB und dem internationalen Gebrauch. Die nach diesem Verfahren berechneten Fluglärmwerte beschreiben die unter Berücksichtigung der Bewegungsverteilung im Bezugszeitraum auftretende durchschnittliche Belastung.

Bei der Bestimmung der akustischen Belastung sind die jeweiligen Verwendungszwecke zu unterscheiden:

- Bestimmung akustischer Parameter zur Gebietsauswahl, durchgeführt vom HLUG (vgl. Abschnitt 3.2.2)
- Bestimmung individueller Belastungskennwerte für die Befragten der Breitenerhebung, durchgeführt von Kurt Müller, ehemals HLUG (Abschnitt 6.1)
- Bestimmung individueller Belastungskennwerte für die Teilnehmer des experience-sampling-Verfahrens zur Erhebung des Belästigungs-Tagesprofils, durchgeführt von Kurt Müller (Abschnitt 6.2).

3.2.2 Bestimmung akustischer Parameter der Straßen- und Schienenverkehrslärm

Um die Wirkung der Fluglärmbelastung im Umfeld des Frankfurter Flughafens besser einordnen zu können, wurde für die Probanden die verkehrsbedingte Gesamtlärmimmission bestimmt. Hierzu wurden die auf die jeweilige Wohnadresse der Befragten bezogenen Immissionspegel für die Straßen- und Schienenverkehrslärmbelastung berechnet.

Damit kann die Unabhängigkeit der Fluglärmbelästigung von der Geräuschbelastung durch weitere Verkehrslärmquellen kontrolliert werden. Andererseits kann geklärt werden, inwieweit sich die Kombination mehrerer Verkehrslärmquellen auf die Gesamtlärmbelästigung in den untersuchten Gebieten auswirkt.

Für die Berechnungen wurden Daten der vom RDF beauftragten Regionalen Lärminderungsplanung (RLMP) sowie Lärminderungsdaten weiterer Kommunen verwendet. Weitere Angaben zu den vorgenommenen Berechnungen finden sich im Abschnitt 6.1.2

3.3 Gebietsauswahl

Ziel der Studie ist es, einen möglichen Zusammenhang zwischen den Flugverkehrsgeräuschen und der Lärmbelästigung sowie verschiedenen Parametern der Wohn- und Lebensqualität von Flughafenanwohnern zu untersuchen. Somit definieren sich die Untersuchungsgebiete hauptsächlich über die Abstufung der Fluggeräuschbelastung, wobei für die Aufstellung von Dosis-Wirkungs-Kurven – also für die Darstellung des Grades der erlebten Beeinträchtigung in Abhängigkeit vom Ausmaß der Schallbelastung – mehr als zwei Belastungsstufen festzulegen sind.

Für diese Studie wurde die Auswahl der Untersuchungsgebiete bzw. Gebietscluster gestuft nach der Ausprägung der Fluggeräuschbelastung unter Berücksichtigung bzw. Konstanzhaltung übriger Faktoren wie z.B. Sozial-/Raumstruktur, weitere Umweltbedingungen (Geruchsbelastungen, Industrielärm, ...) innerhalb eines für die fluglärmbedingte Belästigung relevanten L_{eq3} -Pegelranges von etwa 45 dB(A) bis 62,5 dB(A) (16h-Tagespegel) vorgenommen. Zusätzlich wurden Kontrollgebiete mit einer Fluglärmbelastung < 45 dB(A) $L_{eq3, 16h}$ ausgewählt. Es wurden für eine erste Einteilung der Gebiete zunächst die nach der 100/100-Regel bestimmten L_{eq3} -Werte herangezogen. Ziel dabei war es, im untersuchten Pegelbereich eine weitgehend gleichmäßige Verteilung von Untersuchungsgebieten und

Probanden über die Belastungsstufen zu erhalten. Ebenso wurden aber auch die nach der Realverteilung berechneten L_{eq3} -Werte bei der Gebietsauswahl berücksichtigt.

Für die Gebietsauswahl wurden die folgenden Kriterien herangezogen:

Allgemeine Kriterien:

- Ortslage: Nordwest, West, Süd, Ost.

Akustische Kriterien:

- Fluglärmkonturen $L_{eq3, 16h}$ berechnet nach der 100/100-Regel (Ost-/Westbetriebs-Umhüllende) - Ist-Daten 2003;
- Fluglärmkonturen $L_{eq3, 16h}$ berechnet nach der Realverteilung – Ist-Daten 2003.
- Die Differenz zwischen Mess- und Berechnungswerten an der nächstgelegenen Messstelle der Fraport AG, des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG) bzw. der deBAKOM GmbH sollte nicht größer als 2,5 dB (=Pegelklassenbreite im Untersuchungsdesign, s. Tabelle 3-1) sein. Die Differenzwerte wurden dem EMPA-Gutachten (EMPA, 2003) entnommen. Die Berechnungswerte beziehen sich auf Berechnungen des HLUG nach ‚AzB modifiziert‘, da für die Belästigungsstudie nach gleichem Verfahren für die Untersuchungsteilnehmer die Fluglärmbelastungen bestimmt werden.
- Über die verschiedenen (Ist-)Pegelstufen hinweg sollten Gebiete ausgewählt werden, für die nach dem geplanten Ausbau des Flugverkehrs (Variante 9b) entweder ein Belastungsanstieg, eine gleich bleibende Belastung (im Schwankungsbereich +/- 2 dB liegend) oder eine Reduktion in der Fluglärmbelastung (L_{eq3}) prognostiziert wird. Alle drei Gebietstypen sollen in der Untersuchung vertreten sein. Die Prognosepegel (Ost-/West-Umhüllende) für die Untersuchungsgebiete wurden vom HLUG berechnet und dem Gutachterteam zur Verfügung gestellt.
- Berücksichtigung anderer Verkehrslärmquellen (Schienen-, Straßenverkehr): Zum Zeitpunkt der Gebietsauswahl lagen aktuelle Angaben über die Straßen- und Schienenlärmbelastung nicht vor. Stattdessen wurde im Nachhinein im Rahmen der Auswertung eine Zuordnung der Probanden zu verschiedenen Straßen- und ggf. Schienenlärm-Belastungsstufen vorgenommen (post-hoc Analysen). Hierfür war eine Variation der Belastung in den Untersuchungsgebieten durch weitere Verkehrslärmarten angestrebt worden. Für die Gebietsauswahl bedeutete dies, dass nicht nur 'reine' Fluglärmgebiete in einer Ortslage, sondern Fluglärmgebiete mit zusätzlichen Verkehrslärmquellen in die Auswahl integriert wurden. Bezogen auf Straßenverkehrslärm erfolgte dies durch die Integration verschiedener Straßentypen. Neben Anliegerstraßen wurden auch Sammel- und Hauptsammelstraßen (= Straßen mit Verbindungsfunktion und damit höherer Verkehrsmenge) einbezogen. Bezogen auf Schienenlärm wurden, soweit vorhanden, Straßen an Schienenwegen (aber abseits von Bahnhöfen) mit in das jeweilige Untersuchungsgebiet einbezogen.
- Beachtung weiterer Emissionsquellen: Es wurden Gebiete ohne weitere Emissionsquellen (z.B. Kläranlagen, Industrieanlagen) in unmittelbarer Umgebung ausgewählt, um Fehlattritionen bei Zusammenhangsanalysen zu vermeiden.

Soziostrukturelle Kriterien:

- zwischen den Pegelstufen sollen die Gebiete hinsichtlich der Art der Bebauung und der Sozialstruktur ihrer Einwohner vergleichbar sein;
- die innerhalb eines Gebietes vorgefundenen Wohneinheiten sollten möglichst räumlich zusammenhängend sein, damit weitgehend gleiche strukturelle Bedingungen gewährleistet sind.
- Innerhalb eines Untersuchungsgebietes sollen ausreichend Wohneinheiten zur Verfügung stehen, um die angestrebte Anzahl von Befragten erreichen zu können. Als Maßstab hierfür wurde eine Gebietsgröße von mindestens 160 Wohneinheiten angesetzt (entspricht dem 5-fachen der pro Gebiet angestrebten Interviewzahl).

Dem in Tabelle 3-1 dargestellten Untersuchungsdesign zufolge wurden pro Pegelklasse und Ortslage zwei räumlich getrennte Untersuchungsgebiete ausgewählt.

Als Informationsquellen für eine Gebietsvorauswahl wurden Fluglärmkonturenkarten sowie in den Gemeinden angefragte Angaben über Einwohnerzahl und Sozialstruktur herangezogen. Die weitere Auswahl erfolgte über Gebietsbesichtigungen. Es wurde eine Checkliste mit den genannten Auswahlkriterien erstellt und die geprüften Gebiete anhand dieser Checkliste eingeordnet. Informationen zu den Untersuchungsgebieten finden sich im Anlagenband.

Die Tabelle 3-2 zeigt die Verteilung der ausgewählten Untersuchungsgebiete auf die $L_{eq3,tag}$ -Pegelstufen nach der 100/100-Berechnung (Ost-/West-Umhüllende) im Vergleich zu der Verteilung auf die nach Realverteilungsverfahren berechneten Pegelklassen. Aus der Tabelle geht hervor, dass bezogen auf die Ost-/West-Umhüllenden bis 60 dB allen Pegelstufen Wohngebiete zugeordnet werden konnten. Allerdings konnten für die oberste Pegelklasse ($> 62,5$ dB) nur westlich des Flughafens Gebiete gefunden werden. Aus diesem Grund wurden in dieser Ortslage für die oberste Pegelklasse mehr als zwei räumlich getrennte Wohngebiete ausgewählt, um in der Summe die für die Pegelklasse insgesamt angestrebte Probandenzahl (128 Probanden für die Breitenerhebung) realisieren zu können. Ebenso ist im Süden die Pegelklasse 60-62,5 dB nicht besetzt. Entsprechend wird auch für diese Pegelklasse in den übrigen Ortslagen die Interviewzahl erhöht.

Die in der 100/100-Berechnung gefundenen Wohngebiete lassen sich ebenso Pegelklassen zuordnen, die nach dem Realverteilungsverfahren berechnet wurden. Von < 45 dB bis 60 dB sind alle Pegelklassen mit einer Ausnahme im Osten mit zwei bis drei Wohngebieten besetzt. Die Pegelklasse 60 bis 62,5 dB ist im Süden und im Nordwesten nicht besetzt, Wohngebiete mit einem nach dem Realverteilungsverfahren bestimmten Mittelungspegel $> 62,5$ dB (Basis 2003) sind in der Auswahl nicht vorhanden. Für die inhaltlichen Auswertungen wurden individuelle Immissionspegel der Flugverkehrsgeräusche auf Basis des Jahres 2005 ermittelt. Danach weisen einzelne Probanden auch nach Realverteilung berechnete L_{eq3} -Pegel $> 62,5$ dB(A) (Abendpegel $L_{eq3, 18-22h}$) auf.

In 30 Fällen fallen die Untersuchungsgebiete je nach Berechnungsverfahren in die gleiche Pegelklasse. In fünf weiteren Fällen splitten sich die nach 100/100-Verfahren einer Pegelklasse zugeordneten Gebiete in zwei Teilgebiete auf, wobei jeweils das eine Teilgebiet bei der Realverteilung in die gleiche Pegelklasse und das andere Teilgebiet in eine niedrigere Pegelklasse fällt. In den übrigen 31 Fällen ist die jeweils einem Untersuchungsgebiet zugeordnete Pegelklasse bei Realverteilung um eine (21 Gebiete), zwei (9 Gebiete) oder drei Pegelstufen (1 Gebiet) niedriger.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass die ausgewählten Gebiete hinsichtlich der nach beiden Berechnungsverfahren (100/100 versus Realverteilung) bestimmten Fluglärmbelastung gleichmäßig über einen Pegelrange von etwa 20 dB gestreut sind und innerhalb dieses Pegelbereiches für beide Berechnungsvarianten Dosis-Wirkungsbeziehungen untersucht werden können.

Tabelle 3-2:(1) Untersuchungsgebiete gruppiert nach L_{eq3} -Pegelklassen (100/100 und Realverteilung),

L_{eq3} , Tag Real- vert. [dB(A)]	Pegelklassen L_{eq3} , Tag (Ost-/West-Umhüllende, 100/100) [dB(A)]								
	< 45	45,0 – 47,5	47,5 – 50,0	50,0 – 52,5	52,5 – 55,0	55,0 – 57,5	57,5 – 60,0	60,0 – 62,5	> 62,5
Nordwest									
< 45,0	Hofheim1 Hatters- heim1	Wi- Biebrich2							
45,0– 47,5		Okriftel2	Diedenber- gen3						
47,5– 50,0			Okriftel3	Delken- heim4					
50,0– 52,5				Wallau4	Wallau5 Massenh. 5- 1				
52,5– 55,0					Massenh. 5- 2	Weilbach6 Massen- heim6			
55,0– 57,5							Weilbach7 Edders- heim7		
57,5– 60,0								Wicker8 Edders- heim8	
60,0– 62,5									
> 62,5									
West									
< 45,0	Königstäd- ten1 Rüs- selsh- 1B	Rüsselsh-2	Klein- Winter- heim3						
45,0– 47,5		Königstäd- ten2	Königstäd- ten3						
47,5– 50,0				Rüsselsh-4	Mainz5				
50,0– 52,5				Hochheim4		Mainz6			
52,5– 55,0					Hochheim5		Bischofs- heim7		
55,0– 57,5						Flörsheim6		Flörsheim8 Rüsselsh- 8A-1	Raunheim 9A
57,5– 60,0							Hochheim 7A		Rüsselsh-9
60,0– 62,5								Rüsselsh- 8A-2	Raunheim A9 Raunheim C9 (beide > 65)
> 62,5									

Tabelle 3-3:(2) Untersuchungsgebiete gruppiert nach L_{eq3} -Pegelklassen (100/100 und Realverteilung)

$L_{eq3, Tag}$ Real- vert. [dB(A)]	Pegelklassen $L_{eq3, Tag}$ (Ost-/West-Umhüllende, 100/100) [dB(A)]								
	< 45	45,0 – 47,5	47,5 – 50,0	50,0 – 52,5	52,5 – 55,0	55,0 – 57,5	57,5 – 60,0	60,0 – 62,5	> 62,5
Süd									
< 45,0	Darmstadt1 Seeheim- Jugenheim1	Weiter- stadt2-1							
45,0– 47,5		Griesheim2 Weiter- stadt2-2							
47,5– 50,0			Brauns- hardt3 Groß- Gerau3						
50,0– 52,5				Büttelborn4 Schnep- penh.4	Arheilgen5- 1				
52,5– 55,0					Gräfenhau- sen5 Arheilgen5- 2				
55,0– 57,5						Wixhausen6 Mörfelden6			
57,5– 60,0							Worfelden7 Klein- Gerau7		
60,0– 62,5									
> 62,5									
Ost									
< 45,0	Walldorf1 Offenbach1	Offen- bach2A							
45,0– 47,5		Walldorf2		Fkf- Praunheim4					
47,5– 50,0			Walldorf3 Hanau3	Offenbach4	Fkf- Bocken- heim5				
50,0– 52,5					HU- Steinheim5	Neu- Isenburg6			
52,5– 55,0						Offenbach6			
55,0– 57,5							Neu- Isenburg7-1 Offen- bach7C		
57,5– 60,0							Neu- Isenburg7-2	Offenbach8	
60,0– 62,5								Neu- Isenburg8	
> 62,5									

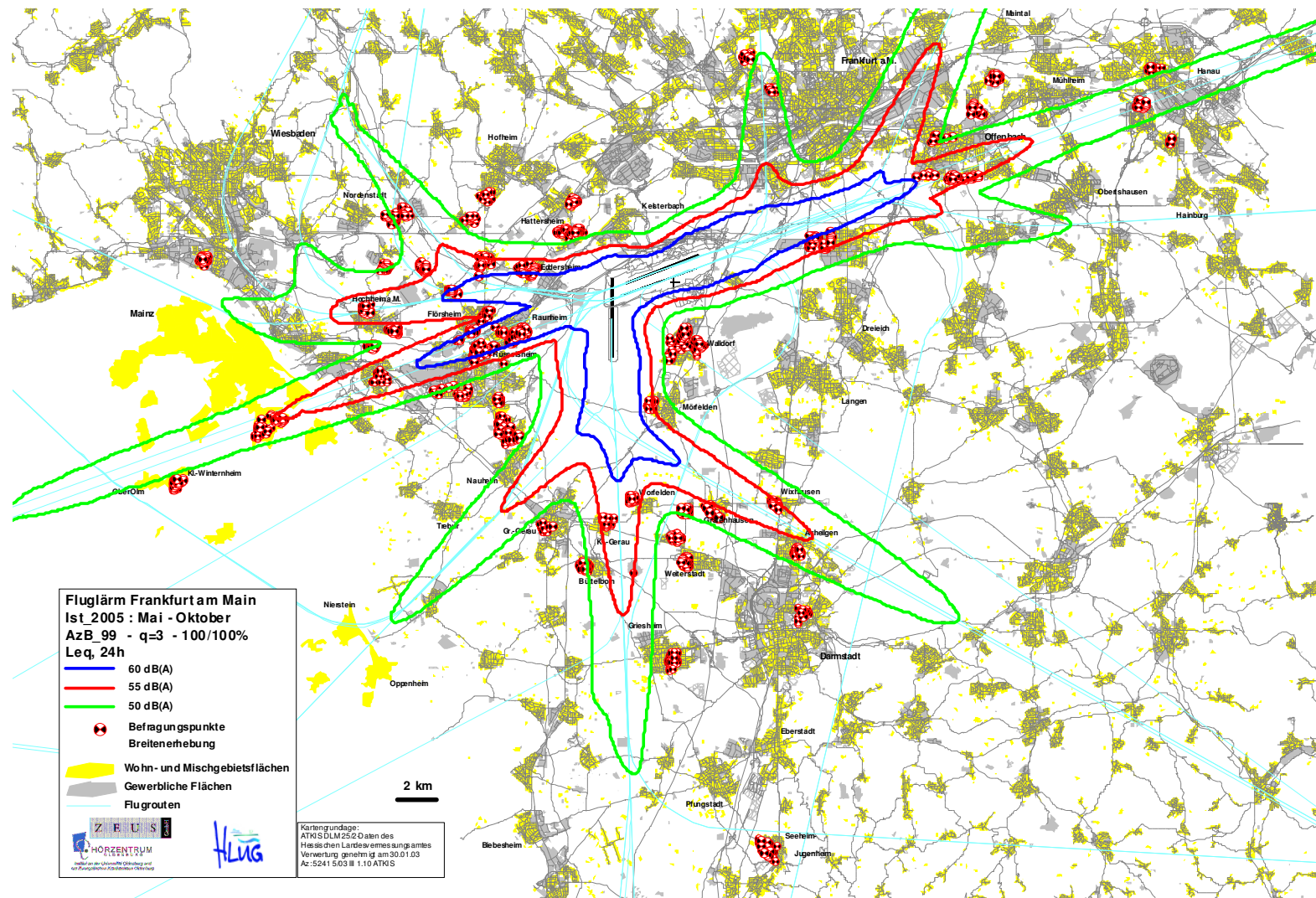


Abbildung 3-1: Fluglärmkonturen nach Realverteilung

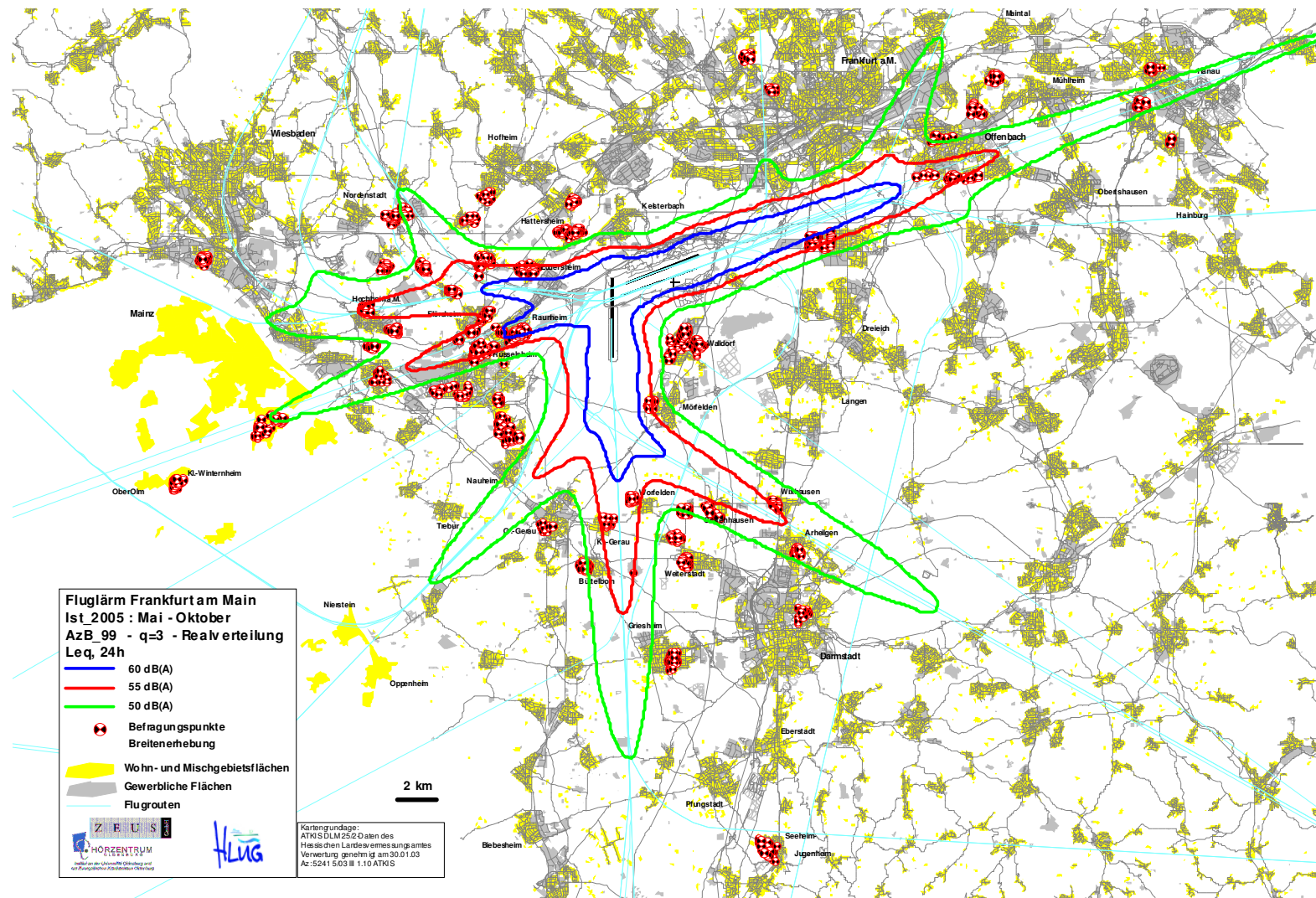


Abbildung 3-2: Fluglärmkonturen Ost-West-Umhüllende

In Tabelle 3-4 ist für jede Ortslage und Pegelklasse dargestellt, wie viele der ausgewählten Untersuchungsgebiete von einer für die Ausbauvariante 9b prognostizierten Änderung in der Fluglärmbelastung (Zu-/Abnahme) voraussichtlich betroffen sein werden und bei wie vielen Gebieten die Änderungen im Durchschnitt ± 2 dB (L_{eq3} , Ost-/West-Umhüllende) nicht überschreitet. In Tabelle 3-5 findet sich dieselbe Darstellung für die Realverteilung.

Tabelle 3-4: Anzahl ausgewählter Wohngebiete aufgeteilt nach Ortslage und prognostizierter Änderung in der Fluglärmbelastung nach Ausbau des Flughafens Frankfurt in der 100/100- Berechnung

Fluglärm be- lastung nach dem Ausbau *	Pegelklassen $L_{eq3, Tag}$ (Ost-/West-Umhüllende, 100/100) [dB(A)]									Σ
	< 45	45,0 – 47,5	47,5 – 50,0	50,0 – 52,5	52,5 – 55,0	55,0 – 57,5	57,5 – 60,0	60,0 – 62,5	> 62,5	
Nordwest										
geringer	1	1	1	2	2	2	2	2	0	13
gleich	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3
höher	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
West										
geringer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
gleich	0	1	1	1	1	1	1	2	4	12
höher	2	1	1	1	1	1	1	0	0	8
Süd										
geringer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
gleich	1	2	2	2	1	1	2	0	0	11
höher	1	0	0	0	1	1	0	0	0	3
Ost										
geringer	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
gleich	1	1	1	1	2	2	2	2	0	12
höher	0	1	1	1	0	0	0	0	0	3
Gesamt										
geringer	2	1	1	2	2	2	2	2	0	14
gleich	3	5	5	4	4	4	5	4	4	38
höher	3	2	2	2	2	2	1	0	0	14

* Die Angaben zur Belastungsänderung beruhen auf Prognosepegel des HLUG für die Ausbauvariante 9b (Ost-/West-Umhüllende). Als gleich wurde die Belastung nach dem Ausbau eingestuft, wenn die Änderung ± 2 dB nicht überschreitet

Tabelle 3-5: Anzahl ausgewählter Wohngebiete aufgeteilt nach Ortslage und prognostizierter Änderung in der Fluglärmbelastung nach Ausbau des Flughafens Frankfurt in der Realverteilung

Fluglärm be- lastung nach dem Ausbau *	Pegelklassen $L_{eq3, Tag}$ (Realverteilung) [dB(A)]									Σ	
	< 45	45,0 – 47,5	47,5 – 50,0	50,0 – 52,5	52,5 – 55,0	55,0 – 57,5	57,5 – 60,0	60,0 – 62,5	> 62,5		
	Nordwest										
	geringer	1	1	1	2	2	2	2	2	0	13
	gleich	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3
	höher	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	West										
	geringer	0	0	0	0	0	0	2	1	1	4
	gleich	0	0	0	1	1	1	0	1	3	7
	höher	2	2	2	1	1	1	0	0	0	9
Süd											
geringer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
gleich	1	2	2	2	1	1	2	0	0	11	
höher	1	0	0	0	1	1	0	0	0	3	
Ost											
geringer	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
gleich	0	1	1	1	2	2	2	2	0	11	
höher	1	1	1	1	0	0	0	0	0	4	
Gesamt											
geringer	2	1	1	2	2	2	4	3	1	18	
gleich	2	4	4	4	4	4	4	3	3	32	
höher	4	3	3	2	2	2	0	0	0	16	

* Die Angaben zur Belastungsänderung beruhen auf Prognosepegel des HLUg für die Ausbauvariante 9b (Realverteilung). Als gleich wurde die Belastung nach dem Ausbau eingestuft, wenn die Änderung +/- 2 dB nicht überschreitet

Untersuchungsgebiete mit einer einerseits prognostizierten durchschnittlichen Zunahme und andererseits Abnahme in der Fluglärmbelastung sind in (bei Realverteilung fast) gleicher Anzahl in der Gebietsauswahl enthalten. Mehrheitlich enthält die Auswahl Untersuchungsgebiete mit Belastungsänderungen innerhalb eines +/- 2dB-Schwankungsbereichs.

3.4 Probandenauswahl und -gewinnung

Innerhalb der ausgewählten Wohngebiete wurde eine Zufallsauswahl von Personen aus Registerdaten aller im jeweiligen Untersuchungsgebiet wohnhaften Personen im Alter von mindestens 16 Jahren vorgenommen. Für die Auswahl der Probanden wurde ein gestuftes, repräsentatives Zufallsstichprobenverfahren mit den Stufen: Untersuchungsgebiet → Adresse/Haushalt → Person verwendet. Damit war gewährleistet, dass jeder relevante Haushalt bzw. jede Person die gleiche Chance zur Teilnahme an der Untersuchung hatte. Diese Personen wurden in einem persönlichen Anschreiben (siehe Anlagenband) des für die Interviewdurchführung verantwortlichen Marktforschungsinstituts SUZ Sozialwissenschaftliches Umfragezentrum, Duisburg, über die Studie informiert und um Teilnahme gebeten. Für die Befragung wurden die zu befragenden Personen per Zufall einem Befragungsmonat von April 2005 bis Oktober 2005 zugeordnet. Die Interviewer erhielten jeweils monatsweise eine Liste der zu interviewenden Personen und führten entsprechend die Breitenerhebung in monatlichen Befragungswellen durch. Dadurch wurde eine zeitlich und räumlich breite Streuung der Befragungen sichergestellt.

3.4.1 Stichprobengröße für die Tagesprofilerstellung mit der experience-sampling-Methode (Vertiefungsstudie)

In erster Linie erfolgt die Tagesprofilerstellung der Belästigung über entsprechende Fragen in der Hauptbefragung. Die mehrtägige Erhebung nach dem experience-sampling-Verfahren ist als ergänzender Studienteil anzusehen. Dieser erfolgte an einem Teilsample der Hauptbefragungsstichprobe. Hierzu wurden in einem Fluglärmkonturenbereich ($L_{eq3 \text{ Tag}}$) von 50 bis 62 dB(A) drei Belastungsstichproben verteilt über drei Ortslagen gezogen und mit einer Kontrollstichprobe in einem L_{eq3} -Konturenbereich unter 45 dB(A) untersucht. Ursprünglich angestrebt waren 75 über die verschiedenen Ortslagen verteilten Untersuchungsteilnehmer pro Belastungs- und Kontrollstichprobe, so dass sich unter Berücksichtigung der Ortslagen eine Gesamt-Teilsamplegröße von 270 Personen ergeben hätte. Aus Gründen, die in Kapitel 5 dargestellt werden, wurde eine Stichprobengröße von 207 Probanden realisiert, Datensätze zur Belästigung im Tagesverlauf liegen von 200 Personen vor.

4. Durchführung der Breitenerhebung

4.1 Konzeption der Erhebungsinstrumente

In der Breitenerhebung wurde ein Fragebogen eingesetzt, der Fragen zur Wohn- und Lebensqualität, Beeinträchtigung durch Lärm vom Flugverkehr und anderen Lärmquellen sowie weitere Kontrollfragen und Fragen zur Soziodemografie enthält. Die Fragen sind größtenteils verschiedenen etablierten Instrumenten der sozialpsychologischen Lärmwirkungsforschung, medizinischen Psychologie und Umweltmedizin entnommen. Tabelle 4-1 stellt die erfassten Themenblöcke in einer Übersicht dar.

Tabelle 4-1: Im Fragebogen zur Breitenerhebung behandelte Themenblöcke im Überblick

Nummer im Fragebogen	Themenblock	Skalen	
1.1 – 1.15	Wohnumgebung und -qualität	Angaben zur Wohnung Bewertung der Wohngegend / Wohnqualität Umweltbelastungen und soziale Probleme	1.1 – 1.12 1.13 – 1.14 1.15
2.1 – 2.13	Ruheerwartung, Lärmbelästigung und -störung	Lärmempfindlichkeit Ruheerwartung allgemeine Lärmbelästigung quellenspezifische Lärmbelästigung tageszeitspezifische Belästigung Aktivitätenstörung Fluglärmstörung gesamt	2.1 2.2 2.3 2.4 – 2.8 2.9 - 2.11 2.12 2.13
3.1 – 3.6	Lärm und Verhalten / Coping und Information	Reaktion auf Lärm Änderung im Kommunikationsverhalten Aktivitäten gegen den Lärm Vertrauen in Verantwortliche IST/ SOLL	3.1 3.2 3.3 – 3.4 3.5 – 3.6
4.1 – 4.7	Bedrohung durch Flugverkehr	Bedrohung durch den Flugverkehr	4.1 – 4.7
5.1 – 5.8	Gesundheitsbezogene Lebensqualität	Allgemeiner Gesundheitszustand Lebenszufriedenheit Kritische Lebensereignisse Krankheiten Gesundheit/ Beschwerdeliste Gesundheit/ Medikamentenkonsum Schlafqualität	5.1.1 – 5.1.7 5.2 5.3 5.4 5.5 5.6 5.7 – 5.8
6.1 – 6.5	„Change Effect“ bzw. Erwartungen	Veränderung des Flugverkehrs zukünftige Lärmbelästigung Erwartungen an Ausbaufolgen	6.1 - 6.2 6.3 - 6.4 6.5
7.1 – 7.11	Soziodemografie / Angaben zur Person	Alter Geschlecht Leben in Partnerschaft Lärmschwerhörigkeit Personen im Haushalt Berufliche Position Schulabschluss Ausbildung Beschäftigung am Flughafen Eigene Nutzung des Flughafens Einkommen	7.1 7.2 7.3 7.4 7.5 7.6 7.7 7.8 7.9 7.10 7.11

4.2 Durchführung der Befragung

Interviewerrekutierung und -einsatz

Für die Befragung kamen Interviewer zum Einsatz, die bereits eine allgemeine Schulung im Hinblick auf die Interviewführung durchlaufen hatten; eine weitere spezielle Schulung wurde zur Breitenerhebung durchgeführt. In der Regel betreute ein Interviewer ein oder maximal zwei Gebiete mit der durchschnittlich zu realisierenden Anzahl von je 5,3 Interviews je Welle und Gebiet⁵, so dass in der Regel je Befragungswelle zwischen fünf und elf Interviews je Interviewer durchgeführt wurden; Gebiete mit höherer Interviewzahl je Welle wurden auf zwei Interviewer aufgeteilt.

Interviewerschulung

Für die Schulung der Interviewer wurden zwei Termine an unterschiedlichen Tagen in Frankfurt a. M. angeboten. Es kamen ausschließlich Interviewer zum Einsatz, die an der Schulung teilgenommen hatten bzw. vor ihrem Feldeinsatz nachgeschult wurden. Die Schulung umfasste folgende Inhalte:

- Ziele und Methodik der Studie;
- Informationen über Auftraggeber und an der Studie beteiligte Institute;
- Unterlagen und Dokumente; Verwendung der Vorlagen;
- allgemeine Grundregeln der Interviewführung (Filterfragen, Verbote des Abweichens von vorgegebenen Fragestellungen, ...);
- besonderes Verhalten bei sensiblen Fragen (Einkommen, Sexualität): Hinweis auf Vertraulichkeit der Angaben und wissenschaftlichen Charakter der Studie;
- Auswahl und Kontaktierung der Zielperson; Dokumentation der Kontaktierung in Kontaktprotokollen;
- Probandenmotivierung (zur Konvertierung nicht teilnahmewilliger Zielpersonen);
- besondere, projektbezogene Informationen: u.a. spezifische Hinweise für bestimmte Fragen (Ergebnisse des Pretests); Informationen zur Vertiefungsstudie.

Durchführung vor Ort

Die Befragung ist als Personenstichprobe angelegt. Für ein durchzuführendes Interview stehen durchschnittlich ca. 5 Adressen zur Verfügung, von denen zunächst jeweils zwischen 3,0 und 3,5 Adressen gezogen wurden; die weiteren Adressen wurden als Ersatz für eventuelle Nacherhebungen zurückgehalten. Die Beschränkung der Kontaktadressen erfolgte mit dem Ziel, Interviewern nicht die Möglichkeit zu geben, ausschließlich mit leicht erreichbaren Personen Interviews durchzuführen.

Jeweils zwischen sieben und zehn Tagen vor Beginn einer monatlichen Befragungswelle erhielten die Zielpersonen individualisierte Anschreiben mit der Bitte, sich an der Befragung zu beteiligen (s.o.). Der Erstkontakt mit der Zielperson wurde von den Interviewern persönlich vorgenommen. War die Zielperson nicht anzutreffen, waren die Interviewer angehalten, eine Mitteilung zu hinterlassen, in der eine erneute Kontaktaufnahme angekündigt wird. Spätere Kontaktversuche konnten dann telefonisch

⁵ Ausnahme: vier Gebiete mit einer Lärmbelästigung von > 62,5 db = 13,3 Interviews je Welle und Gebiet

oder persönlich erfolgen, wobei die Interviewer insgesamt mindestens drei Kontaktversuche persönlich vornehmen sollten. Insgesamt waren maximal 15 Kontakte vorgesehen. Für Kontaktaufnahme und Durchführung der Interviews standen den Interviewern pro Zielperson jeweils vier bis fünf Wochen zur Verfügung; bei Terminschwierigkeiten oder Erkrankung konnte das Interview auch nach diesem Zeitraum durchgeführt werden, sofern die Zielperson ein entsprechendes Interesse bekundete. Für die Führung eines Interviews wurde eine durchschnittliche Interviewdauer von 40-45 Minuten angesetzt.

Bestandteil des Interviews ist die Nachfrage nach einer möglichen Teilnahme an der Vertiefungsstudie, die im Falle einer positiven Antwort mittels Teilnahmebestätigung auf einem gesonderten Blatt von der befragten Person bestätigt werden sollte.

Darüber hinaus wurde für jede Zielperson ein Kontaktprotokoll angefertigt, das für die Berechnung der Ausschöpfung verwendet wird. Im Falle einer Interviewverweigerung sollten die Interviewer wenige Fragen stellen, um zu prüfen, inwieweit sich Verweigerer hinsichtlich soziodemografischer Merkmale und der Belästigung durch Fluglärm innerhalb der letzten 12 Monate von den Teilnehmern der Breitenerhebung unterscheiden.

Qualitätskontrolle

Aufgrund der wissenschaftlichen und politischen Bedeutung des Gutachtens wurde eine außerordentlich strenge und weitgehende Qualitätskontrolle der durchgeführten Interviews durchgeführt. Es wurden **alle** durchgeführten Interviews mit Ausnahme einer geringen Anzahl von Befragungen (n=3), bei denen die Teilnehmer explizit baten, von einer weiteren Kontaktierung abzusehen, kontrolliert. Das heißt, es handelt sich annähernd um eine 100%-Qualitätskontrolle. Zum Vergleich: Üblicherweise liegt der Umfang der von Marktforschungsinstituten angebotenen Qualitätskontrollen zwischen 10 und 30% der durchgeführten Interviews.

Grundsätzlich fand die Überprüfung erst statt, nachdem alle Interviews einer Welle eingegangen waren. Die telefonische Kontrollbefragung umfasst folgende Items, die zur Bewertung der Interviews herangezogen werden:

1. Kontaktaufnahme mit Zielperson (ja / nein)
2. Durchführung eines Interviews (ja, mit Zielperson / ja, mit anderer Person / nein)
3. Dauer des Interviews (in Minuten)
4. Interviewmodus (persönlich-mündlich / telefonisch)
5. Verwendung von Vorlagen (Antwortskalen) (ja / nein)
6. Wurde nach einer Teilnahme an der Vertiefungsstudie gefragt (ja / nein)
7. Nacherhebung im Hinblick auf Teilnahme an Vertiefungsstudie, falls die Frage nicht gestellt wurde (ja / nein)

Überdies hatten die Telefoninterviewer die Möglichkeit, Angaben in Kommentarfeldern zu notieren, was sowohl die Beweisführung bei irregulärer Interviewführung erleichtert, als auch weitere Hinweise über die Interviewführung liefert. Für die postalische Kontrollbefragung wurde ein gekürzter Fragenkatalog von drei Items (Fragen 2, 3 und 5) verwendet, um ein übersichtliches Layout im Postkartenformat zu ermöglichen.

Ziel der Qualitätskontrolle ist es, zu einem vertrauenswürdigen, soliden und wissenschaftlich verwertbaren Datensatz zu gelangen. Die im Zuge der Qualitätskontrollen als irregulär durchgeführt bewerteten Interviews wurden daher aus dem Datensatz ausgeschlossen. Sie wurden im Rahmen einer Nacherhebung nachgeholt. Dies waren 279 Interviews. Sie wurden als nicht auswertfähig eingestuft, weil sie

- telefonisch oder
- mit einer anderen Person als der Zielperson durchgeführt wurden oder
- nicht korrekt durchgeführt wurden.

Die Bewertung der Interviews erfolgte in der Regel nicht auf Basis *eines Interviews*, sondern vielmehr auf einer Vielzahl vom selben Interviewer durchgeführter Interviews. Dies begründet sich aus dem Wissen, dass Rückerinnerungsfragen zur Interviewführung eines Interviews häufig invalide (d.h. fehlerhaft) sind, der Nachweis von Unregelmäßigkeiten aber einfach zu führen ist, wenn sie in mehreren ähnlichen Fällen aufgetreten sind.

4.2.1 Ausschöpfungsstatistik

Für die Berechnung der Ausschöpfungsquote wird die Anzahl der realisierten und berücksichtigten Interviews im Verhältnis zu der Gesamtzahl der berücksichtigten Adressen abzüglich der stichprobenneutralen Ausfälle bestimmt. Wie Tabelle 4-2 zeigt, beträgt die Ausschöpfungsquote 61%.

Tabelle 4-2: Berechnung der Ausschöpfung

	Häufigkeit	Prozent
Gesamtzahl berücksichtigter Adressen	6641	
abzgl. stichprobenneutrale Ausfälle	2846	
= bereinigte Bruttostichprobe	3795	100%
realisierte und berücksichtigte Interviews	2312	61%
Verweigerungen / systematische Ausfälle	1204	32%
nicht gewertete Interviews	279	7%

Die Gründe für die Nichtteilnahme an der Breitenerhebung zeigt Tabelle 4-3.

Tabelle 4-3: Gründe für die Nichtteilnahme an der Breitenerhebung

	Häufigkeit
Anzahl stichprobenneutraler Ausfälle	2846
- ZP im Urlaub/dauerhaft nicht erreichbar	1945
- Ausfall aufgrund von Adressenproblemen	480
- HH verweigert jegliche Auskunft oder Kontakt zu ZP	212
- ZP pflegebedürftig o. aufgrund von Krankheit nicht befragbar	101
- ZP aufgrund von Sprachproblemen nicht befragbar	79
- sonstige Ausfallgründe / keine Angabe	29
Anzahl systematischer Ausfälle (Verweigerungen)	1204
- ZP verweigert Interview - kein Interesse	631
- ZP verweigert Interview grundsätzlich	214
- ZP verweigert Interview - keine Zeit	187
- ZP verweigert Interview - sonstiges	89
- ZP verweigert Interview zum Thema	36
- ZP verweigert - Länge des Interviews	18
- ZP verweigert aus Datenschutzgründen	12
- ZP verweigert Interview – nicht persönlich	10
- Interview abgebrochen	7

Die Analyse der Ausschöpfung nach Alter, Geschlecht, Sprachraum der Zielpersonen sowie der Lärmpegelklasse (Abbildung 4-3 bis Abbildung 4-3) zeigt, dass insbesondere Zielpersonen bis zu 20 Jahren vergleichsweise häufig befragt werden konnten. Bei allen anderen Altersgruppen liegt die Ausschöpfung zwischen 57 und 65 Prozent. In geschlechtsspezifischer Hinsicht fallen indessen keine deutlichen Unterschiede auf.

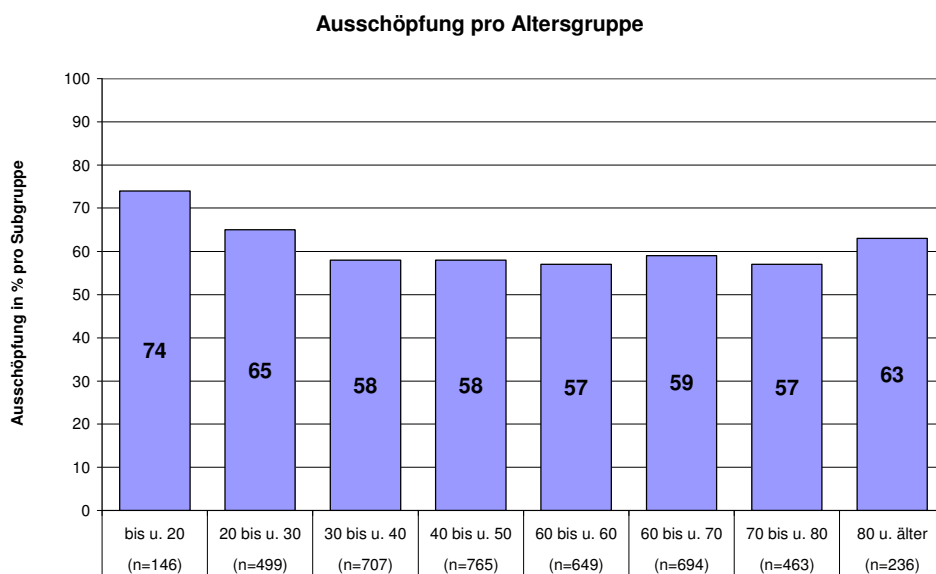


Abbildung 4-1: Ausschöpfung pro Altersstufe

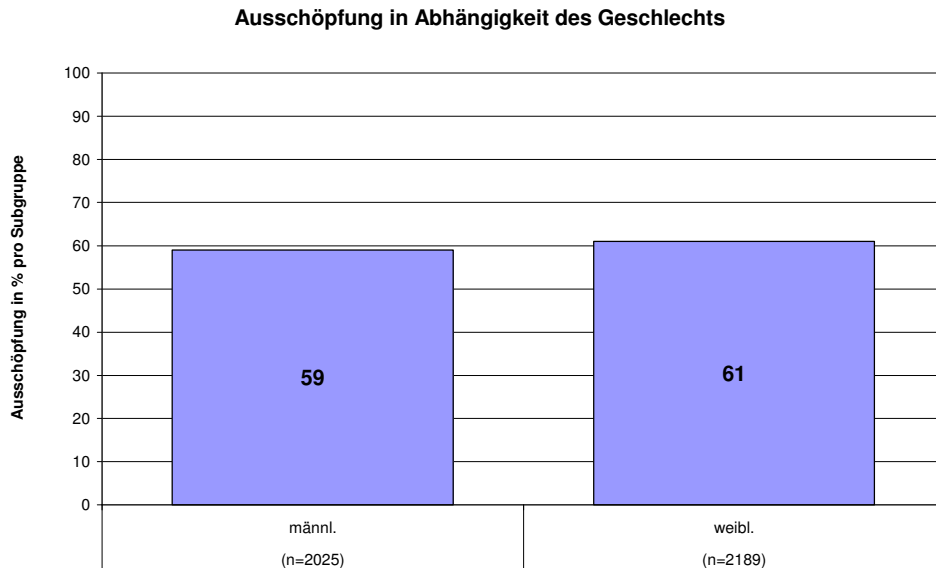


Abbildung 4-2: Ausschöpfung in Abhängigkeit vom Geschlecht

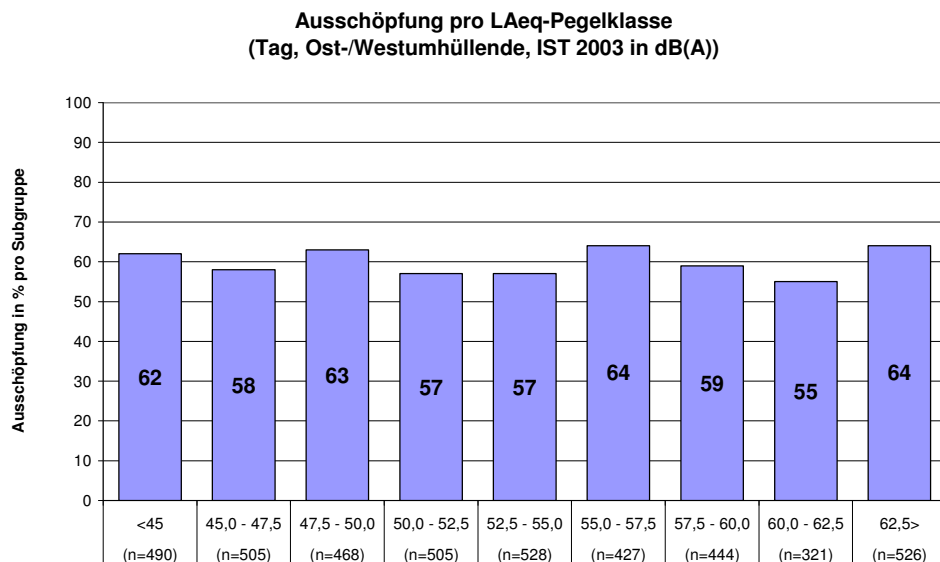


Abbildung 4-3: Ausschöpfung in Abhängigkeit der Lärmpegelklassen

Hinsichtlich der Lärmpegelklassen bewegt sich die Ausschöpfung im Bereich von 55 bis 64 Prozent; eine Abhängigkeit der Teilnahmebereitschaft vom (zu- oder abnehmenden) Lärmpegel ist nicht erkennbar.

4.2.2 Non-Responder-Untersuchung

Die Non-Responder-Untersuchung hat zum Ziel, die Gruppe der Verweigerer (systematische Ausfälle) in ihrer soziodemografischen Struktur mit der Gruppe der Befragten zu vergleichen. Damit wird geprüft, ob es sich bei den Teilnehmern der Breitenerhebung um eine verzerrte Stichprobe handelt.

An der Non-Responder-Untersuchung beteiligten sich insgesamt 335 Personen. In der Regel war unter den Verweigerern die Bereitschaft zur Beantwortung selbst nur sehr weniger Fragen äußerst gering, so dass für einige Fragen nur 70-80 gültige Fälle vorliegen. Das heißt, dass die Teilnehmer der Non-Responder-Untersuchung nicht per se die gesamte Gruppe der Verweigerer repräsentieren. Vergleiche dieser Gruppe mit der Gruppe der Befragten erlauben daher nur eine grobe Abschätzung eines möglichen Stichprobenbias. Tabelle 4-4 listet die Gründe für die Nicht-Teilnahme auf.

Tabelle 4-4: Gründe für die Nicht-Teilnahme an der Befragung

genannte Gründe	Häufigkeit	Prozent
keine Zeit	53	18,3
kein Interesse	104	35,9
an zuvielen Befragungen teilgenommen	6	2,1
prinzipiell keine Teilnahme	37	12,8
Untersuchung macht keinen Sinn	13	4,5
Untersuchungsthema uninteressant	2	,7
Krankheit/andere Probleme	11	3,8
zu alt	15	5,2
Sprachprobleme	11	3,8
Abwesenheit zum Befragungszeitpunkt	3	1,0
kein spezieller Grund	8	2,8
Sonstiges	27	9,3
Gesamt	290	100,0

Nach soziodemografischen Merkmalen aufgeteilt zeigt sich, dass in der Gruppe der Non-Responder etwas mehr ältere Personen (insbes. Personen im Alter von 70 Jahren und älter) zu finden sind als in der Gruppe der Befragten in der Breitenerhebung. Allerdings liegen zum Alter nur für weniger als der Hälfte der befragten Non-Responder gültige Angaben vor. Zum Geschlecht hingegen sind die Angaben weitgehend vollständig. Hier zeigt sich, dass sich unter den Verweigerern etwas mehr Männer als Frauen finden, an der Breitenerhebung wiederum geringfügig mehr Frauen als Männer teilnehmen.

Tabelle 4-5: Vergleich Nonresponder vs. Teilnehmer der Breitenerhebung nach Alter, Geschlecht und Sprachraum

		Nonresponse-Befragung			Breitenerhebung		
		A	B	C	A	B	C
		Angaben in %			Angaben in %		
Alter	bis u. 20	3	5	4	4	4	4
	20 bis u. 30	7	8	13	11	11	13
	30 bis u. 40	13	9	18	13	13	18
	40 bis u. 50	17	16	19	18	18	19
	50 bis u. 60	15	13	15	15	15	15
	60 bis u. 70	18	17	16	19	19	16
	70 bis u. 80	17	19	10	13	13	10
	80 u. älter	7	12	5	6	6	5
Geschlecht	männlich	51	48	47	45	45	47
	weiblich	49	52	53	55	55	53
Sprachraum	deutsch	91	-	71	-	-	71
	andere	9	-	29	-	-	29
Anzahl Pers.	Alter	333	134	11050	2276	2284	11050
	Geschlecht	335	327	11207	2312	2311	11207
	Sprachraum	307	nicht erfragt	10768	1858	nicht erfragt	10768

Legende:

- A - Soziodemographische Merkmale nach amtlichen Daten: alle, die befragt wurden bzw. alle, die verweigert haben
 B - Soziodemographische Merkmale nach Angaben im entsprechenden Datensatz: alle, die befragt wurden bzw. alle, die an non-responder-Befragung teilgenommen haben
 C - Soziodemographische Merkmale für alle gelieferten Adressen lt. Einwohnerdaten (n=11.207)

Inwieweit die dargestellten Unterschiede zwischen Non-Respondern und Befragten in der Alters- und Geschlechtsverteilung inhaltlich relevant sind, zeigen Analysen über den Zusammenhang zwischen Alter und Geschlecht und den betrachteten Lärmwirkungen in Kapitel 8. Vergleiche zwischen Verweigerern und Befragten bezüglich des formalen Bildungsgrades und der beruflichen Ausbildung führen zu uneinheitlichen, kaum interpretierbaren Ergebnissen (siehe Abbildung 4-4); Non-Responder weisen im Durchschnitt eine etwas niedrigere Schulbildung als die Teilnehmer auf. Auffällig ist der höhere Anteil an Non-Respondern ohne Schulabschluss. Ein systematischer Stichprobenbias bezogen auf den sozialen Status (operationalisiert über beruflichen Abschluss und Bildungsabschluss) liegt jedoch nicht vor.

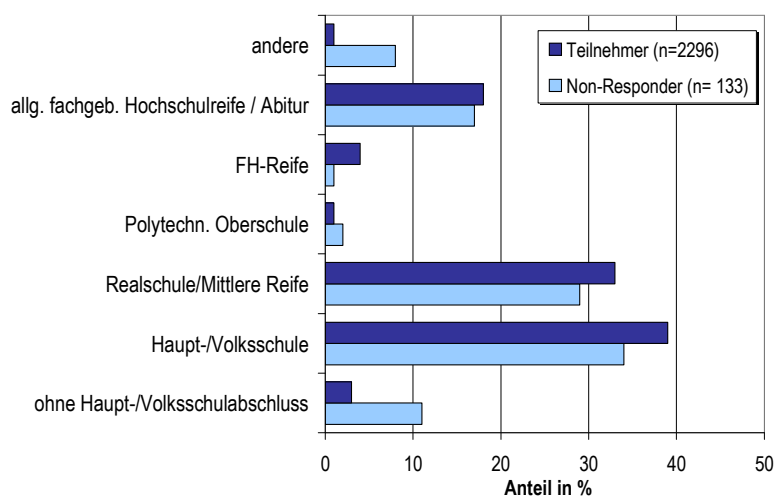


Abbildung 4-4: Schulbildung bei Teilnehmern und Non-Respondern

Der Vergleich der Teilnehmer und Non-Responder hinsichtlich ihrer Belästigung durch Fluglärm weist die Gruppe der Non-Responder als die weniger stark Belästigten aus, wie Tabelle 4-6 verdeutlicht.

Tabelle 4-6: Lärmbelästigung von Befragten und Non-Respondern

	arithm. Mittel	Standardabw.	N=
Befragte	3,07	1,33	2309
Non-Responder	2,77	1,43	163

Tabelle 4-7 zeigt die prozentuale Verteilung der Non-Responder auf die Untersuchungsgebiete. In Rüsselsheim sind mit 24% anteilig die meisten Verweigerer aufgetreten, gefolgt von Hattersheim (13%) und Hochheim (12%). Da die befragten in Rüsselheim aus unterschiedlich belasteten Wohngebieten stammen, lohnt zur genaueren Analyse ein Blick auf die Verteilung der Non-Responder auf die Pegelklassen. Dies ist in Tabelle 4-8 dargestellt.

Tabelle 4-7: Verteilung der Non-Responder auf die Untersuchungsgebiete, Darstellung in Prozent

Gemeinde	Befragte	Non-Responder	Alle Probanden
Bischofsheim	1		1
Büttelborn	5	9	4
Darmstadt	5	5	4
Flörsheim am Main	6	1	7
Frankfurt am Main	2	3	3
Griesheim	1	0	1
Groß-Gerau	1	0	1
Hanau	2	3	3
Hattersheim	7	13	7
Hochheim	7	12	6
Hofheim	5	1	6
Mainz	3	5	3
Mörfelden-Walldorf	6	5	6
Neu-Isenburg	3	5	4
Nieder-Olm	2	1	1
Offenbach am Main	8	7	8
Raunheim	8	1	8
Rüsselsheim	18	24	16
Seeheim-Jugenheim	2		1
Weiterstadt	6	3	6
Wiesbaden	3	1	3
N=	2312	335	11207

Es zeigt sich, dass die größte Anzahl an Verweigerern aus der Pegelklasse 60 dB stammt (18%). Dies könnte zunächst Anlass zu der Vermutung geben, es gäbe eine systematische Beziehung zwischen der Anzahl an Verweigerern und der Lärmbelastung. Die nächst große Gruppe an Nicht-Teilnehmern (16%) stammt jedoch aus Gebieten mit der Pegelklasse 40 dB, also aus den ruhigsten Gebieten. An dritter Stelle stehen Gebiete aus der Pegelklasse 52 dB mit 15% Verweigerern, so dass insgesamt festgestellt werden kann, dass die Non-Responder-Quote in keinem systematischen Zusammenhang zur Lärmausprägung steht. Für weitere Analysen kann somit davon ausgegangen werden, dass die Gruppe der befragten Personen zwar in der Tendenz eine etwas höhere Lärmbelästigung aufweist, ansonsten aber keine verzerrte Stichprobe darstellt.

Tabelle 4-8: Verteilung der Non-Responder auf die Pegelklassen, Darstellung in Prozent

Pegelklasse in dB	Befragte	Non-Responder	Alle Probanden
40	12	16	11
45	11	10	11
47	11	8	11
50	11	9	11
52	11	15	11
55	11	8	11
57	11	10	11
60	8	18	8
62	15	6	14
N=	2312	335	11207

Im Rahmen des Gesundheitsmonitorings zum Ausbau des Amsterdamer Flughafen Schiphol wurde eine ähnliche Non-Responder-Untersuchung wie im vorliegenden Gutachten durchgeführt (TNO-PG & RIVM, 1998). Es zeigten sich deutliche Belästigungsunterschiede zwischen Non-Respondern und Respondern, außerdem erwies sich die Stichprobe der Responder in ihren soziodemografischen Merkmalen gegenüber der Grundpopulation als verzerrt. Die Ergebnisse der Non-Responder-Studie wurden im Amsterdamer Gesundheitsmonitoring dazu verwendet, die Fluglärmwirkungen um den Response-Effekt zu korrigieren. In den Korrekturfaktor flossen dabei die in logistischen Regressionen ermittelten Merkmale einer Person ein, die die Response-Wahrscheinlichkeit bestimmen. Für die vorliegende RDF-Studie gilt, dass

- die Teilnehmer der Breitenerhebung die Population in den Untersuchungsgebieten sehr gut repräsentieren;
- dagegen die Non-Responder selbst eine verzerrte Stichprobe darstellt und zudem unklar ist, inwieweit die in der Non-Responder-Telefonbefragung antwortenden Non-Responder die Gesamtgruppe der Non-Responder repräsentieren;
- die Belästigungsunterschiede deutlich geringer sind als in der Amsterdamer Studie.

Daher wird es als kritisch erachtet, eine Response-Gewichtung der Daten in der RDF-Studie vorzunehmen. Es wird davon ausgegangen, dass im vorliegenden Fall durch solch eine Gewichtung die Wirkungen (z.B. Anteil Lärmbelästigter) in der Bevölkerung nicht adäquater dargestellt werden. Trotzdem ist mittels verschiedener logistischer Regressionen die Response-Wahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von den bei den Respondern und Non-Respondern erhobenen soziodemografischen Variablen sowie der Belästigungsurteile und des Fluglärmpegels ($L_{eq3,tag}$ Ist 2003, Ost-/Westumhüllende) abgeschätzt worden. Es zeigt sich, dass kein logistisches Regressionsmodell die Response-Wahrscheinlichkeit auch nur mit einer annähernd vertretbaren Genauigkeit abschätzen lässt. Aus diesem Grunde wird im Weiteren von der Einführung einer Response-Gewichtung der Daten Abstand genommen.

5. Durchführung der Vertiefungsstudie

5.1 Aufgabenstellung und Untersuchungsdesign der Vertiefungsstudie

Die Vertiefungsstudie hat zum Ziel, den Tagesverlauf der Fluglärmbelästigung noch detaillierter als in der Breitenerhebung sowie zeitnäher zu den Flugereignissen und in Abhängigkeit verschiedener stündlicher akustischer Fluglärmparameter zu erfassen.

Aufgabe der Teilnehmer der Vertiefungsstudie war es, an vier aufeinander folgenden Tagen (zwei Werktage, zwei Wochenendtage) die akute Stunden-Fluglärmbelästigung über den Zeitraum von 7-23 Uhr (erste Abfrage um 8 Uhr rückwirkend für die Stunde 7-8 Uhr) zu protokollieren. Für alle Teilnehmer wurde für den viertägigen Untersuchungszeitraum die individuelle stündliche Fluglärmbelastung anhand verschiedener Parameter bestimmt, um entsprechende Dosis-Wirkungsbezüge ableiten zu können. Das Untersuchungsdesign zur Vertiefungsstudie sah ursprünglich eine Verteilung von 270 Probanden auf die L_{eq3} -Fluglärm-Pegelklassen (Ost-/Westumhüllende) < 50 dB(A) / 50-55 dB(A) / 55-60 dB(A) / > 60 dB(A) vor (s. Tabelle 5-1).

Tabelle 5-1: PDA-Studie: Ursprüngliches Untersuchungsdesign

Ortslage	Kontrollgruppe	Pegelklasse L _{eq3} -classes in dB(A) –Tag			Summe
		< 50 dB(A)	50-55	55-60	
West Nordwest	2 Gebiete à 15 Pbn	40	40	40	
Ost Süd		40	40	40	
Summe	30	80	80	80	270

Die Erhebung der Stundenlärmbelästigung wurde jeweils verknüpft mit der Abfrage des Aufenthaltsorts, der Tätigkeit und – bei Aufenthalt im Haus – der Fensterstellung. Diese stündlichen Angaben nahmen die Probanden mit Hilfe eines Taschencomputers vor. Ergänzend dazu füllten die Probanden folgende Fragebögen aus:

- *Morgenbogen*: Dieser diente im Wesentlichen dazu, Angaben zur Lärmbelästigung am frühen Morgen (vor 7 Uhr), zur nächtlichen Schlafqualität und etwaigen nächtlichen Störungen zu erhalten.
- *Abendbogen*: Der Abendbogen diente im Wesentlichen der Datenkontrolle sowie zur Erfassung täglich variierender Lebensqualitätsaspekte. Es werden die Stunden außer Haus, Angaben zu etwaigen Beeinträchtigungen durch die Erhebungsmethodik, Gesamttagesbelästigung durch Fluglärm, sowie die Befindlichkeit des Probanden (Stimmung), akute Beschwerden (Herz, Atmung und Schwitzen) und belastende Tagesereignisse erhoben. Die letzten drei Bereiche (Befindlichkeit, Beschwerden, Tagesereignisse) wurden in Abstimmung mit dem Auftraggeber und Frau Dr. Herr von der Hessischen Landesärztekammer zusätzlich aufgenommen.
- *NoiSeQ (Noise Sensitivity Questionnaire)*: Der NoiSeQ dient der Erhebung der individuellen Lärmempfindlichkeit in verschiedenen Lebens-/Tätigkeitsbereichen: Schlaf, Arbeit, Freizeit, Kommunikation, Wohnbereich, Lärmempfindlichkeit insgesamt. Die bereichsspezifischen

Lärmempfindlichkeiten moderieren die Lärmbelästigung und können zur Prognose bzw. Erklärung der Verknüpfung der stündlichen Belästigung und Tätigkeit beitragen.

5.2 Durchführung der Untersuchung

5.2.1 Vorbereitung der Feldarbeiten

Von August bis November 2005 wurde in Darmstadt ein Projektbüro eingerichtet, um die Feldarbeiten der Vertiefungsstudie vor Ort durch Fachpersonal des Gutachterteams zu koordinieren. Ferner wurden 80 Taschencomputer der Marke Palm Tungsten E/E2 (70 Geräte für den Einsatz, 10 als Reserve) für die Datenerhebung programmiert. Die Funktionalität der zeitgesteuerten, signalgestützten Datenerfassung sowie das Auslesen der Daten wurde in internen Pretests geprüft. Die Begleitfragebögen und das Informationsmaterial für die Probanden wurden zusammengestellt und redaktionell bearbeitet.

Für die Betreuung der Probanden der Vertiefungsstudie wurden 30 Personen („Feldpersonal“) gewonnen und unmittelbar vor Beginn der Feldarbeiten ausführlich geschult. Aufgabe des Feldpersonals war es, zu den Erhebungsterminen das Untersuchungsmaterial (Taschencomputer, Begleitfragebögen, Informationsmaterial) an die Untersuchungsteilnehmer zu verteilen, sie in die Benutzung des Taschencomputers sowie der Begleitfragebögen einzuweisen und nach Ablauf von vier Untersuchungstagen die Erhebungsmaterialien einzusammeln und im Projektbüro Darmstadt abzugeben.

Das Feldpersonal wurde unabhängig von der Durchführung der Breitenerhebung in der Region Rhein-Main rekrutiert, wobei für die Rekrutierung Anzeigen in Print- und Online-Medien geschaltet wurden. Eine Vorauswahl anhand vorgegebener Kriterien (freundliches Auftreten, Mobilität, zeitliche Verfügbarkeit und Flexibilität sowie einem Minimum an technischem Verständnis, das für Erläuterungen zur Bedienung der PDAs erforderlich ist) führte zu der Auswahl von 30 Personen, die für die Durchführung der Feldarbeiten infrage kamen. Auf eine Erreichbarkeit der Interviewer per Telefon und E-Mail oder Fax wurde Wert gelegt, um ggf. auch kurzfristig Informationen übersenden zu können.

Für die Schulung des Feldpersonals wurden zwei Termine in Frankfurt a. M. angeboten.

Die Schulung umfasste folgende Inhalte:

- allgemeine Informationen zur Studie (beteiligte Institute, Inhalte, Zielstellung, Informationen zur Breitenerhebung);
- Vorstellung des Designs der Vertiefungsstudie;
- Verhalten gegenüber Probanden, Kontaktaufnahme, Terminabsprachen, Legitimation gegenüber Probanden durch Vorlage des Interviewerausweises;
- Reaktion auf mögliche Probleme;
- Aushändigung weiterer Informationen und Dokumente: Anleitung zur Bedienung der PDAs, Informationen zur Studie, zusätzliche Papierfragebögen (Paper-Assisted-Self Interview, PASI), Hotline vor Ort zur kurzfristigen Beantwortung von Fragen;
- Erläuterung der Bedienung eines Taschencomputers (PDA) mit praktischen Übungen, Umgang mit PDAs im Falle technischer Probleme;

- Führung von Stundenbüchern im Falle technischer Probleme des PDA;
- Kontrolle der PASI-Fragebögen auf ordnungsgemäße Bearbeitung durch Probanden;
- Bereitstellung und Abholung der Erhebungsinstrumente sowie Rückgabe im Projektbüro.

Die Schulungsunterlagen wurden den Interviewern dauerhaft zur Verfügung gestellt, um mögliche Fragen schnell klären zu können. Weiterhin standen für die Beantwortung möglicher Fragen sowohl das Projektbüro der ZEUS GmbH sowie das SUZ zur Verfügung.

5.2.2 Durchführung der Erhebung

In der Breiterehebung wurden die befragten Personen jeweils am Ende des Interviews danach gefragt, ob sie an der Teilnahme an einer vertiefenden Studie interessiert sind. Die Interessenten wurden den Gutachtern vom Marktforschungsinstitut SUZ ab Anfang August in einem etwa 14-tägigen Rhythmus gemeldet. Die gemeldeten Interessenten wurden in einem Anschreiben über den Ablauf der Studie informiert (s. Anlage 2) und zwecks Terminabsprache telefonisch, schriftlich oder persönlich kontaktiert. Dies war ein laufender Prozess, der sich kontinuierlich bis zum letzten Erhebungsblock durchzog. Nach dem fünften Erhebungsblock wurden die Bemühungen zur Gewinnung von Studienteilnehmern noch weiter intensiviert. Dabei wurden die vom SUZ gemeldeten Interessenten, die ihre Teilnahme an der Vertiefungsstudie wieder zurückgezogen hatten (vgl. Abschnitt 5.2.3 zur Ausschöpfung in der Vertiefungsstudie), ein letztes Mal schriftlich kontaktiert und darum gebeten, ihre Entscheidung zu überdenken. 15 von diesen kontaktierten Personen konnten dadurch doch noch zur Studienteilnahme bewegt werden.

Im Zeitraum vom 15. August bis 6. November fanden an insgesamt acht viertägigen Terminblöcken die Erhebungen statt:

- 20. - 23. August 2005
- 01.- 04. September 2005
- 10.- 13. September 2005
- 22. - 25. September 2005
- 01.- 04. Oktober 2005
- 13.-16. Oktober 2005
- 22.-25. Oktober 2005
- 3.-6. November 2005

Ein bis drei Tage vor Beginn eines Untersuchungsblocks suchte das Feldpersonal die Teilnehmer des jeweiligen Erhebungsblocks auf und wies sie jeweils in die Benutzung des Taschencomputers und der Begleitfragebögen ein. Den Probanden wurden zwei telefonische Hotlines (im Projektbüro Darmstadt sowie im Hauptbüro der ZEUS GmbH in Bochum) genannt, die sie jederzeit bei Problemen oder weiterem Informationsbedarf anrufen konnten. Nach Ablauf eines Untersuchungsblocks wurden die Untersuchungsgeräte und –materialien von den Probanden abgeholt sowie dem Fachpersonal des Gutachtertteams im Projektbüro Darmstadt übergeben. Dort wurden die Taschencomputer ausgelesen und für den nächsten Untersuchungsblock vorbereitet. Die Daten der Begleitfragebögen wurden in die EDV

eingetragen. Die mittels Taschencomputer gewonnenen Daten lagen zunächst als Einzeldateien pro Proband vor. Sie wurden zu einem Gesamtdatenbestand zusammengefasst und einer Datenkontrolle unterzogen. Dabei wurde der Datensatz auf Fehler und Plausibilität geprüft und gegebenenfalls bereinigt.

5.2.3 Ausschöpfungsstatistik

207 von 316 interessierten und kontaktierten Probanden nahmen an der Vertiefungsstudie teil, dabei liegen von sieben Teilnehmern keine lesbaren Daten vor. Gründe dafür sind das Nichtbedienen des Geräts sowie technisch bedingter Geräteausfall. Insgesamt umfasst der Datenbestand neben den Angaben in den Begleitfragebögen sowie Angaben zu Aktivitäten und Aufenthaltsorten 8109 Fluglärmbelastungsangaben von 200 Personen über einen Zeitraum von jeweils vier Tagen. Damit wurde der Anspruch, Daten von 270 Personen zu erfassen zwar verfehlt, das definierte Abbruchkriterium von 180 Personen wurde jedoch erfüllt.

Der Stichprobenumfang in der RDF-Studie umfasst also 800 „Datentage“ (4 Tage à 200 Personen). Zum Vergleich: In der Feldstudie zur Belästigung im Tagesverlauf im Rahmen des BMBF-Verbundprojekts „Leiser Verkehr-Lärmwirkungen“ wurden von 131 Personen an 393 Datentage Belastungsdaten erhoben (Schreckenbergs & Guski 2004, 2005). In der DLR-Nachtfluglärmstudie wurden im Labor 128 Personen in insgesamt 1664 Nächten, im Feld 64 Personen in 576 Nächten untersucht. Die in der Vertiefungsstudie erzielte Anzahl von Untersuchungsteilnehmern liegt im Vergleich zu anderen vergleichbaren Studien demnach im oberen Bereich der realisierten Stichprobenumfänge, bezogen auf die Anzahl der Erhebungstage („Datentage“) im mittleren Bereich.

Für die Rücknahme des in der Breitenerhebung bekundeten Teilnahmeinteresses wurden – ohne weitere Differenzierung nach Subgruppen – die folgenden Gründe genannt:

Tabelle 5-2: Gründe für die Nichtteilnahme an der Vertiefungsstudie (n= 109)

Gründe für die Nichtteilnahme	Nennungen in %
Terminliche Probleme	26%
keine Zeit, Aufwand der Studie	24%
Krankheit, Todesfall	13%
Irrläufer	11%
kein Interesse	9%
Keine Angaben, allg. Verweigerung	7%
Umzug	6%
Probleme mit Erhebungsmethodik (Taschencomputer)	2%
Sinnlosigkeit der Studie	2%
fehlende Incentives	1%
Gesamtergebnis	100%

Die zentralen Gründe der Nichtteilnahme an der Vertiefungsstudie liegen in der Terminwahl für die Untersuchungsblöcke sowie im Aufwand, den die Probanden während eines viertägigen Untersuchungsblocks zu leisten haben. Über den genauen Aufwand der Vertiefungsstudie wurden die Probanden erst nach der Interessensbekundung bei Kontaktaufnahme im Rahmen der Vertiefungsstudie informiert, da über die tatsächliche Durchführung der Vertiefungsstudie erst Anfang Juli 2005 Klarheit

bestand. Es wurde dann entschieden, aus Gründen der Vergleichbarkeit auch für die ab Juli 2005 interviewten Probanden, in der Breiterhebung die Instruktion zur ergänzenden Vertiefungsstudie nicht zu verändern. Dies erklärt die nachträgliche, mit dem Untersuchungsaufwand begründete Rücknahme der Teilnahmebereitschaft. Eine systematische Beziehung zwischen den genannten Verweigerungsgründen und soziodemografischen Merkmalen bzw. der Pegelklassenzugehörigkeit lässt sich nicht identifizieren.

Obwohl die Feldarbeiten zur Vertiefungsstudie aus formalen Gründen (Vergabeentscheidung Ende Juni 2005) sowie inhaltlichen Gründen (Ende der Vertiefungsstudie vor Wintereinbruch) auf den Zeitraum Mitte August 2005 bis Ende Oktober/Anfang November begrenzt werden musste, konnten den interessierten Probanden acht Untersuchungsblöcke angeboten werden. Darüber hinaus erlaubte die verkürzte Feldlaufzeit keine Kompensationsmöglichkeiten. Dieses Angebot an Terminblöcken reichte für ein Viertel der Interessenten, die ihre Teilnahme zurückzogen, nicht aus. Hier war auch von den Probanden selbst eine größere Auswahl an Untersuchungsblöcken, ein Angebot von Terminen in den Sommermonaten und vielfach auch eine näher am Datum der Breitenbefragung gelegener Termin gewünscht worden.

Tabelle 5-3: Ausschöpfung in der Vertiefungsstudie

	Anzahl	in %	Bemerkung
Kontaktierte Interessenten	316	100%	
Teilnehmer der Vertiefungsstudie	207	66%	
Datensätze	200	63%	Datenausfall wg. Nichtausfüllens des Palmfragebogens bzw. Geräteausfalls: 7
Gültige Belästigungsangaben ^{*1}	8109		von 200 Personen über einen Zeitraum von jeweils 4 Tagen

^{*1} Theoretisch sind maximal 16h * 4 Tage * 200 Personen = 12800 Urteile möglich. Da nicht alle Personen zu jeder Stunde ein Belästigungsurteil abgaben (weil sie außer Haus waren), wurden insgesamt 8109 Urteile erzielt.

Die Datensätze von 200 Personen verteilen sich wie folgt auf die Gebietspegelklassen (L_{eq3} -Tagespegel, Stand Ist-2005, Ost-Westumhüllende):

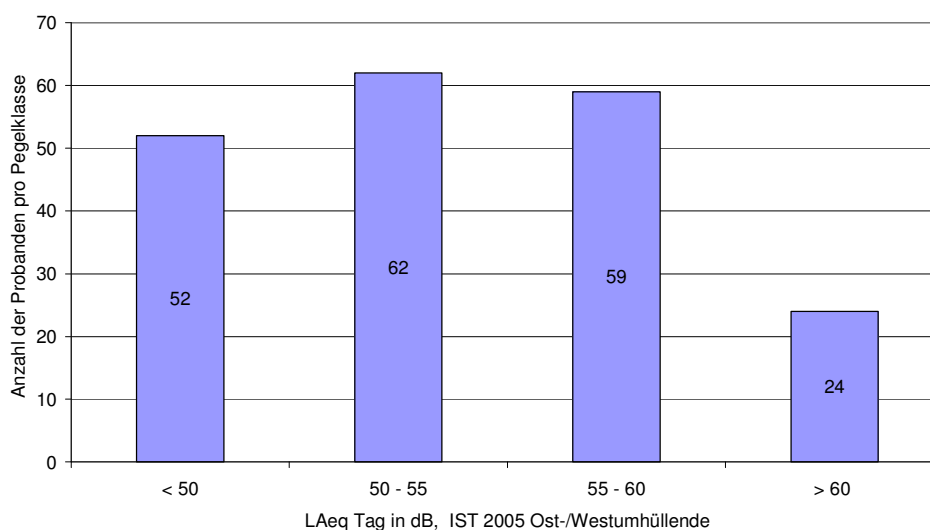


Abbildung 5-1: Anzahl Probanden pro Pegelklasse (Pegel-Range: 5 dB(A))

Prozentual am kleinsten besetzt ist die Pegelklasse > 60 dB mit n=24 (siehe Abbildung 5-1). Für einen einfaktoriellen Gruppenvergleich mit der Pegelklasse als unabhängige Variable und der Lärmbelastigung als abhängige Variable ist diese Anzahl jedoch ausreichend. Damit bleibt die Hauptfragestellung (Betrachtung der Lärmbelastigung im Tagesverlauf in Abhängigkeit der Fluglärmbelastung) beantwortbar. Damit die Daten inhaltlich ausgewertet werden können, wurden einige quantitative und qualitative Analysen vollzogen. Geprüft wurden die Verteilungen der folgenden Variablen pro Pegelklasse: Alter, Geschlecht, Wohnstatus, Erwerbstätigkeit und höchster erreichter Schulabschluss.

Tabelle 5-4: Alter der Probanden pro Pegelklasse; Darstellung in Prozent, n=200

L_{eq3} Tag in dB(A), Ost-/West- umhüllende	Mittel- wert	< 20	20 - 30	30 - 40	40 - 50	50 - 60	60 - 70	70 - 80	Gesamt
< 50	51,6	4,1	6,1	10,2	24,5	24,5	16,3	14,3	100
50 - 55	49,6	0,0	6,5	16,1	35,5	9,7	25,8	6,5	100
55 - 60	49,7	3,4	11,9	10,2	23,7	15,3	27,1	8,5	100
60 - 65	49,7	8,3	0,0	12,5	20,8	29,2	20,8	8,3	100
Gesamt	50,1	3,1	7,2	12,4	27,3	17,5	23,2	9,3	100

Tabelle 5-4 zeigt das Alter der Probanden pro Pegelklasse. Es zeigt sich, dass zwar einzelne Altersstufen unterschiedlich besetzt sind, im Mittel finden sich jedoch keine statistisch bedeutsamen Unterschiede zwischen den Pegelklassen (GLM: $F = 0,221$, $df = 3$, $p < 0,881$). Eine systematische Verzerrung hinsichtlich des Alters der Probanden kann somit ausgeschlossen werden. Tabelle 5-5 zeigt die prozentuale Anzahl an Männern und Frauen pro Pegelklasse. Auch hier findet sich keine systematische Verzerrung.

Tabelle 5-5: Verteilung des Geschlechts in den Pegelklassen, Angaben in Prozent, n= 200

L_{eq3} Tag in dB(A), Ost-/Westumhüllende	Männer	Frauen	Gesamt
< 50	55,8	44,2	100
50 - 55	56,5	43,5	100
55 - 60	49,2	50,8	100
60 - 65	54,2	45,8	100
Gesamt	53,8	46,2	100

Das Verhältnis von Mietern zu Eigentümern ist in allen Pegelklassen annähernd gleich (siehe Tabelle 5-6), statistische Unterschiede lassen sich nicht feststellen.

Tabelle 5-6: Anteile an Mietern und Eigentümern pro Pegelklasse, Angaben in Prozent, n=200

L_{eq3} Tag in dB(A), Ost-/Westumhüllende	Eigentümer	Mieter	Gesamt
< 50	76,9	23,1	100
50 – 55	67,7	32,3	100
55 – 60	66,1	33,9	100
60 – 65	66,7	33,3	100
Gesamt	69,5	30,5	100

Tabelle 5-7: Erwerbstätigkeit pro Pegelklasse, Angaben in Prozent, n=200

L_{eq3} Tag in dB(A), Ost-/Westumhüllende	berufstätig	in Ausbildung Schüler(in) Student(in)	Ausübung mehrerer Tätigkeiten (Nebenjobs)	zur Zeit erwerbslos	noch nie erwerbstätig gewesen	in Pension Rente	Gesamt
< 50	44,2	5,8	0,0	11,5	3,8	34,6	100
50 - 55	49,2	6,6	3,3	9,8	0,0	31,1	100
55 - 60	51,7	3,4	0,0	3,4	1,7	39,7	100
60 - 65	43,5	4,3	4,3	21,7	4,3	21,7	100
Gesamt	47,9	5,2	1,5	9,8	2,1	33,5	100

6. Berechnung der akustischen Maße für die Breitenerhebung und Vertiefungsstudie

Grundlegende Angaben zur Bestimmung der Geräuschbelastung durch Flug-, Schienen- und Straßenverkehr im Rahmen dieses Gutachtens wurden im Abschnitt 3.2 getroffen, die Berücksichtigung akustischer Kriterien zur Gebietsauswahl im Abschnitt 3.3 dargestellt. In den folgenden Abschnitten werden die akustischen Maße, die für die Wirkungsanalysen herangezogen wurden, und ihre Berechnung für die Probanden der Breitenerhebung und der Vertiefungsstudie vorgestellt.

6.1 Berechnung akustischer Maße für die Breitenerhebung

6.1.1 Fluglärm

Die Fluglärmberechnung erfolgte auf Basis der von der Fraport AG zur Verfügung gestellten DES-Daten (DES=Datenerfassungssystem) mit der AzB-99 nach der sog. Realverteilung (Mittelung über sechs Monate), für West- und Ostbetrieb getrennt und für die sog. 100/100% - Verteilung (jeweils der größere Wert aus der West- oder Ostbetriebsrichtung). Aus dem digitalen Höhenraster wurden für alle 2312 Immissionspunkte die Geländehöhen interpoliert und bei der Berechnung berücksichtigt. Aus der Betriebsrichtungsverteilung der Fraport AG wurden für die einzelnen Zeitscheiben die folgenden West- /Ostbetriebsrichtungsverteilungen ermittelt und bei der Realverteilung berücksichtigt:

Tabelle 6-1: Betriebsrichtungsanteile Ost-/Westbetrieb pro Stunde

Tageszeitscheiben	Prozentuale Anteile West-/Ostbetrieb
00:00 – 01:00 Uhr	65,7 / 34,3 %
01:00 – 02:00 Uhr	67,0 / 33,0 %
02:00 – 03:00 Uhr	66,8 / 33,2 %
03:00 – 04:00 Uhr	67,3 / 32,7 %
04:00 – 05:00 Uhr	66,8 / 33,2 %
05:00 – 06:00 Uhr	65,3 / 34,7 %
06:00 – 07:00 Uhr	60,5 / 39,5 %
07:00 – 08:00 Uhr	59,9 / 40,1 %
08:00 – 09:00 Uhr	61,2 / 38,8 %
09:00 – 10:00 Uhr	62,2 / 37,8 %
10:00 – 11:00 Uhr	63,5 / 36,5 %
11:00 – 12:00 Uhr	64,5 / 35,5 %
12:00 – 13:00 Uhr	66,6 / 33,4 %
13:00 – 14:00 Uhr	68,1 / 31,9 %
14:00 – 15:00 Uhr	70,1 / 29,9 %
15:00 – 16:00 Uhr	70,9 / 29,1 %
16:00 – 17:00 Uhr	70,6 / 29,4 %
17:00 – 18:00 Uhr	71,7 / 28,3 %
18:00 – 19:00 Uhr	72,5 / 27,5 %
19:00 – 20:00 Uhr	72,0 / 28,0 %
20:00 – 21:00 Uhr	70,6 / 29,4 %
21:00 – 22:00 Uhr	68,9 / 31,1 %
22:00 – 23:00 Uhr	69,4 / 30,6 %
23:00 – 24:00 Uhr	67,6 / 32,4 %
00:00 – 24:00 Uhr	67,1 / 32,9 %
05:00 – 23:00 Uhr	67,1 / 32,9 %
06:00 – 18:00 Uhr	65,8 / 34,2 %
06:00 – 22:00 Uhr	67,1 / 32,9 %
07:00 – 19:00 Uhr	66,8 / 33,2 %
18:00 – 22:00 Uhr	71,0 / 29,0 %
19:00 – 23:00 Uhr	70,2 / 29,8 %
22:00 – 06:00 Uhr	67,0 / 33,0 %
23:00 – 05:00 Uhr	66,9 / 33,1 %
23:00 – 07:00 Uhr	65,9 / 34,1 %

Für die Analyse der Wirkung von Fluglärm auf Belästigung, Störungen und der Wohn- und Lebensqualität in der Breitenerhebung wurden die folgenden akustischen Parameter berechnet.

Tabelle 6-2: Beschreibung der akustischen Kennwerte

Akustischer Kennwert	Beschreibung	Verwendung
L_{eq3}	Energieäquivalenter Dauerschallpegel mit Halbierungsparameter 3. Weist – je nach Tageszeitbezug – in der Regel den stärksten Zusammenhang mit Belästigungs-/Störungsurteilen auf	Findet als Pegelmaß in vielen Verordnungen und Normen seinen Niederschlag; korreliert in vielen Lärmwirkungsstudien vergleichsweise hoch mit Wirkungsvariablen wie „Belästigung“ oder „Störungen“
L_{den}	Gesamttages-Pegel (Tag-/Abend-/Nacht), zusammengesetzt aus den Komponenten Tagespegel L _{day} , Abendpegel L _{evening} , Nachtpegel L _{night} , mit einem Malus von 5dB(A) für den Abend- und 10 dB(A) für den Nachtpegel. Soweit nicht anders angegeben, werden für den L _{den} die Tageszeitfenster 6-18 Uhr (12h-Tag), 18-22 Uhr (Abend) und 22-6 Uhr (Nacht) unterschieden – entsprechend des Gesetzes zur Umsetzung der EU-Umgebungslärmrichtlinie In einzelnen Analysen werden die in der EU-Umgebungslärmrichtlinie vorgeschlagenen Tageszeiteinteilungen 7-19 Uhr, 19-23 Uhr, 23-7 Uhr verwendet (insb. Kap. 10); dies ist dann entsprechend gekennzeichnet.	Stellt einen gewichteten Gesamttages-L _{eq} dar und wird als Lärmindex in der EU-Umgebungslärmrichtlinie und in den entsprechenden deutschen Umsetzungsrichtlinien beschrieben Wird im Rahmen dieser Studie insbesondere zum Zwecke der Vergleichbarkeit im europäischen Raum berücksichtigt
NAT₇₀	Anzahl der Ereignisse oberhalb eines Maximalpegels L _{max} von 70 dB(A) (Number above Threshold) wurde als Beschreibungsmaß für die Häufigkeit lauter Flugverkehrsgeräusch-Ereignisse aufgenommen. In vielen Untersuchungen wird dabei ein Maximalpegel von 70 dB(A) als Schwellenwert verwendet.	Wird aus Gründen der Vergleichbarkeit mit anderen Untersuchungen (u.a. mit der Belästigungsstudie von Kastka, 1999, im Umfeld des Frankfurter Flughafens) verwendet. In den letzten Jahrzehnten ist ein Anstieg der Fluglärmbelastung bei gleichem L _{eq} zu beobachten (vgl. u.a. van Kempen und van Kamp, 2005). Begründet wird dies u.a. mit der steigenden Häufigkeit von Flugereignissen. Aus diesem Grund wird auch die Beziehung zw. der Belästigung und der Ereignishäufigkeit operationalisiert durch den NAT ₇₀ verwendet.
mittlerer L_{max55}	Mittlerer Maximalpegel aller Ereignisse ab einem Maximalpegel von 55 dB(A), wurde in Anlehnung an die (alte) AzB an dem dort für Fluglärmrechnungen verwendeten Schwellenwert herangezogen.	Wird verwendet, um die Beziehung zwischen Belästigung und intensiven Fluglärmbelastungen (anstelle von Dauerschallpegeln wie dem L _{eq}) darzustellen. Dem liegt die Annahme zugrunde, dass sich Betroffene in ihrem Belästigungsurteil an der Intensität (im Gegensatz zur Häufigkeit) von Geräuscheignissen orientieren.
mittlerer L_{max70}	Mittlerer Maximalpegel aller Ereignisse ab einem Maximalpegel von 70 dB(A), wurde in Anlehnung an den oft in Untersuchungen verwendeten NAT70 genommen.	Wie L _{max55} , allerdings mit einem Schwellenwert von 70 statt 55 dB(A)
L_{1e}	Maximalpegel der nur von 1% der Ereignisse überschritten wird. Aufgrund der Diskontinuität der Flugverkehrsgeräusche wurde nicht wie beim L ₁ üblich 1% der Bezugszeit, sondern 1% der Ereignisse gewählt.	Wird verwendet, um die Beziehung zwischen der Belästigung und besonders starker und seltener Fluglärmbelastung darzustellen.
L_{max, f ≤ 1}	Ein Spitzenpegel, der besonders laute Fluggeräusche umschreibt, die nicht unbedingt täglich vorkommen. Es handelt sich um einen jahresgemittelten Maximalpegel seltener Ereignisse, die maximal 1x im Tageszeitabschnitt vorkommen.	Wie auch beim L _{1e} soll mit diesem Pegel der Zusammenhang zw. Belästigung und seltenen lauten Geräuschbelastungen betrachtet werden. Dieser Pegel beschreibt die Belastung durch noch lautere und seltenere (nicht an allen Tagen vorkommenden) Ereignisse als beim L _{1e} und wird hier versuchsweise eingeführt.
Prognosepegel L_{eq3} Tag/Nacht/24h	Energieäquivalenter Dauerschallpegel für Tag (6-22h) und Nacht (22-6h) berechnet für die Ausbauvariante Nord-West (Variante 9b)	Der Prognosepegel dient der Identifizierung des Ausmaßes an Veränderungen des Fluglärms nach dem Ausbau für jeden Probanden. Diese objektive Veränderung wird der subjektiv erwarteten Veränderung sowie der aktuellen und für die Zukunft angegebenen Lärmbelastung gegenübergestellt.

6.1.2 Straßen- und Schienenlärm

Grundlagen für die Bestimmung der Schienen-/Straßenverkehrslärmbelastung sind Rasterdaten aus der Regionalen Lärminderungsplanung im Rhein-Main-Gebiet (RLMP; vgl. RLMP-Gutachten von Lärmkontor GmbH / Wölfel Meßsysteme Software GmbH + Co. KG, 2005) sowie weitere Immissionspegeldaten von Untersuchungsgebieten, die nicht im Rahmen der Regionalen Lärminderungsplanung erfasst sind. Die RLMP-Daten basieren wiederum auf unterschiedlichen Quellen, nämlich Daten des Planungsverbandes Ballungsraum Frankfurt/Rhein-Main (PVFRM) und Daten der angrenzenden Städte Büttelborn, Darmstadt, Griesheim, Mainz, Trebur und Weiterstadt.

Von zwei Untersuchungsgebieten in Seeheim-Jugenheim und Klein-Wintersheim liegen keine Straßen-/Schienenverkehrspegeldaten vor; dies betrifft insgesamt 72 von 2312 Einzelpunkten.

Die Aktualität und Genauigkeit der zugrunde liegenden Verkehrsmengendaten und Berechnungsweisen sind unterschiedlich. Dies betrifft auch und gerade die im RLMP-Gutachten verwendeten Datenquellen. So sind Reflexionen, Kreuzungszuschläge (beim Straßenverkehrslärm) und Ausbreitungsdämpfungen nicht einheitlich berücksichtigt worden. Die Berechnungshöhe beträgt in der Regel 4 m über Gelände, zum Teil liegen andere Berechnungshöhen (z.B. 6 m in Büttelborn) vor. Das Berechnungsraster variiert zwischen 10 m x 10 m und 25 m x 25 m. Die verschiedenen Daten sind vom Gutachter der RLMP neu aufbereitet worden und flächendeckend für das Gebiet des PVFRM und angrenzender Kommunen als Pegelwerte in einem 25 m x 25 m Rasterabstand nach den bekannten Vorschriften Schall-03 für Schienenlärm und RLS-90 für Straßenverkehrslärm gerechnet und dargestellt worden.

Auf Basis der genannten Rasterdaten wurden die Immissionspegel für die Befragungsteilnehmer berechnet. Hierzu sind die Immissionspegel aus den Rasterdaten für die 2312 Einzelpunkte aus den jeweils 4 umgebenden Ergebnisdaten interpoliert worden. Wenn einer oder mehrere Punkte in einem Haus lagen, wurde der Immissionspegel aus der flächenhaften Lärmimmissionsdarstellung von Hand ermittelt. Als Pegelmaße wurden der $L_{eq3, Tag}$ sowie der $L_{eq3, Nacht}$ jeweils für die Lärmquellen Schiene und Straße berechnet.

Es ist festzustellen, dass die für die Probanden berechneten Straßen- und Schienenverkehrslärmdaten aufgrund der sehr unterschiedlichen Datenqualität der Rohdaten eine größere Ungenauigkeit als die Fluglärmdaten aufweisen. Aus diesem Grund und weil für die statistischen Wirkungsanalysen eine ausreichende Besetzung der Untersuchungszellen (Subgruppengröße) zu berücksichtigen ist, sind die Pegelwerte für Schiene und Straße je nach Analyse am Median bzw. in Terzile aufgeteilt worden. Das heißt, die Probanden sind jeweils bezogen auf ihre Schienen- und Straßenverkehrslärmbelastung in zwei (niedrige vs. hohe Belastung) bzw. drei Gruppen (niedrige, mittlere, hohe Belastung) eingeteilt worden. Mit dieser großen Klassifizierung wird der Ungenauigkeit der Pegelwerte für Schiene und Straße Rechnung getragen.

6.2 Berechnung akustischer Maße für die Vertiefungsstudie

Um die zeitnahen Belastigungsdaten, die im Rahmen der Vertiefungsstudie gewonnen werden, mit entsprechend zeitnah ermittelten akustischen Daten in Beziehung setzen zu können, wurden für die 200 Probanden basierend auf den DES-Daten der Erhebungstage folgende Pegelmaße berechnet:

Tabelle 6-3: Pegelmaße und Berechnungszeiträume der Vertiefungsstudie

Pegel- bzw. Ereignis- maße	Bezugszeit	Erhebungszeiträume	Anzahl Einzelpunkte
$L_{eq3,1h}$ $L_{max, f \leq 1}$ L_{1e} L_{max70} L_{max55} NAT_{70} Anzahl Überflüge	▪ stündlich von 0:00 bis 24:00 Uhr pro Untersuchungstag	20.–23.08. 2005	36
		01.–04.09. 2005	35
	▪ sowie für die Tageszeitfenster:	10.–13.09. 2005	27
	00:00 – 24:00 Uhr	22.–25.09. 2005	28
	05:00 – 23:00 Uhr	01.–04.10. 2005	12
	06:00 – 18:00 Uhr	13.–16.10. 2005	19
	06:00 – 22:00 Uhr	22.–25.10. 2005	16
	07:00 – 19:00 Uhr	03.–06.11. 2005	27
	18:00 – 22:00 Uhr		
	19:00 – 23:00 Uhr		
	22:00 – 06:00 Uhr		
	23:00 – 05:00 Uhr		
	23:00 – 07:00 Uhr		

7. Auswertung der Daten

Die aus den verschiedenen Untersuchungsschritten erhobenen Lärmwirkungsdaten wurden zusammen mit den gemessenen und berechneten akustischen Parametern in einer Gesamtdatenmatrix aufbereitet. Jedem Probanden wurden dabei in der Matrix die individuellen Belastungskennwerte sowie seine Fragebogendaten zugeordnet; bei den Teilnehmern der Vertiefungsstudie kommen noch die Daten der vertiefenden Erhebungen hinzu.

Bezogen auf die Fragestellung zur Lärmbelästigung und Wohn- und Lebensqualität sollten Zusammenhänge zwischen den Fluglärmbelastungen und den Belastigungs- und Gestörtheitsreaktionen sowie die Effekte auf die Parameter der Wohn-, Umwelt- und Lebensqualität aufgezeigt werden. Die Beiträge der die Beziehung zwischen den Belastungs- und Wirkungsvariablen moderierenden personalen und situativen Variablen wurden geprüft und quantifiziert. Für diese Auswertungen sollten regressionsanalytische Verfahren sowie Verfahren zur Prüfung von Gruppenunterschieden (je nach Datenniveau, varianzanalytische, non-parametrische Verfahren) verwendet werden. Im Rahmen der Auswertungen sollten zudem für verschiedene, identifizierte Wirkvariablen Dosis-Wirkungskurven erstellt werden, die mit den Ergebnissen von Lärmwirkungsstudien an anderen internationalen Flughäfen verglichen werden.

Für die Dosis-Wirkungsbeziehungen zu verschiedenen Tageszeiten wurden die pro Tageszeitintervall ermittelten Belastigungswerte Belastigungsparametern wie dem L_{eq3} , L_{max} , NAT70, sowie Pausenmaßen mit – möglichst - gleichem Intervallbezug gegenübergestellt und Unterschiede zwischen Tageszeiten hinsichtlich der Belastigungswirkung von Fluggeräuschen untersucht. Es wurden Gruppenunterschiedstests zwischen verschiedenen Tageszeitfenstern bei gleicher Geräuschbelastung durchgeführt.

Bei der Auswertung wurden neben Vorarbeiten zur Datenaufbereitung drei Bereiche unterschieden, zwei beziehen sich auf die Daten der Breitenerhebung, der dritte Bereich auf die Vertiefungsstudie und Tagesverlaufsdaten zur Lärmbelästigung aus der Breitenerhebung.

Teil 1: Generelle Belästigung und Störungen durch Fluglärm - Breitenerhebung:

Teil 2: Gesundheit, gesundheitsbezogene Lebensqualität, Lebenszufriedenheit, Umwelt- und Wohnqualität

Teil 3: Tagesverlauf generalisierter und akute Belästigung durch Fluglärm (Vertiefungsstudie und Tagesverlaufsdaten aus der Breitenerhebung)

Insgesamt umfasst die Auswertung:

0. Vorarbeiten:

- Statistik der Untersuchungsteilnehmer: Ausschöpfungsstatistik sowie Non-Responder-Statistik. Verteilung von Teilnehmern und Nicht-Teilnehmern bzgl. Alter, Geschlecht, Fluglärmbelastung (Pegelgruppen)
- Durchführung von Itemanalysen (psychometrische Analysen) zur Wohnzufriedenheit, Umweltproblemen, Aktivitätenstörungen durch Fluglärm, Maßnahmen gegen Lärm (Coping), gesundheitsbezogenen Lebensqualität, Schlafqualität sowie Soziodemografie (Sozialstatus-Index nach Scheuch-Winkler –SWI – lt. Bundesgesundheitssurvey 1998). Definition zusammenfassender Scores für weitergehende Analysen
- Entwicklung von Kodierschemata und Kodierung offener Fragen (Freitextfragen)

- Definition von Variablengruppen auf Basis von Zusammenhangsanalysen (Korrelationsanalysen mit Pegelvariablen): quellenspezifische und –unspezifische Reaktionsvariablen, Moderatorvariablen, Kontrollvariablen, Variablen zur Wohnsituation, soziodemografische Variablen
- Prüfung akustischer Daten (Korrelationsanalysen):
 - Prüfung der Berechnungsverfahren Realverteilung vs. 100/100: Es wird das Berechnungsverfahren ausgewählt, das die Auswirkungen des Fluglärms auf die Befragten am besten widerspiegelt (Auswahl des „wirkungsgerechten“ Verfahrens)
 - Prüfung der verschiedenen akustischen Parameter L_{eq3} , Maximalpegel, Mittelungspegel: Es werden die Pegelmaße ausgewählt, die jeweils die Auswirkungen des Fluglärms auf die Befragten am besten widerspiegeln (Auswahl des „wirkungsgerechten“ akustischen Parameters)
 - Zusammenfassung der relevanten Pegel zu Pegelgruppen für weitergehende Varianzanalysen

1. Generelle Belästigung und Störungen durch Fluglärm - Breitenerhebung:

- Analyse der Dosis-Wirkungsbeziehungen für die Fluglärmbelästigung allgemein (Tag/Abend/Nacht, Gesamt-24h). Separate Darstellung der personalen Moderatoren bzw. soziodemografischer Faktoren (z.B. Pegel x Alter). Zusätzliche weitere Analysen: situationale Moderatoren wie Pegel x Fensterstellung.
- Analyse der Dosis-Wirkungsbeziehungen für Aktivitätenstörungen (Ruhestörungen drinnen/draußen, Kommunikationsstörungen drinnen/draußen). Separate Darstellung der personalen Moderatoren bzw. soziodemografischer Faktoren (z.B. Pegel x Alter).
- Analyse der Wirkung von Fluglärm im Kontext weiterer Verkehrslärmquellen (Schienen-/Straßenverkehrslärm) - (GLM-Varianzanalysen)
- Analyse der Auswirkung objektiver und subjektiv wahrgenommener Veränderung der Wohnsituation nach dem geplanten Ausbau des Flughafens (bezogen auf Ausbauvariante 9b) auf die aktuelle und künftig erwartete Fluglärmbelästigung (GLM-Varianzanalysen)

2. Gesundheit, gesundheitsbezogene Lebensqualität, Lebenszufriedenheit, Umwelt- und Wohnqualität

- Wirkung von Fluglärm und Moderatoren: GLM-Analysen zur Wirkung von Fluglärm im Kontext personaler (z.B. Alter, Sozialstatus – SWI-Index -) und situativer Moderatoren (z.B. Fensterstellung) auf die gesundheitsbezogene Lebensqualität, den allgemeinen Gesundheitszustand und die Schlafqualität.
- Wirkung multipler Verkehrslärmquellen: GLM-Analysen zur Wirkung des Lärms verschiedener Lärmquellen (Flug-, Schienen-, Straßenverkehr) im Kontext personaler (z.B. Alter, Sozialstatus – SWI-Index -) und situativer Moderatoren (z.B. Fensterstellung) auf die gesundheitsbezogene Lebensqualität, den allgemeinen Gesundheitszustand und die Schlafqualität.

3. Tagesverlauf generalisierter und akuter Belästigung durch Fluglärm (Vertiefungsstudie und Tagesverlaufsdaten aus der Breitenerhebung)

- Auswertung zur Lärmbelästigung im Tagesverlauf - Breitenerhebung:
Deskriptive Darstellung der Fluglärmbelästigung im Tagesverlauf bezogen auf die akustischen Parameter L_{eq3} , L_{max} , NAT70
 - Analyse der Dosis-Wirkungsbeziehungen (Korrelations-, GLM-Varianzanalysen) für verschiedene Stunden/Tageszeiten (jahresgemitteltes Tagesprofil der Fluglärmbelästigung) für L_{eq3} , NAT70 und – sofern dadurch mehr Varianz in der Lärmbelästigung aufgeklärt wird als beim $L_{eq3}/NAT - L_{max}$
- Auswertung zur Lärmbelästigung im Tagesverlauf – Vertiefungsstudie:
 - Deskriptive Darstellung der Fluglärm-Belästigungskurve gesamt über alle Untersuchungsstage (8x 4 Tage)

- Vergleich des Belästigungsprofils mit dem Profil der akustischen Belastung für die Parameter L_{eq3} , L_{max} , NAT70 (Profilkorrelationen)
- Vergleich des Belästigungsprofils werktags / am Wochenende (Profilkorrelation und GLM-Analyse)
- Vergleich des Belästigungsprofils bei Aufenthalt innen/außen
- Auswertung der Aktivitätendaten:
 - Darstellung des Belästigungsprofils pro Aktivität („Tagesverlauf von Aktivitätenstörungen“)
 - Vergleich der Aktivitätenstörungsprofile mit dem Profil der akustischen Belastung für die Parameter L_{eq3} , L_{max} , NAT70 (Profilkorrelationen)

Zur inferenzstatistischen Absicherung von Häufigkeits-/Mittelwertsunterschieden oder Zusammenhangsmaßen werden je nach betrachteter abhängigen Wirkvariable ein unterschiedliches Signifikanzniveau festgelegt: Da bei der Betrachtung von Belästigungs- und Störungsvariablen in Lärmwirkungsstudien üblicherweise hohe Effektstärken vorliegen, werden bereits minimale Unterschiede bzw. minimale Zusammenhänge bei der hier gegebenen vergleichsweise hohen Stichprobenzahl von über 2000 Personen statistisch signifikant. Bei diesen Variablen werden Ergebnisse mit einem Signifikanzniveau $< 1\%$ (Alpha-Fehler) als statistisch signifikant festgelegt. Bezogen auf (unspezifische) Lebensqualitäts- und Gesundheitsfaktoren sind nicht so hohe Effektstärken erzielbar; hier werden Ergebnisse mit einem Signifikanzniveau $< 5\%$ als statistisch signifikant betrachtet. Neben dem Signifikanzniveau wird die Effektstärke selbst als Kennwert aufgeführt, um die Bedeutung signifikanter Ergebnisse einordnen zu können.

8. Beschreibung der Stichprobe

Die Beschreibung der Stichprobe erfolgt in drei Schritten. Zunächst werden soziodemographische Basisdaten der Stichprobe der Befragten im Rhein-Main Gebiet am Frankfurter Flughafen (im folgenden: Stichprobe RDF) der Breitenerhebung dargestellt. Es folgt die Darstellung der Kompression der Daten gemäß einer Indexbildung (Scheuch-Winkler-Index, s.u.), um inferenzstatistische Verfahren ökonomisch durchführen zu können. In einem dritten Schritt wird die soziodemografische Homogenität der gezogenen Stichprobe gemäß der wesentlichen Fluglärmpegelgruppen geprüft.

8.1 Basisdaten

8.1.1 Stichprobengröße und Geschlecht

Insgesamt nahmen an der Breitenerhebung $n=2.312$ Personen teil, wobei mit 55% etwas mehr Frauen als Männer (45%) befragt wurden, vgl. Abbildung 8-1.

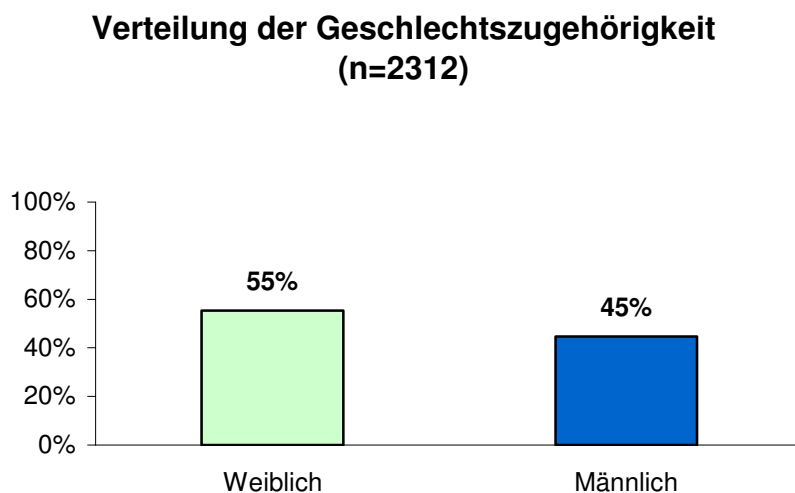


Abbildung 8-1: Verteilung der Geschlechtszugehörigkeit über die Stichprobe RDF

Ein Vergleich der Geschlechtsverteilung mit den Daten des Statistischen Bundesamtes (2004) zeigt, dass die Männer in der Stichprobe RDF zu ca. 4% über dem Bundesdurchschnitt sind (Abbildung 8-2).

Vergleich der Geschlechterverteilung BRD 04 und Stichprobe RDF

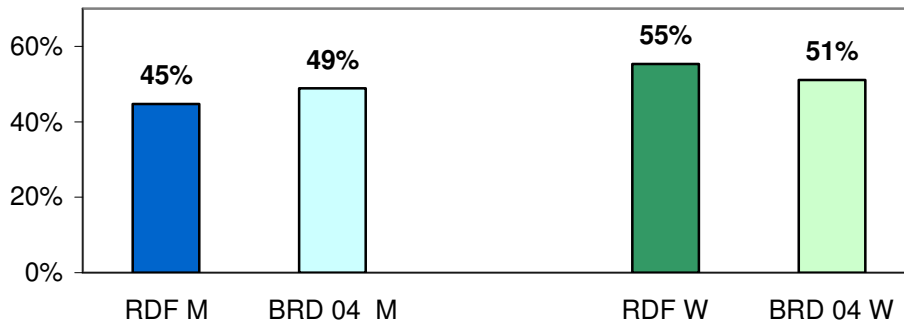


Abbildung 8-2: Verteilung der Geschlechtszugehörigkeit im Vergleich zum Statistischen Bundesamt (2004); w=weiblich, m=männlich

8.1.2 Altersverteilung

Es liegen 2.284 Datensätze zur Altersverteilung vor. Die Maxima der Stichprobe liegen in den Altersgruppen 40-50 und 60-70 Jahren. Der Mittelwert beträgt $M=52,7$ Jahre ($SD: 18,4$), vgl. Abbildung 8-3.

Verteilung der Altersgruppen (N = 2284)

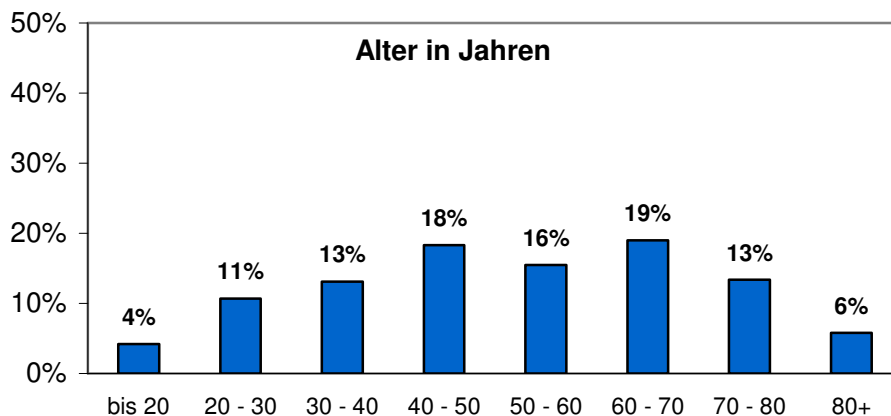


Abbildung 8-3: Verteilung des Alters in Kategorien von 10 Jahren über die Gesamtstichprobe

Wie der Vergleich mit der Gesamtbevölkerung (Quelle Statistisches Bundesamt, 2004) in Altersgruppen (Abbildung 8-4) zeigt, liegt der Anteil der Personen in der Stichprobe RDF in den Alterskategorien über 45 und ab 66 Jahren über dem Bundesdurchschnitt.

Vergleich der Altersverteilung mit BRD 2004 und RDF-Studie

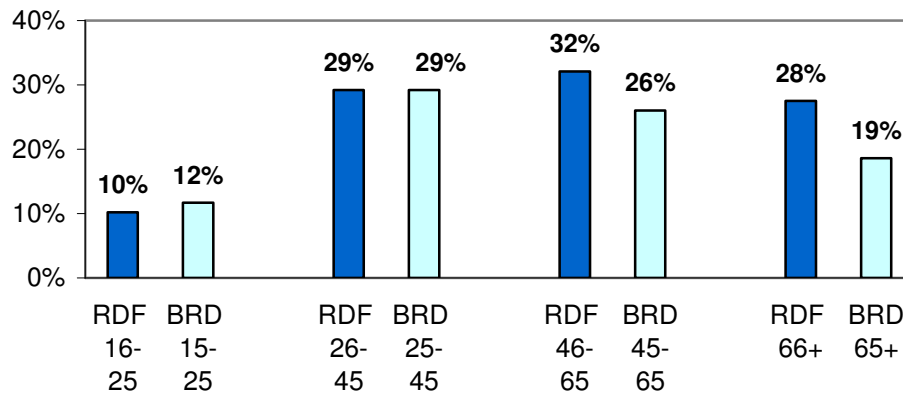


Abbildung 8-4: Verteilung der Alterszugehörigkeit im Vergleich zum Statistischen Bundesamt (2004)

8.1.3 Anzahl der Personen im Haushalt

Wie Abbildung 8-5 zeigt, leben die meisten Befragten in Haushalten mit zwei Personen. Insgesamt lebten 78,6% der Befragten ohne Kinder im Haushalt.

Anzahl Personen im Haushalt (n=2308)

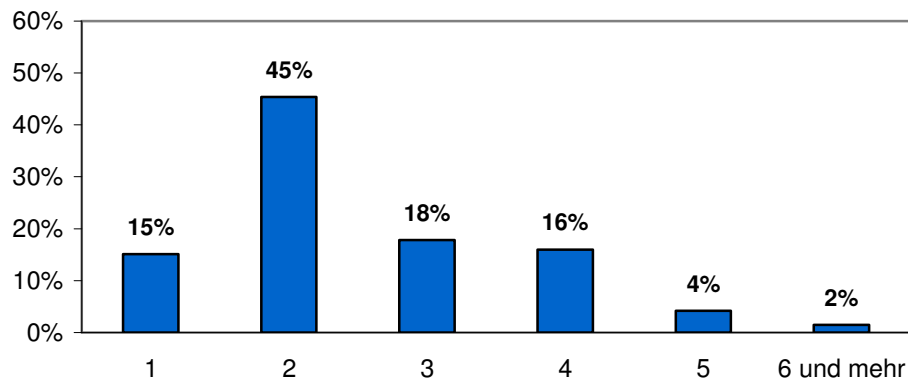


Abbildung 8-5: Personen im Haushalt der Stichprobe RDF

8.1.4 Derzeitige Tätigkeit/ Berufsstand

Aus Abbildung 8-6 geht hervor, dass ca. die Hälfte der Befragten aktuell berufstätig bzw. in Ausbildung ist wohingegen ca. ein Drittel bereits pensioniert ist.

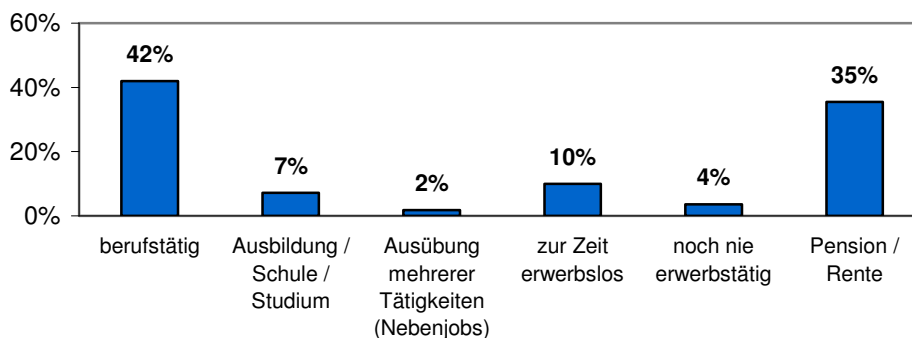
Derzeitige Tätigkeit (n=2284)

Abbildung 8-6 : Derzeitiger Tätigkeitsstand/ Berufsstand in %

8.1.5 Berufliche Position

Abbildung 8-7 zeigt die aktuelle oder erreichte berufliche Position. Dabei ist zu beachten, dass Personen, die entweder in einer Ausbildung (inkl. Schule/ Studium) sind, mehrere Tätigkeiten ausüben oder noch nie erwerbstätig waren, in der folgenden Grafik nicht berücksichtigt wurden.

Unter „Mithelfende im...“ sind in der Regel mithelfende Personen in Familienbetrieben gemeint. Es finden sich überwiegende Angestellte von einfachen und schwierigen Tätigkeiten wieder.

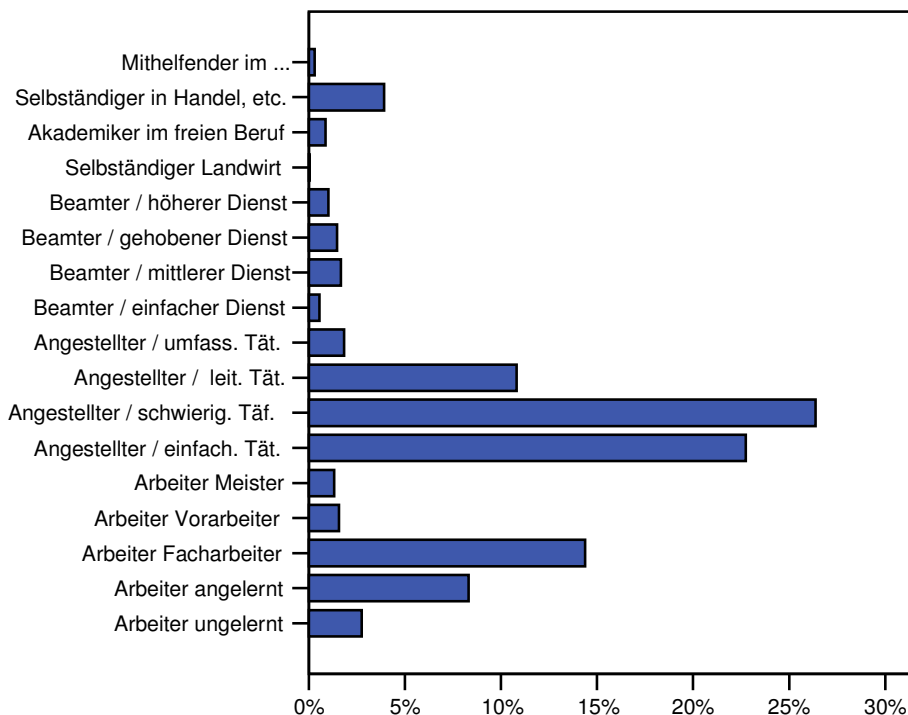
Berufliche Position (N = 1961)

Abbildung 8-7: Aktuelle oder jemals erreichte berufliche Position

8.1.6 Höchster erreichter Schulabschluss und Ausbildungsabschluss

Die folgenden Abbildungen zeigen den höchsten erreichten Schul- und Ausbildungsabschluss. Rund 70% der Befragten haben die Mittlere Reife oder einen Haupt- bzw. Volksschulabschluss erreicht (Abbildung 8-8). Wie aus Abbildung 8-9 weiterhin ersichtlich, hat ca. die Hälfte der Befragten eine beruflich-betriebliche Lehre absolviert.

Höchster erreichter Schulabschluss der Befragten

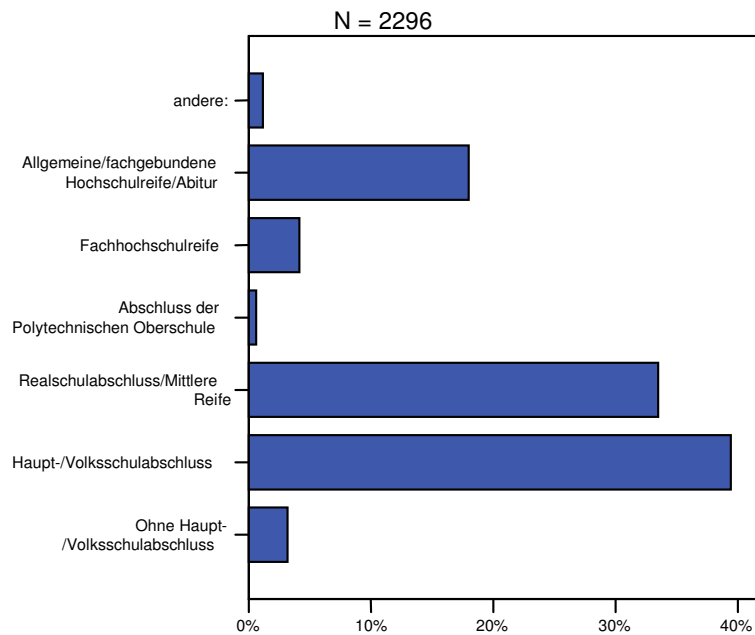


Abbildung 8-8 : Höchster erreichter Schulabschluss

Höchster erreichter Ausbildungsabschluss der Befragten

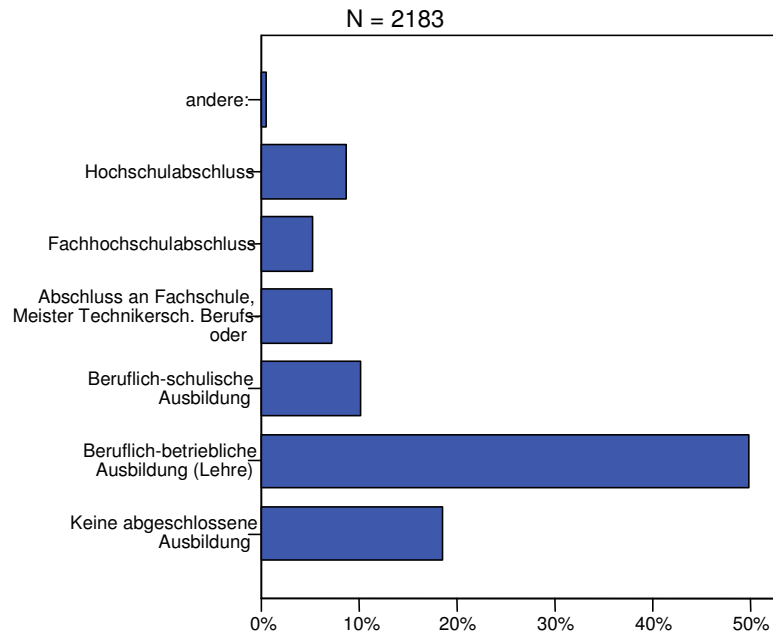


Abbildung 8-9: Höchster erreichter Ausbildungsabschluss

8.1.7 Monatliches Nettoeinkommen

Das monatliche Gesamtnettoeinkommen wurden von ca. 24% mit 1.500 bis 2.000 € angegeben. Ca. 50% der Befragten war dabei der Hauptverdiener (Abbildung 8-10).

Monatliches Nettoeinkommen (n=1556)

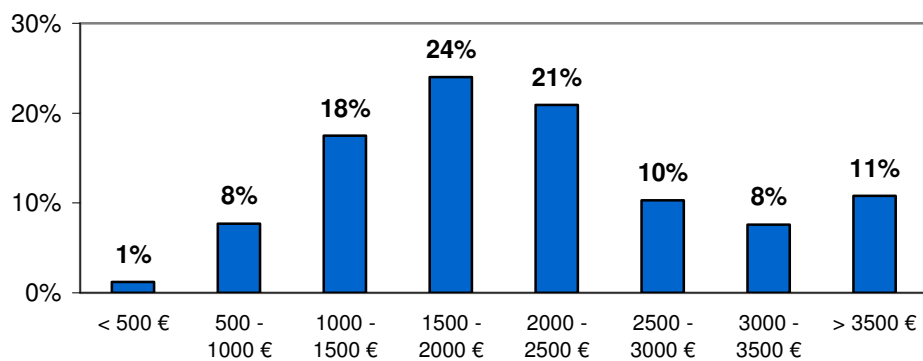


Abbildung 8-10 : Monatliches Familien-Nettoeinkommen

8.1.8 Wohndauer im Wohngebiet

Die Wohndauer im Wohngebiet wurde kreuztabellarisch mittels Quartilsplit über die fünf Pegelklassen, einmal nach der 100/100 Regel und nach dem Realverfahren dargestellt (vgl. Tabelle 8-1 und Tabelle 8-2). Für die RDF-Studie interessiert insbesondere die Wohndauer im unmittelbaren Wohngebiet, so dass bei nachfolgenden Analysen Gewöhnungseffekte oder Sensibilisierungseffekte gegenüber dem Fluglärm in Abhängigkeit der Wohndauer ermittelt werden können.

Tabelle 8-1: Kategorisierte Wohndauer (Quartilsplit) über die fünf Pegelklassen (100/100 Regel)

			Leq3, 6-22h 100/100 Regel Pegelklassen 1-5					Gesamt
			1,00 < 45	2,00 45 - 50	3,00 50 - 55	4,00 55 - 60	5,00 >= 60	
Kategorisierte Wohndauer (Quartilsplit)	1,00 0-9 J.	Anzahl	60	125	138	138	138	599
		% 100/100 Regel Pegelklassen 1-5	24,8%	24,7%	28,6%	27,4%	26,2%	26,5%
	2,00 10-22 J.	Anzahl	68	122	121	129	108	548
		% 100/100 Regel Pegelklassen 1-5	28,1%	24,1%	25,1%	25,6%	20,5%	24,2%
	3,00 23-37 J.	Anzahl	70	126	116	130	144	586
		% 100/100 Regel Pegelklassen 1-5	28,9%	24,9%	24,1%	25,8%	27,3%	25,9%
	4,00 38+ J.'	Anzahl	44	134	107	106	137	528
		% 100/100 Regel Pegelklassen 1-5	18,2%	26,4%	22,2%	21,1%	26,0%	23,4%
Gesamt		Anzahl	242	507	482	503	527	2261
		% 100/100 Regel Pegelklassen 1-5	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tabelle 8-2: Kategorisierte Wohndauer (Quartilsplit) über die fünf Pegelklassen (Realverteilung)

			Leq3, 6-22h Realverteilung Pegelklassen 1-5					Gesamt
			1,00 < 45	2,00 45 - 50	3,00 50 - 55	4,00 55 - 60	5,00 >= 60	
Kategorisierte Wohndauer (Quartilsplit)	1,00 0-9 J.	Anzahl	90	137	141	188	43	599
		% Realverteilung Pegelklassen 1-5	25,6%	24,6%	29,1%	27,4%	23,4%	26,5%
	2,00 10-22 J.	Anzahl	87	147	130	152	32	548
		% Realverteilung Pegelklassen 1-5	24,8%	26,4%	26,9%	22,2%	17,4%	24,2%
	3,00 23-37 J.	Anzahl	97	145	102	181	61	586
		% Realverteilung Pegelklassen 1-5	27,6%	26,1%	21,1%	26,4%	33,2%	25,9%
	4,00 38+ J.'	Anzahl	77	127	111	165	48	528
		% Realverteilung Pegelklassen 1-5	21,9%	22,8%	22,9%	24,1%	26,1%	23,4%
Gesamt		Anzahl	351	556	484	686	184	2261
		% Realverteilung Pegelklassen 1-5	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Wie aber den Tabellen zu entnehmen ist, sind die Unterschiede hinsichtlich der Wohndauer im Wohngebiet über die Pegelklassen nur geringfügig unterschiedlich. Chi-Quadrat Prüfungen offenbarten keine statistisch signifikanten Zusammenhänge, weder für die Realverteilung ($\chi^2=2.4$; df=4, 2312 p=0,66) noch für die 100/100 Regel ($\chi^2=17$; df=12, 2261 p=0,15).

Tendenziell wird in der höchsten Pegelklasse auch die längste Wohndauer im Wohngebiet angegeben.

8.1.9 Sprachraum/ Nationalität

Basierend auf den Registerdaten wurde der Sprachraum/ Nationalität erfasst. Tabelle 8-3 zeigt die Verteilung über alle Sprachräume. Auffällig ist die hohe Anzahl an unbekannten Daten.

Tabelle 8-3: Sprachraum/ Nationalitäten der RDF-Studie

	Häufigkeit	Prozent
Gültig 000 deutsch	1644	71,1
122 ehem jugoslawische Sprachen	23	1,0
124 belgisch/niederländisch/luxemburgisch	3	,1
125 osteuropäische Sprachen	20	,9
129 französisch	4	,2
134 griechisch	19	,8
137 italienisch	27	1,2
153 portugiesisch	4	,2
161 spanisch	7	,3
163 türkisch	60	2,6
168 englischsprachig	5	,2
221 afrikanisch	15	,6
326 südamerikanische/spanische Sprachen	4	,2
400 asiatische Sprachen	23	1,0
999 Keine Angabe / staatenlos, etc.	454	19,6
Gesamt	2312	100,0

Wie obige Tabelle zeigt, kommen über 70% aller Studienteilnehmer aus dem deutschen Sprachraum. Die nachfolgenden Tabellen zeigen, wie sich die Variable Sprachraum über die Pegelklassen verteilt. Hierzu wurden die drei Gruppen „deutsch“, „andere Sprachen“ und „unbekannt“ gebildet.

Tabelle 8-4: Verteilung der Variable Sprachraum über die fünf Pegelklassen (100/100 Regel)

			Leq3, 6-22h 100/100 Regel Pegelklassen 1-5						
			1,00 < 45	2,00 45 - 50	3,00 50 - 55	4,00 55 - 60	5,00 >= 60	Gesamt	
Sprachraum	1 deutsch	Anzahl	165	377	324	364	414	1644	
		% von Leq3, 6-22h 100/100 Regel Pegelklassen 1-5	66,0%	72,5%	66,0%	70,1%	77,8%	71,1%	
	2 andere	Anzahl	13	40	41	41	79	214	
		% von Leq3, 6-22h 100/100 Regel Pegelklassen 1-5	5,2%	7,7%	8,4%	7,9%	14,8%	9,3%	
	3 unbekannt	Anzahl	72	103	126	114	39	454	
		% von Leq3, 6-22h 100/100 Regel Pegelklassen 1-5	28,8%	19,8%	25,7%	22,0%	7,3%	19,6%	
Gesamt	Anzahl	250	520	491	519	532	2312		
	% von Leq3, 6-22h 100/100 Regel Pegelklassen 1-5	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%		

Tabelle 8-5: Verteilung der Variable Sprachraum über die fünf Pegelklassen (Realverteilung)

			Leq3, 6-22h Realverteilung Pegelklassen 1-5						
			1,00 < 45	2,00 45 - 50	3,00 50 - 55	4,00 55 - 60	5,00 >= 60	Gesamt	
Sprachraum	1 deutsch	Anzahl	237	423	329	501	154	1644	
		% von Leq3, 6-22h Realverteilung Pegelklassen 1-5	65,3%	74,9%	66,2%	71,5%	82,8%	71,1%	
	2 andere	Anzahl	19	46	37	88	24	214	
		% von Leq3, 6-22h Realverteilung Pegelklassen 1-5	5,2%	8,1%	7,4%	12,6%	12,9%	9,3%	
	3 unbekannt	Anzahl	107	96	131	112	8	454	
		% von Leq3, 6-22h Realverteilung Pegelklassen 1-5	29,5%	17,0%	26,4%	16,0%	4,3%	19,6%	
Gesamt	Anzahl	363	565	497	701	186	2312		
	% von Leq3, 6-22h Realverteilung Pegelklassen 1-5	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%		

Wie obige Tabellen zeigen, ist der Anteil deutschsprachiger Studienteilnehmer in der obersten Pegelklasse (≥ 60 dB(A)) am höchsten.

8.1.10 Arbeit am Flughafen (F.7.9)

Weiterhin wurde abgefragt, ob die Befragten selbst oder jemand in ihrem Haushalt am Flughafen arbeiten. Den Tabellen sind die Verteilungen über die fünf Pegelklassen zu entnehmen.

Tabelle 8-6: Verteilung der Variable Beschäftigter am Frankfurter Flughafen über die fünf Pegelklassen (100/100 Regel)

			Leq3, 6-22h 100/100 Regel Pegelklassen 1-5						
			1,00 < 45	2,00 45 - 50	3,00 50 - 55	4,00 55 - 60	5,00 >= 60	Gesamt	
F7.9 Arbeit am Flughafen	0 nein/niemand	Anzahl	236	494	468	490	488	2176	
		% von Leq3, 6-22h 100/100 Regel Pegelklassen 1-5	94,8%	95,0%	95,5%	95,3%	91,9%	94,4%	
	1 Sie selbst	Anzahl	7	10	12	8	25	62	
		% von Leq3, 6-22h 100/100 Regel Pegelklassen 1-5	2,8%	1,9%	2,4%	1,6%	4,7%	2,7%	
	2 jemand aus dem Haushalt	Anzahl	6	16	10	16	18	66	
		% von Leq3, 6-22h 100/100 Regel Pegelklassen 1-5	2,4%	3,1%	2,0%	3,1%	3,4%	2,9%	
Gesamt	Anzahl	249	520	490	514	531	2304		
	% von Leq3, 6-22h 100/100 Regel Pegelklassen 1-5	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%		

Tabelle 8-7: Verteilung der Variable Beschäftigter am Frankfurter Flughafen über die fünf Pegelklassen (Realverteilung)

			Leq3, 6-22h Realverteilung Pegelklassen 1-5						
			1,00 < 45	2,00 45 - 50	3,00 50 - 55	4,00 55 - 60	5,00 >= 60	Gesamt	
F7.9 Arbeit am Flughafen	0 nein/niemand	Anzahl	344	532	475	659	166	2176	
		% von Leq3, 6-22h Realverteilung Pegelklassen 1-5	95,0%	94,2%	96,3%	94,3%	89,7%	94,4%	
	1 Sie selbst	Anzahl	8	18	7	18	11	62	
		% von Leq3, 6-22h Realverteilung Pegelklassen 1-5	2,2%	3,2%	1,4%	2,6%	5,9%	2,7%	
	2 jemand aus dem Haushalt	Anzahl	10	15	11	22	8	66	
		% von Leq3, 6-22h Realverteilung Pegelklassen 1-5	2,8%	2,7%	2,2%	3,1%	4,3%	2,9%	
	Gesamt	Anzahl	362	565	493	699	185	2304	
		% von Leq3, 6-22h Realverteilung Pegelklassen 1-5	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	

Insgesamt arbeiten nur 5,6% der Befragten oder jemand in ihrem Haushalt am Frankfurter Flughafen. Wie den Tabellen zu entnehmen ist, arbeiten nur geringfügig mehr Befragte der obersten Pegelklassen am Frankfurter Flughafen. Die Zellbesetzungen unterscheiden sich aber nicht signifikant voneinander (100/100 Regel: $\chi^2=14.2$; df=8, 2304, p=0,08; Realverteilung: $\chi^2=14.1$; df=8, 2304, p=0,08).

8.2 Schichtzugehörigkeit

Eine der wichtigsten soziodemographischen Variablen in epidemiologischen Studien ist die Schichtzugehörigkeit. Auch für die Untersuchungsfragen der Breitenerhebung ist diese Variable von Bedeutung, da z.B. Beschwerden und gesundheitliche Beeinträchtigungen hiervon abhängen können.

Aus forschungsökonomischen Gründen ist man in der epidemiologischen Forschung dazu übergegangen anstelle von Einzelvergleichen aller Variablen mit Indexbildungen zu arbeiten. Da einige Elemente der Befragung in der Breitenerhebung auch im Bundesgesundheitssurvey von 1998 (im folgenden BGS 98) eingesetzt wurden, wird aus Gründen der Vergleichbarkeit auch hier der so genannte Scheuch-Winkler-Index (nachfolgend SW-Index) verwendet. Diese Bündelung der Information erlaubt eine einfachere Handhabung, und sie weist die stärkste Erklärungskraft auf (Winkler, 1998). Entsprechend dieser Überlegungen wird ein Index abgeleitet, der soziodemographische Information über die nachfolgend dargestellten Variablen erfasst:

8.2.1 Haushaltseinkommen als Indiz für finanzielle Möglichkeiten und Restriktionen

Betrachtet wird das Nettoeinkommen aller Haushaltsmitglieder nach Abzug der Steuern und Sozialabgaben. Diese Information wird in sieben Kategorien mit der Kategorienbreite h = 500 Euro erhoben. Unterste Kategorie: bis 1.000 Euro. Oberste Kategorie: mehr als 3.500 Euro. Die Kategorien werden mit einer fortlaufenden Nummerierung von 1-7 versehen.

In der RDF-Studie wurde das Einkommen zunächst acht Kategorien in 500 € - Schritten erfasst. Um optimale Vergleichbarkeit mit dem SW-Index der BGS 98 zu ermöglichen, wurden die ersten beiden Kategorien (< 500 € und 500-1000 €) zu einer Kategorie < 1000 € zusammengefasst.

8.2.2 Bildung

Dieser Aspekt wird über die Variablen höchster erreichter Schulabschluss und Berufs- bzw. Hochschulausbildung erfasst. Die Ausbildungsinformation wird gemäß Winkler (1998; S.70) zu vier Kategorien zusammengefasst: Ohne Ausbildung, Lehre, Fachschule, Hochschule. Die Schul- und Ausbildungskategorien werden zusammengefasst und je nach Kombination mit einem Wert zwischen 1-7 versehen. Für den Auswertungsschlüssel siehe Winkler (1998; p.70).

8.2.3 Berufliche Stellung

Diese Information wird über die vier Bereiche Arbeiter, Angestellter, Beamter und Selbständiger erfasst. Jeder Bereich wird in mehrere Unterbereiche aufgeschlüsselt, die bei Winkler (1998; S.71) nachgelesen werden können. Für die Ordinalisierung der beruflichen Position wird die durchschnittliche Klassenzugehörigkeit der einzelnen beruflichen Stellungen bei der Einkommensvariablen herangezogen. Es werden 7 Kategorien mit Punktvergabe zwischen 1-7 erstellt.

Diese Information wird in der RDF-Studie weitestgehend wie bei Winkler (1998) erfasst. Berücksichtigt werden muss zusätzlich der Ausbildungsstatus (Schüler, Student oder Auszubildender). Diese Informationen werden gemäß Auswertungsschlüssel bei Winkler (1998; S. 72) rekodiert. Ein grundsätzlicher Unterschied im Vergleich der RDF-Stichprobe mit der BGS 98 besteht darin, dass die berufliche Stellung im SW-Index für den Hauptverdiener erfasst wird. Die RDF-Studie erfasste jedoch den Beruf der befragten Person, die nur in der Hälfte aller Fälle gleichzeitig Hauptverdiener ist. Es wird aber davon ausgegangen, dass hierdurch keine Verzerrungen entstehen.

8.2.4 Die Berechnung des Scheuch-Winkler-Index

Liegen für eine Person alle drei Werte vor, ergibt die Summe der Punktwerte den Scheuch-Winkler-Index. Der Index kann also Werte zwischen 3-21 erreichen. Für diejenigen Personen, die für eine Variable keinen Wert aufweisen, wird dieser entsprechend geschätzt. Klassischerweise, wie auch in der vorliegenden Studie, weist das Nettoeinkommen die größten Datenlücken auf. Für einen fehlenden Wert wird das arithmetische Mittel der anderen beiden Variablen eingesetzt. Für Personen, bei denen 2 Werte fehlen, erfolgt keine Ermittlung des Scheuch-Winkler-Indexes.

- Unterschicht: 3-8
- Mittelschicht: 9-14
- Oberschicht: 15-21

Die Ziehung der Schichtgrenzen erfolgte nach einer mathematischen Regel, so dass jede Schicht eine annähernd gleiche Anzahl von Schicht-Index-Werten umfasst (vgl. Winkler, 1998).

Im Folgendem werden die Begriffe „Unterschicht“, Mittelschicht“ und „Oberschicht“ verwendet, ohne dabei Bevölkerungsgruppen diskriminieren zu wollen. Vielmehr werden diese Begriffe als reine wertfreie Beschreibung für statistische Zwecke verwendet.

8.2.5 Vergleich der Stichproben der BGS 98 und RDF bezüglich SW-Index

Die Eichstichprobe, anhand derer folgende Berechnungen unternommen wurden, beträgt $n=4790$. Zu beachten ist, dass sich die Zahlen des BGS 98 und der Studie am Frankfurter Flughafen auf die Altersgruppen 25-69 Jahre beziehen (Abbildung 8-11).

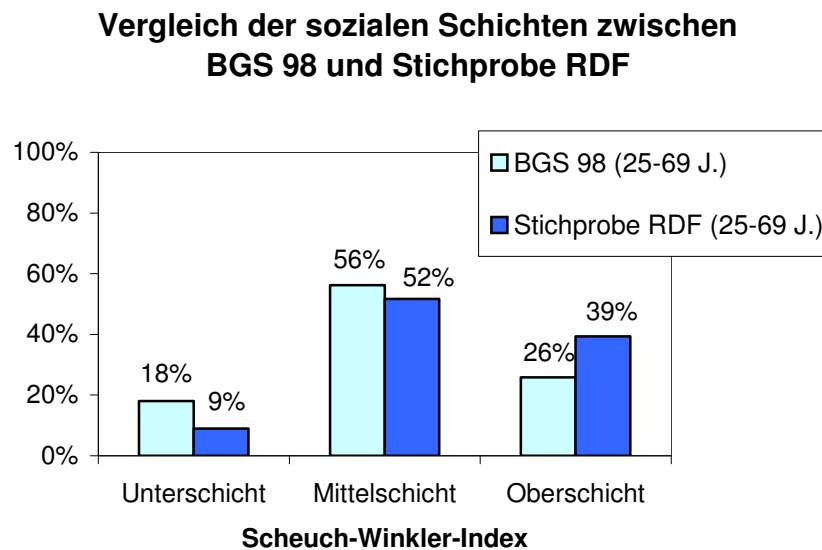


Abbildung 8-11: SW-Index, Altersgruppenbezogener Vergleich BGS 98 und Breitenerhebung RDF

In der RDF-Studie sind die Unterschicht und die Mittelschicht unterrepräsentiert, wohingegen die Oberschicht überrepräsentiert ist. Für die gesamte Stichprobe der RDF-Studie, d.h. inklusive der unter 25-jährigen und über 69-jährigen, betrug der SW-Index: Unterschicht: 14%, Mittelschicht: 53% und Oberschicht: 33%, so dass insgesamt die Abweichungen im Vergleich zur BGS 98 deutlich geringer ausfallen.

8.3 Soziodemographische Homogenität wesentlicher Fluglärmpegelklassen

Die wesentlichen soziodemographischen Variablen Alter, Geschlecht und Sozialschicht werden nach den Pegelklassen der 100/100 Regel einmal nach der Einteilung in neun Pegelgruppen (2,5 dB Schritte) und in fünf Pegelgruppen dargestellt. Es werden jeweils die Gruppen der tagesbezogenen Pegel ($L_{eq3, 06-22}$, 100/100 Regel) dargestellt. Die Homogenitätsprüfungen sind insbesondere für die Analyse und Interpretation der Gesundheitsdaten wesentlich.

8.3.1 Pegelklassen und Alter

Eine univariate Varianzanalyse mit der Pegelklasse (gemäß der 9-stufigen Pegelverteilung) als Faktor und dem Alter in Jahren als abhängiger Variablen ergibt keinen signifikanten Unterschied der Mittelwerte auf dem 5%-Niveau ($F(8,2284)=1,24$; $p=0,27$). Die Mittelwerte schwankten zwischen $M=51,2$ ($SD=17,2$) und $55,2$ ($SD=18,4$). Die Mittelwertsunterschiede bezüglich der fünf Pegelgruppen reichten von 51,7 ($SD=19,5$) bis 53,8 Jahren ($SD=18,6$) und sind als marginal anzusehen.

8.3.2 Pegelklassen und Geschlecht

Das Ergebnis einer χ^2 -Prüfung auf dem 5%-Niveau ergibt ein signifikantes Ergebnis für die Verteilung des Geschlechts über die Pegelklassen ($\chi^2=16,03$; $df=8$; $p=0,042$). Das Geschlecht verteilt sich mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% nicht gleich auf die 9 Klassen. Ein Blick auf die Häufigkeitstabelle zeigt, dass vor allem in den Pegelklassen 45-47,5 und 60-62,5 mehr Frauen teilnahmen. Es folgen die Pegelklassen 55-57,5 und $\geq 62,5$, die ebenfalls einen erhöhten Frauenanteil aufweisen (vgl. Abbildung 8-12).

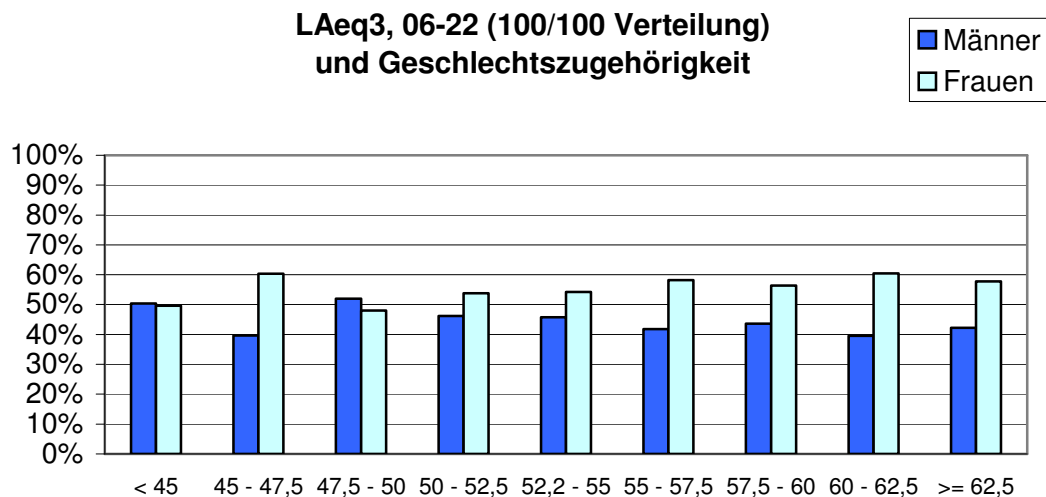


Abbildung 8-12 : Geschlechtsverteilung über die neun Pegelklassen.

Für varianzanalytisch ausgerichtete GLM-Modelle (Allgemeines Lineares Modell) im Bereich der subjektiven Gesundheit wird vornehmlich mit fünf Pegelklassen gerechnet, da Alters- und Geschlechtsverteilungen homogener sind. Bei der Kompression der neun Pegelklassen sind zwar immer noch Abweichungen hinsichtlich der Geschlechtszugehörigkeit zu beobachten ($\chi^2=7,5$; $df=4$; $p=0,11$), jedoch sind keine statistisch signifikanten Unterschiede mehr zu beobachten (vgl. Abbildung 8-13).

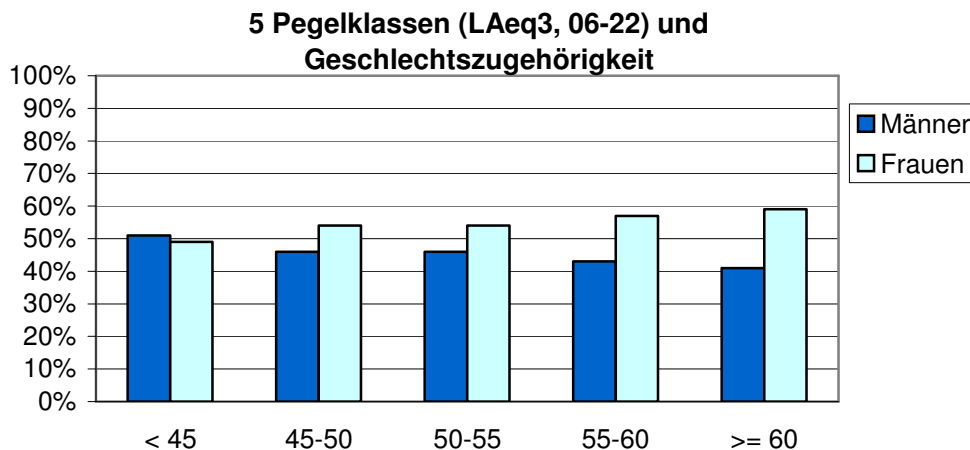


Abbildung 8-13 : Geschlechtsverteilung über die fünf Pegelklassen.

8.3.3 Pegelklassen und soziale Schicht

Das Ergebnis einer χ^2 -Prüfung auf dem 5%-Niveau ergibt ein signifikantes Ergebnis für die Verteilung der drei sozialen Schichten über die Pegelklassen ($\chi^2=70,92$; $df=16$; $p=0,00$). Die soziale Schicht verteilt sich mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% nicht gleich auf die neun Klassen (vgl. Abbildung 8-14). In allen hier dargestellten Pegelklassen bis einschließlich 57,5 dB(A) ist die Oberschicht gegenüber der Unterschicht überrepräsentiert. Dieses Ergebnismuster war auch schon beim Vergleich zum BGS 98 (s.o.) zu beobachten.

9 Pegelklassen (LAeq3, 06-22) und soziale Schicht (SW-Index)

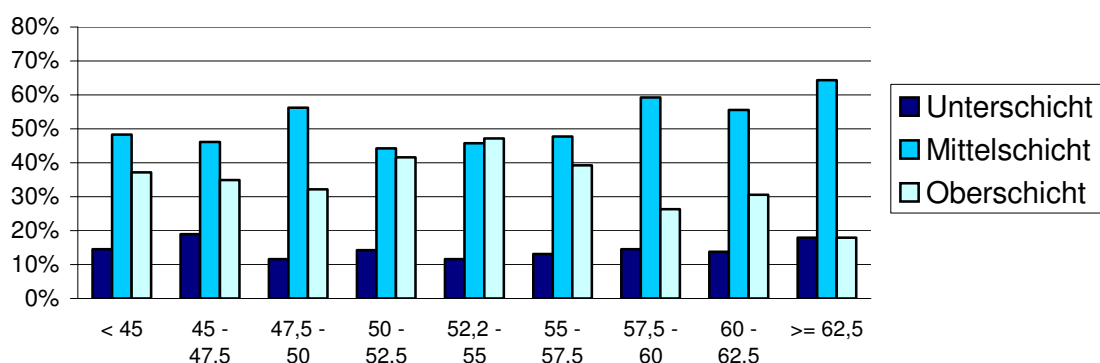


Abbildung 8-14 : Verteilung der sozialen Schicht über die neun dB Pegelklassen in %

Werden die Pegelklassen auf fünf komprimiert, wird zwar die Ungleichverteilung kleiner (vgl. Abbildung 8-15), sie bleibt aber statistisch signifikant.

5 Pegelklassen (LAeq3, 06-22) und soziale Schicht (SW-Index)

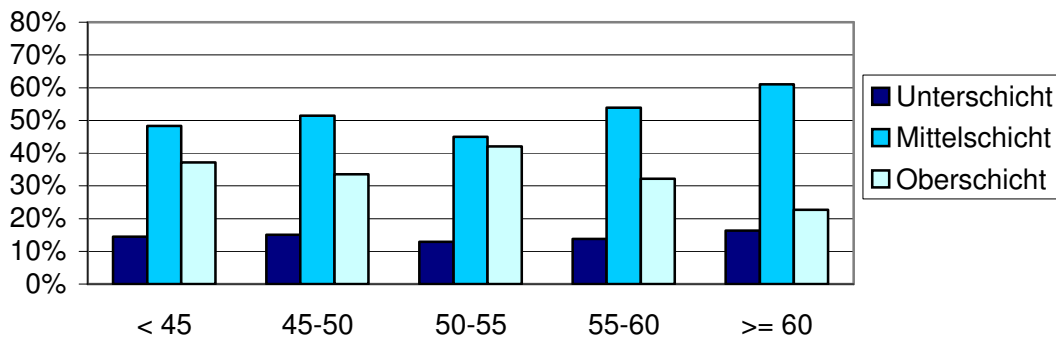


Abbildung 8-15 : Verteilung der sozialen Schicht über die fünf Pegelklassen in %

Wie Abbildung 8-15 zeigt, ist die höchste Pegelklasse (≥ 60 dB(A)) gegenüber den anderen Pegelklassen durch einen erhöhten Anteil an Zugehörigen der Mittelschicht überrepräsentiert aber hinsichtlich der Oberschicht unterbesetzt. In den mittleren Pegelbereichen (50- 57.5 dB(A), vgl. Abbildung 8-14) ist die Oberschicht leicht überrepräsentiert. Daher sollte in inferenzstatistischen Analysen, bei denen die Schichtvariable eine bedeutende Rolle spielt (z.B. subjektive Gesundheit und selbst berichtete Krankheiten) dieser Effekt kontrolliert werden oder als Faktor in die Analysen einbezogen werden.

9. Generelle Belästigung und Störungen durch Fluglärm

9.1 Lärmbelästigung im Wohnumfeld

Abbildung 9-1 zeigt die Nennungen zur Lärmbelästigung im Wohngebiet insgesamt sowie durch Fluglärm.

- 59% der Befragten fühlen sich mittelmäßig bis äußerst durch Lärm im Wohngebiet insgesamt (28% hoch, d.h. stark bzw. äußerst) gestört oder belästigt.
- Landesweit sind es in Hessen nach einer repräsentativen Lärmumfrage von 2004 im Auftrag des hessischen Umweltministeriums 28% (bundesweit lt. Umfrage des Umweltbundesamtes 2004: 27%) Belästigte bzw. 11% hoch Belästigte (bundesweit: 8%).
- Mit einem Mittelwert von 2,8 auf der 5-stufigen Lärmbelästigungsskala (1: überhaupt nicht – 5: äußerst gestört oder belästigt) liegt die Gesamtbelästigung der Befragten damit über dem landes- und bundesweiten Trend (Mittelwert jeweils 2,0 auf der gleichen Belästigungsskala).

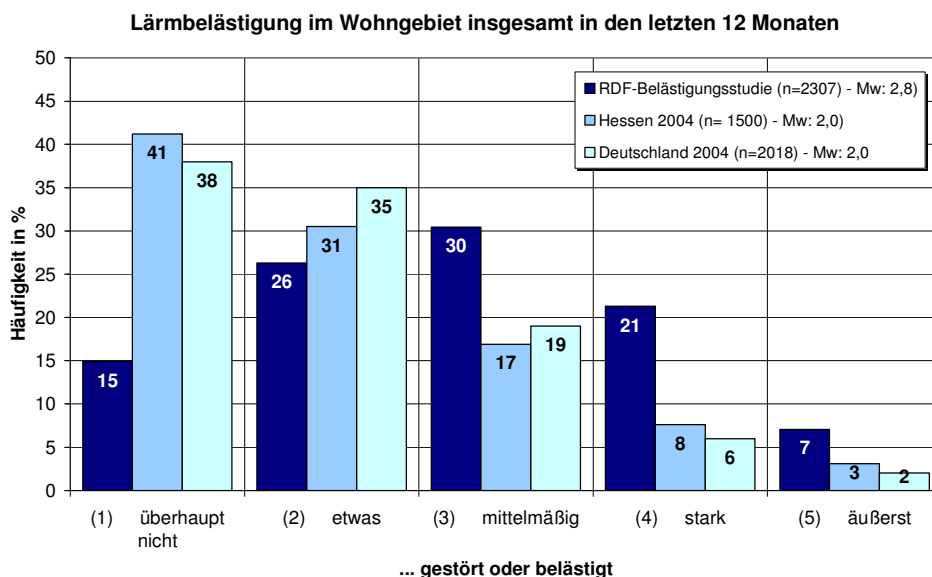


Abbildung 9-1: Häufigkeit der Angaben zur Belästigung in den letzten 12 Monaten durch Lärm im Wohngebiet insgesamt in der vorliegenden RDF-Studie (Fr 2.3); im Land Hessen 2004 und Deutschland 2004

Quelle der Landesdaten Hessen: Studie „Lärmbelästigung in Hessen 2004“ (<http://www.hlug.de/medien/laerm/studie.htm>);
Quelle der bundesweiten Daten: Kuckartz, U. und Rheingans-Heintze, A. (2004)

Deutlicher zeigt sich die Abweichung von der landes- und bundesweiten Lärmbelästigung bei der Fluglärmbelästigung (Abbildung 9-2).

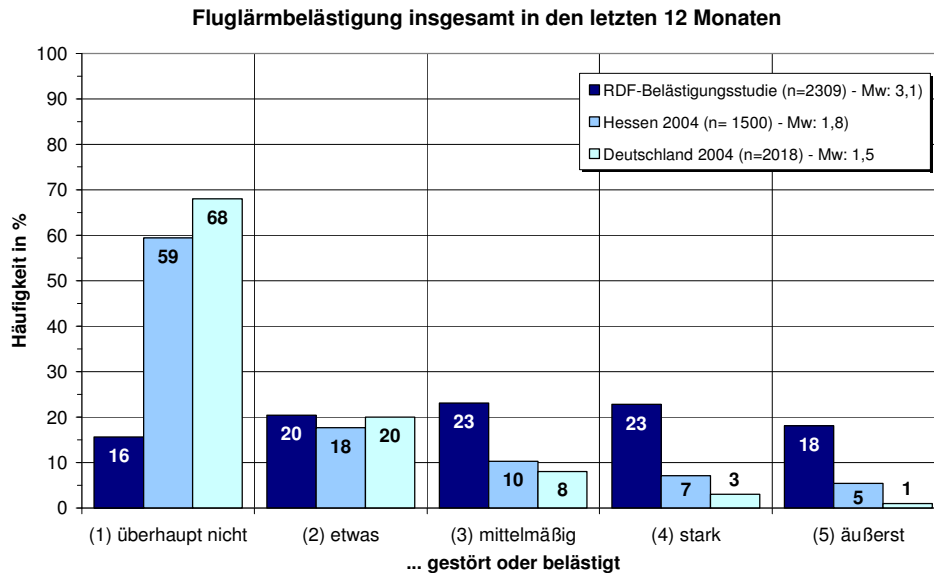


Abbildung 9-2: Häufigkeit der Angaben zur Fluglärmbelästigung in den letzten 12 Monaten in der vorliegenden RDF-Studie (Fr 2.4.3); im Land Hessen 2004 und Deutschland 2004

Quelle der Landesdaten Hessen: Studie „Lärmelastigung in Hessen 2004“ (<http://www.hlug.de/medien/laerm/studie.htm>);
Quelle der bundesweiten Daten: Kuckartz, U. und Rheingans-Heintze, A. (2004)

- In der RDF-Studie geben 64% der Befragten an, durch Fluglärm mittelmäßig bis äußerst gestört oder belästigt zu sein, 41% sind stark bis äußerst lärmelastigt (Mittelwert 3,1).
- Im gesamten Bundesland Hessen sind 23% der Bevölkerung durch Fluglärm belästigt, wenn man die oberen drei Stufen der fünfstufigen Belästigungsskal betrachtet. 13% der Bevölkerung Hessens schätzen ihre Belästigung auf den oberen beiden Skalenstufen ein (stark bis äußerst), der Mittelwert der Bevölkerung in Hessen liegt bei 1,8 von fünf Skalenstufen.
- Bundesweit betragen die Zahlen 12% durch Fluglärm Belästigte (obere drei Skalenstufen) bzw. 4% (oberen beiden Skalenstufen). Hier liegt der Mittelwert über alle befragten Personen bei 1,5 von fünf Skalenstufen.

Ein Vergleich der Lärmelastigungsurteile für verschiedene Lärmquellen zeigt, dass die Lärmquelle „Flugverkehr“ die höchste Belästigung in der Region auslöst (Abbildung 9-3). Die Fluglärmelastigung in Abhängigkeit der Geräuschbelastung wird im nächsten Abschnitt dargestellt.

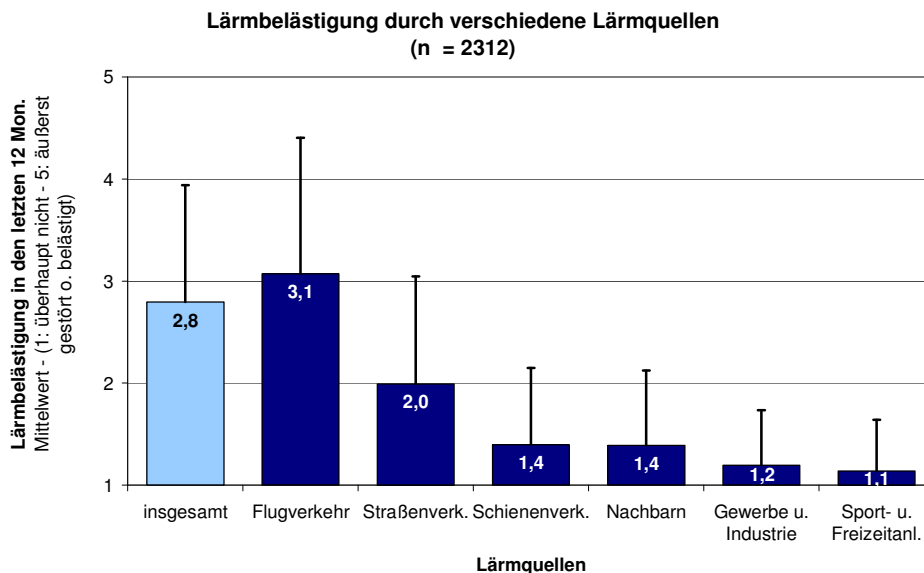


Abbildung 9-3: Lärmbelästigung in den letzten 12 Monaten durch verschiedene Lärmquellen (Mittelwerte der 5-stufigen Belästigungsskala)

9.2 Geeignete Pegel für die Analyse der Dosis-Wirkungsbeziehungen für die Fluglärmbelästigung

In diesem Abschnitt wird der Frage nachgegangen, welche akustischen Parameter, die die Flugverkehrsgeräusche beschreiben, den engsten Zusammenhang mit der Fluglärmbelästigung⁶ aufweisen. Hierzu wurden Korrelationsanalysen zwischen verschiedenen Pegelmaßen und der Fluglärmbelästigung insgesamt (Fr. 2.4.3: 5-stufig erhoben; F.2.13: 11-stufig erhoben), der Fluglärmbelästigung nachts (Fr. 2.11), und der Fluglärmbelästigung tagsüber (einem Mittelwerts-Score aus den Stundenbelästigungsangaben werktags 6-22 Uhr; Fr. 2.10ff). Bestimmt wurde der Produkt-Moment-Korrelationswert r . Stundenbezogene Pegel wurden nur für die Betrachtung der Fluglärmbelästigung im *Tagesverlauf* herangezogen.

In die Korrelationsanalysen wurden die in Tabelle 9-1 dargestellten akustischen Parameter aufgenommen (nähere Erläuterungen zu den akustischen Kenngrößen, s. Abschnitt 6.1):

⁶ Soweit nicht anders angegeben, bezieht sich der Begriff „Fluglärmbelästigung“ nachfolgend stets auf die Frage 2.4.3 im Fragebogen: Wie stark haben Sie sich in den letzten 12 Monaten hier bei Ihnen durch Lärm vom Flugverkehr insgesamt gestört oder belästigt gefühlt? äußerst (5), stark (4), mittelmäßig (3), etwas (2); überhaupt nicht (1)

Tabelle 9-1: Deskriptive Statistik verschiedener akustischer Maße für die Fluglärm-Immissionen an der Außenfassade der Wohnungen der Befragten

		N	Mittelwert	Standard- abweichung	Minimum	Maximum
Ost-/Westumhüllende (100/100-Verfahren)						
L _{eq3}	L _{eq3} , 24h	2312	52,9	6,8	40,3	65,9
	L _{eq3} , tag 6-22h	2312	54,0	6,9	41,3	67,1
	L _{eq3} , nacht, 22-6h	2312	48,1	7,3	27,3	61,5
	L _{den}	2312	57,1	6,6	44,4	69,9
Maximalpegel	L _{max} , f ≤ 1, 24h	2312	76,6	7,1	60,2	89,2
	L _{1e} , 24h	2312	75,4	6,1	61,8	87,5
	L _{max70} , 24h	2312	72,0	10,1	0,0	80,0
	L _{max55} , 24h	2312	66,2	5,5	56,7	76,8
	L _{max} , f ≤ 1, tag, 6-22h	2312	76,3	7,1	56,8	88,9
	L _{1e} , tag, 6-22h	2312	75,4	6,1	60,2	87,6
	L _{max70} , tag, 6-22h	2312	71,8	10,6	0,0	80,1
	L _{max55} , tag, 6-22h	2312	66,2	5,5	56,0	76,7
	L _{max} , f ≤ 1, nacht, 22-6h	2312	70,7	11,6	0,0	86,0
	L _{1e} , nacht, 22-6h	2312	74,2	6,5	61,9	86,7
	L _{max70} , nacht, 22-6h	2312	70,5	13,1	0,0	78,8
	L _{max55} , nacht, 22-6h	2312	65,7	5,6	56,7	77,1
NAT	NAT ₇₀ , 24h	2312	84,6	137,9	0,0	579,5
	NAT ₇₀ , tag, 6-22h	2312	74,7	121,9	0,0	512,8
	NAT ₇₀ , nacht, 22-6h	2312	9,9	16,3	0,0	66,7
Realverteilung						
L _{eq3}	L _{eq3} , 24h	2312	50,8	6,1	39,6	61,5
	L _{eq3} , tag 6-22h	2312	51,9	6,2	40,8	62,7
	L _{eq3} , nacht, 22-6h	2312	45,9	6,6	24,4	57,6
	L _{den}	2312	54,9	5,9	43,1	65,5
Maximalpegel	L _{max} , f ≤ 1, 24h	2312	75,8	6,8	59,9	88,1
	L _{1e} , 24h	2312	75,2	5,8	62,8	87,4
	L _{max70} , 24h	2312	73,3	2,0	70,0	80,0
	L _{max55} , 24h	2312	65,6	5,0	56,9	76,4
	L _{max} , f ≤ 1, tag, 6-22h	2312	75,4	6,9	59,6	88,1
	L _{1e} , tag, 6-22h	2312	75,1	5,8	62,8	87,5
	L _{max70} , tag, 6-22h	2312	73,3	2,0	70,0	80,1
	L _{max55} , tag, 6-22h	2312	65,6	5,1	56,9	76,5
	L _{max} , f ≤ 1, nacht, 22-6h	2312	69,6	11,3	0,0	84,1
	L _{1e} , nacht, 22-6h	2312	74,1	6,1	62,5	86,7
	L _{max70} , nacht, 22-6h	2312	72,7	3,9	0,0	78,5
	L _{max55} , nacht, 22-6h	2312	65,2	5,0	56,8	75,6
NAT	NAT ₇₀ , 24h	2312	36,6	49,2	0,0	201,8
	NAT ₇₀ , tag, 6-22h	2312	32,3	43,5	0,0	179,6
	NAT ₇₀ , nacht, 22-6h	2312	4,3	6,0	0,0	27,6

Die in den nachfolgenden Abbildungen dargestellte Produkt-Moment-Korrelation⁷ ist ein Maß für die Stärke des linearen Zusammenhangs zwischen zwei Variablen (hier: Pegel und Lärmbelastigung). Der Wertebereich liegt zwischen -1 und 1. Werte nahe 0 bedeuten, dass es einen geringen bis keinen Zu-

⁷ Aufgrund der psychometrischen Eigenschaften der nach dem ICBEN-Standard erhobenen Belastigungsskalen werden die Belastigungswerte als intervallskalierte Daten interpretiert und parametrisch ausgewertet. Berechnungen der Spearman-Rangkorrelation führen zu gleichen, teilweise geringfügig geringeren Koeffizienten. In der Struktur und der statistischen Signifikanz der Korrelationswerte gelten die auf die Produkt-Moment-Korrelation bezogenen Aussagen auch für die Spearman-Rangkorrelationswerte. Dies gilt nachfolgend für alle auf Belastigungs-/Störungsvariablen bezogenen Korrelationsanalysen.

sammenhang gibt, Werte nahe -1 bedeuten einen hohen negativen Zusammenhang („je mehr, desto weniger“), Werte nahe 1 einen positiven Zusammenhang („je mehr, desto mehr“).

Fluglärmbelästigung (Fr. 2.4.3):

Wie stark haben Sie sich in den letzten 12 Monaten hier bei Ihnen durch Lärm vom Flugverkehr insgesamt gestört oder belästigt gefühlt? äußerst (5), stark (4), mittelmäßig (3), etwas (2); überhaupt nicht (1)

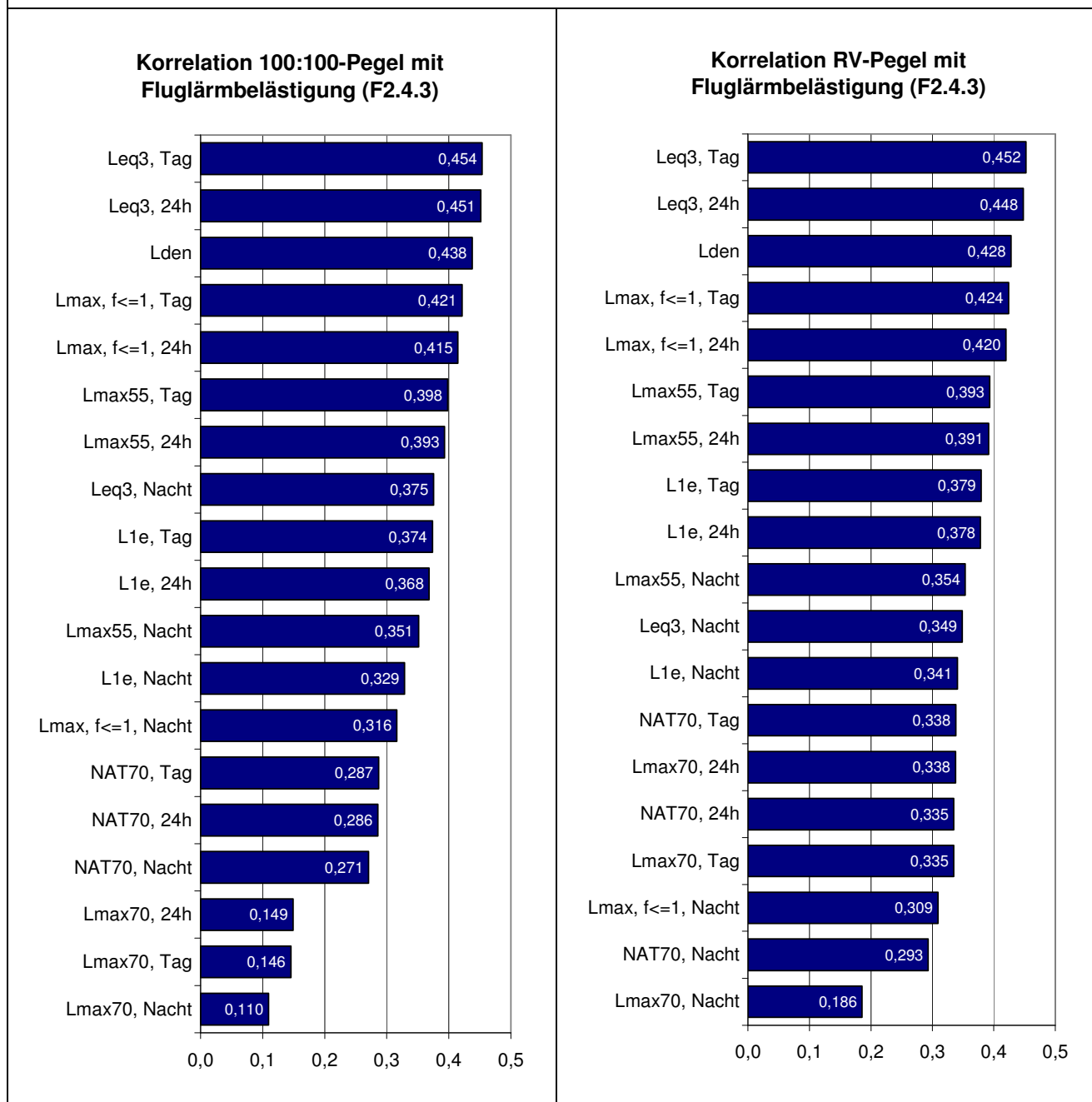


Abbildung 9-4a-b: Produkt-Moment-Korrelation zwischen akustischen Parametern und der Fluglärmbelästigung insgesamt (Fr. 2.4.3) – (a) Ost-Westumhüllende (100/100-Pegel); (b) Realverteilung(RV-Pegel)

Produkt-Moment-Korrelation r: Wertebereich liegt zwischen -1 und 1. Werte nahe 0 = geringer linearer Zusammenhang zw. Pegel und Lärmbelästigung, Werte nahe 1= hoher positiv linearer Zusammenhang zw. Pegel und Lärmbelästigung

Fluglärmbelästigung tagsüber (Tagbelästigung): Mittelwert der Stundenbelästigungsurteile (Breitenerhebung, Fr. 2.10.ff) werktags für die Uhrzeiten 6-22 Uhr

Fr. 2.10.ff: „[...] können Sie mir bitte hier auf dieser Liste angeben, wie stark Sie sich innerhalb der letzten 12 Monate im Allgemeinen zu der angegebenen Uhrzeit jeweils durch Fluglärm gestört oder belästigt gefühlt haben? äußerst (5), stark (4), mittelmäßig (3), etwas (2); überhaupt nicht (1)

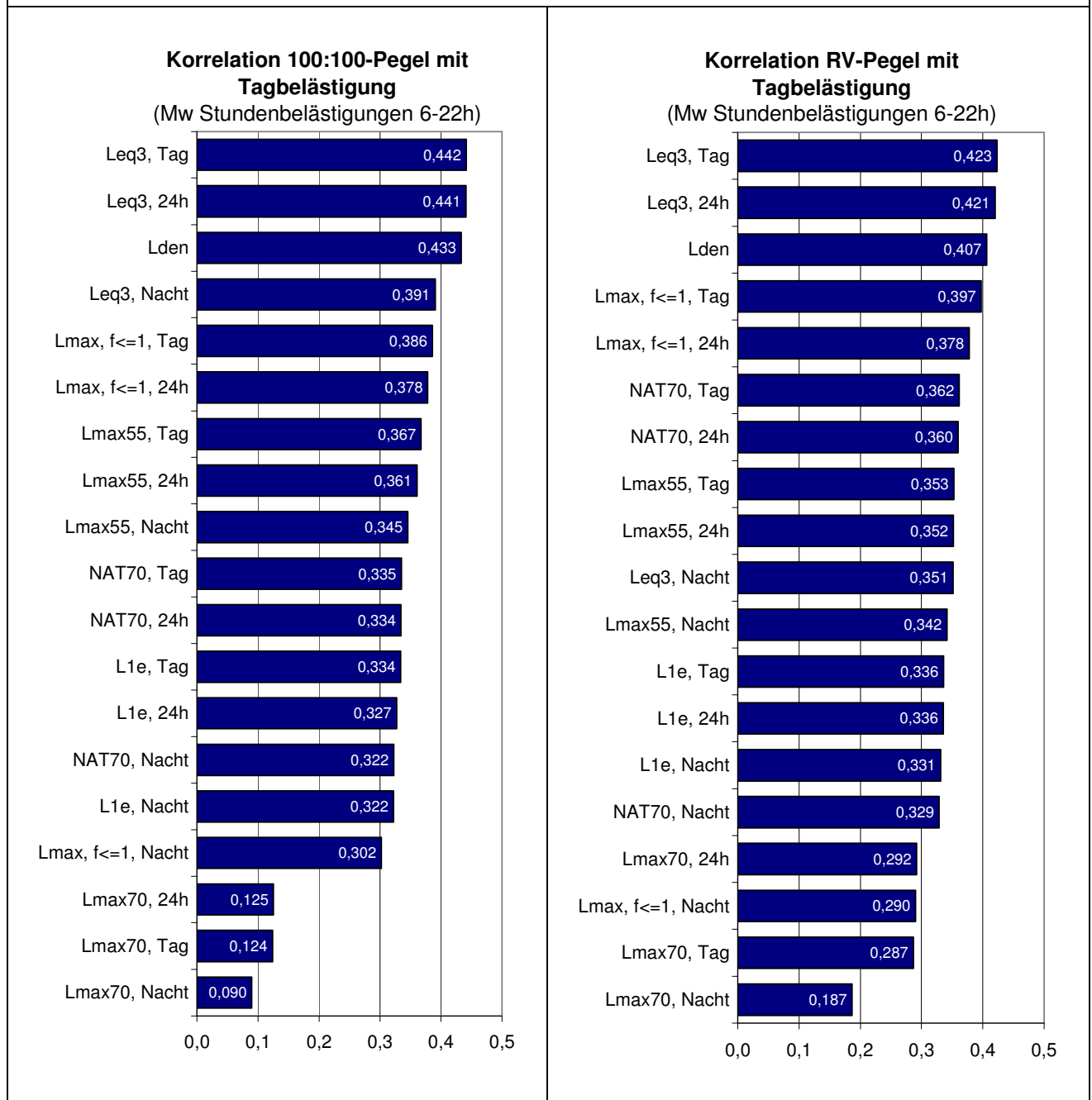


Abbildung 9-5a-b: Produkt-Moment-Korrelation zwischen akustischen Parametern und der Fluglärmbelästigung tagsüber (Mittelwert der Stundenbelästigungsurteile 6-22h) – (a) Ost-Westumhüllende (100/100-Pegel); (b) Realverteilung(RV-Pegel)

Produkt-Moment-Korrelation r: Wertebereich liegt zwischen -1 und 1. Werte nahe 0 = geringer linearer Zusammenhang zw. Pegel und Lärmelästigung, Werte nahe 1= hoher positiv linearer Zusammenhang zw. Pegel und Lärmelästigung

Fluglärmbelastigung nachts (Fr. 2.11):

Und wie ist es in der Nacht? Wie stark hat Sie der Fluglärm in den letzten 12 Monaten nachts gestört oder belastigt? äußerst (5), stark (4), mittelmäßig (3), etwas (2); überhaupt nicht (1)

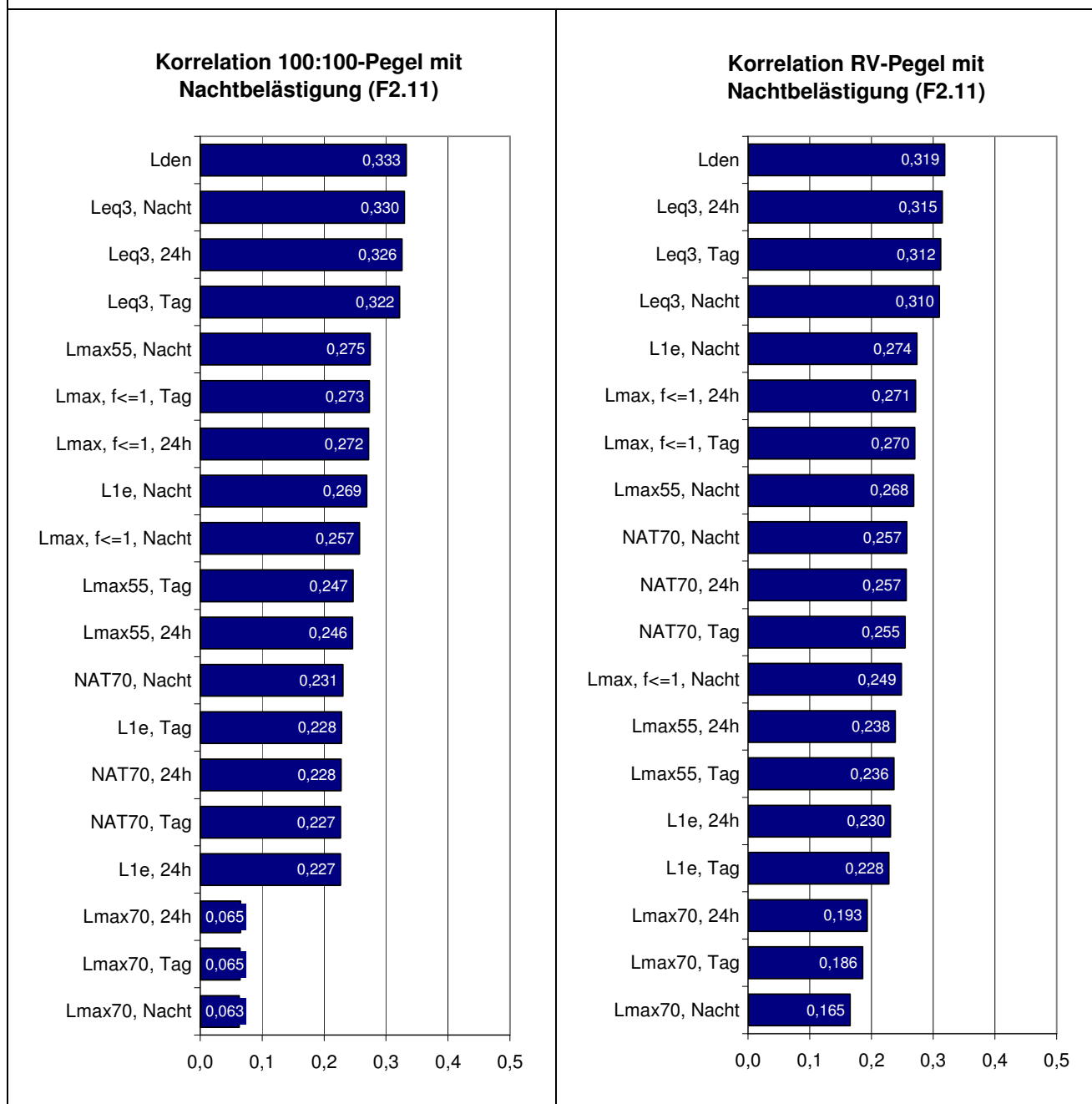


Abbildung 9-6a-b: Produkt-Moment-Korrelation zwischen akustischen Parametern und der Fluglärmbelastigung nachts (Fr. 2.11) – (a) Ost-Westumhüllende (100/100-Pegel); (b) Realverteilung (RV-Pegel)

Produkt-Moment-Korrelation r: Wertebereich liegt zwischen -1 und 1. Werte nahe 0 = geringer linearer Zusammenhang zw. Pegel und Lärmelastigung, Werte nahe 1 = hoher positiv linearer Zusammenhang zw. Pegel und Lärmelastigung

- Alle Korrelationswerte haben ein positives Vorzeichen, d. h. je höher der Geräuschpegel ist und je häufiger Überflüge auftreten, umso belastigter sind die Befragten insgesamt, tags und nachts.

- Die Spannweite des Zusammenhangs ist recht weit, von Korrelationswerten unter 0,10 bis 0,45, d.h. die verschiedenen Pegel- und Häufigkeitswerte eignen sich nicht gleich gut für eine Gegenüberstellung zur Fluglärmelastigung.
- Insgesamt weist der energieäquivalente Dauerschallpegel L_{eq3} , hier insbesondere der $L_{eq3, tag}$ und $L_{eq3, 24h}$ mit der Fluglärmelastigung insgesamt und tagsüber, der L_{den} , $L_{eq3, nacht}$, $L_{eq3, 24h}$ mit der berichteten nächtlichen Fluglärmelastigung den stärksten Zusammenhang auf. Der geringste Zusammenhang besteht zwischen dem L_{max70} und den Belastigungsvariablen. Unter den Maximalpegeln korreliert zwar der $L_{max, f \leq 1}$ (Maximalpegel der Ereignisse, die im Jahresmittel maximal einmal pro Tag in dem angegebenen Zeitabschnitt vorkommen) insgesamt am stärksten mit der Lärmelastigung. Bezieht man aber die „richtigen“ Tageszeitbezüge (Nachtpegel-Nachtbelastigung, Tagespegel-Tagesbelastigung, Gesamttagespegel-Gesamtbelastigung) und verschiedenen Berechnungsverfahren mit ein, so weist am ehesten der L_{max55} vergleichsweise konsistent höhere Korrelationen als die übrigen Maximalpegelmaße auf.
- Die Unterschiede im Pegel-Belastigungs-Zusammenhang zwischen den Berechnungsverfahren sind marginal. Ein möglicher Grund für die geringen Unterschiede in den Pegel-Belastigungs-Korrelationen kann in den hohen Interkorrelationen der verschieden berechneten Pegel liegen wie Tabelle 9-2 am Beispiel der L_{eq3} -Pegel zeigt (Interkorrelationen der Maximalpegel und NAT_{70} -Werte finden sich im Anhang).

Tabelle 9-2: Korrelation der L_{eq3} -Pegel berechnet nach Realverteilung mit den L_{eq3} -Pegeln berechnet nach dem 100/100-Verfahren (Ost-/Westumhüllende)

RV= Realverteilung; 100/100= Ost-/Westumhüllende; r= Produkt-Moment-Korrelation; n= 2312 (Anzahl der Befragten).
Alle Korrelationskoeffizienten sind statistisch signifikant

100/100 \ RV		$L_{eq3, 24h}$	$L_{eq3, tag\ 6-22h}$	$L_{eq3, nacht, 22-6h}$	L_{den}
$L_{eq3, 24h}$	r	0,976	0,978	0,809	0,954
$L_{eq3, tag, 6-22h}$	r	0,973	0,977	0,783	0,943
$L_{eq3, nacht, 22-6h}$	r	0,863	0,841	0,977	0,917
L_{den}	r	0,971	0,964	0,877	0,973

Eine eindeutige Entscheidung für oder gegen eines der beiden Berechnungsverfahren als das geeignete Verfahren zur Beschreibung der Stärke der Pegel-Belastigungs-Beziehung kann auf Basis der vorliegenden Ergebnisse nicht getroffen werden.

Betrachtet man neben der Fluglärmelastigung die *Störungen von Aktivitäten* als weitere Wirkungen des Fluglärms, so zeigt die Überprüfung der Signifikanz von Korrelationsunterschieden zwischen L_{eq3} -Werten (als diejenigen akustischen Parameter, die am höchsten mit der Belastigung korrelieren) berechnet nach dem 100/100- und dem Realverteilungsverfahren, dass insbesondere der Gesamttagespegel L_{den} und der Nachtpegel $L_{eq3, 22-6h}$ berechnet nach dem 100/100-Verfahren in engerer Beziehung zu den Belastigungs- und Störungsvariablen stehen als die entsprechenden nach der Realverteilung berechneten Pegelwerte. Weiterhin korrelieren die Nachtstörungen (Mittelwert der Urteile zu den Störungen beim Einschlafen, beim Nachtschlaf und beim Aufwachen, vgl. Abschnitt 0), bei allen L_{eq3} -Pegeln (24, Tag, Nacht, L_{den}) höher mit der Ost-/Westumhüllenden (100/100-Pegeln) als mit dem nach Realverteilung berechneten Pegel.

Tabelle 9-3: Produkt-Moment-Korrelationen zwischen Belästigungs-/Störungsvariablen und L_{eq3} .
Pegelwerten berechnet nach 100/100- und Realverteilungsverfahren.

Neben den Belästigungs-/Störungs-Pegel-Korrelationen sind die Interkorrelationen der Pegelwerte und die Prüfgröße z angegeben. Die Korrelationswerte wurden für die Signifikanzprüfung einer Fishers-Z-Transformation (vgl. Bortz, 1999) unterzogen.

Pegel-variable	Belästigungs-/Störungsvariable	Pegel-Reaktions-Korrelation r - 100/100 -	Pegel-Reaktions-Korrelation r - Realverteilung -	Pegel (100/100) Pegel (RV) - Korrelation	z-Wert	signifikant: z-Wert > 1,96
$L_{eq3, 24h}$	Fluglärmbelästigung gesamt (F2.4.3)	0,451	0,448	0,976	0,894	
	Nachtstörungen	0,383	0,359	0,976	5,536	x
	Ruhestörungen innen	0,440	0,432	0,976	2,123	x
	Kommunikationsstörungen innen	0,496	0,489	0,976	1,590	
L_{den}	Fluglärmbelästigung gesamt (F2.4.3)	0,438	0,428	0,973	2,204	x
	Nachtstörungen	0,383	0,355	0,973	6,330	x
	Ruhestörungen innen	0,428	0,412	0,973	3,498	x
	Kommunikationsstörungen innen	0,483	0,469	0,973	3,126	x
$L_{eq3, 6-22h}$	Fluglärmbelästigung gesamt (F2.4.3)	0,454	0,452	0,977	0,453	
	Nachtstörungen	0,381	0,359	0,977	5,271	x
	Ruhestörungen innen	0,442	0,435	0,977	1,676	
	Kommunikationsstörungen innen	0,497	0,493	0,977	1,109	
$L_{eq3, 22-6h}$	Fluglärmbelästigung gesamt (F2.4.3)	0,375	0,349	0,980	6,818	x
	Nachtstörungen	0,368	0,331	0,980	9,359	x
	Ruhestörungen innen	0,364	0,333	0,980	7,904	x
	Kommunikationsstörungen innen	0,414	0,383	0,980	8,070	x

Fett gedruckte Variablen weisen signifikante Unterschiede in der Pegel-Reaktions-Beziehung je nach Berechnungsverfahren (100/100 vs. Realverteilung) auf.

Für die Frage, welche Pegelwerte innerhalb eines Berechnungsverfahrens (L_{eq3} -, Maximalpegelwerte, NAT_{70} -Werte) für die weiteren Wirkungsanalysen im Rahmen der Breiterehebung herangezogen werden sollen, wird ebenfalls die Enge der Pegel-Reaktions-Beziehung als Entscheidungskriterium betrachtet. Die oben aufgeführten Einzelkorrelationswerte (Abbildung 9-4 bis Abbildung 9-6) legen nahe, die L_{eq3} -Pegelwerte (je nach Tageszeitbezug: 24h, Tag, Nacht) als Beschreibungsmaß für die akustische Belastung für die Wirkungsanalysen heranzuziehen. Für den Großteil der nachfolgenden Wirkungsanalysen wird daher der L_{eq3} als Pegelmaß verwendet. Dosis-Wirkungsbeziehungen bezogen auf die Lärmbelastung werden zudem für den NAT_{70} und für einen der Maximalpegel dargestellt.

Insgesamt wird in den weiteren Wirkungsanalysen so verfahren, dass (entsprechend der Anforderungen in der Leistungsbeschreibung) Wirkungen auf der Basis von Pegeln berechnet nach dem 100/100-Verfahren dargestellt werden. In den hier aufgezeigten Analysen ergaben sich keine Hinweise darauf, dass nach diesem Verfahren berechnete Pegelwerte eine schlechtere Pegel-Belastungsbeziehung als nach die der Realverteilung berechneten Werte aufweisen. Sofern die statistischen Analysen Unterschiede in der Wirkungsstruktur aufzeigen, erfolgt eine Pegel-Wirkungs-Darstellung für beide Berechnungsverfahren. Ebenso werden für die zentrale Wirkungsvariable „Fluglärmbelästigung“ die Ergebnisse der Dosis-Wirkungsbeziehungen nach beiden Berechnungsverfahren (nicht bei Subgrup-

penanalysen) dargestellt. Ansonsten gilt, dass Aussagen zur Wirkungsstruktur auch für Pegel berechnet nach Realverteilungsverfahren gelten.

Als Beschreibungsmaß der akustischen Belastung werden im Rahmen der Analysen zur Breitenerhebung den potenziellen Wirkungsvariablen (Belastigungs-/Störungsurteile, Wohn- und Lebensqualitätsvariablen) L_{eq3} -Werte gegenübergestellt. Zur Beschreibung der Wirkung von Ereignishäufigkeiten (Anzahl Überflüge) wird der NAT_{70} herangezogen.

9.2.1 Pegel-Belastigungs-Beziehungen getrennt nach Ortslage

Die Tabelle 9-4 zeigt die Pegel-Belastigungs-Beziehung für die einzelnen Ortslagen Nordwest, West, Süd und Ost. Die diesen Ortslagen zugeordneten Untersuchungsgebiete sind in Tabelle 3-2 aufgeführt.

Tabelle 9-4: Produkt-Moment-Korrelation zwischen L_{eq3} - und NAT_{70} -Werten (Tag, Nacht, 24h) und der Fluglärmbelastigung gesamt

Produkt-Moment-Korrelation r: Wertebereich liegt zwischen -1 und 1. Werte nahe 0 = geringer linearer Zusammenhang zw. Pegel und Lärmbelastigung, Werte nahe 1 = hoher positiv linearer Zusammenhang zwischen Pegel und Lärmbelastigung.

Ein **fett gedruckter Korrelationswert** bedeutet, dass der Korrelationskoeffizient statistisch signifikant höher ist als der entsprechende beim jeweils anderen Pegelberechnungsverfahren ermittelte Koeffizient. Die inferenzstatistische Überprüfung von Korrelationsunterschieden erfolgte mit einem Signifikanztest auf Basis der Fishers Z-Transformation (vgl. Bortz 1999).

Ost-/Westum- hüllende (100/100)	Nordwest (n=508)	West (n=871)	Süd (n=479)	Ost (n=451)
<i>Korrelation r mit der Fluglärmbelastigung gesamt (Fr. 2.4.3)</i>				
L_{eq3} Tag	0,493	0,424	0,493	0,339
L_{eq3} Nacht	0,487	0,342	0,489	0,369
L_{eq3} 24	0,496	0,420	0,492	0,344
NAT_{70} 24h	0,450	0,266	0,374	0,312
NAT_{70} tag	0,451	0,267	0,362	0,307
NAT_{70} Nacht	0,426	0,255	0,429	0,332
Realverteilung	Nordwest (n=508)	West (n=871)	Süd (n=479)	Ost (n=451)
<i>Korrelation r mit der Fluglärmbelastigung gesamt (Fr. 2.4.3)</i>				
L_{eq3} Tag	0,497	0,426	0,492	0,347
L_{eq3} Nacht	0,473	0,327	0,486	0,352
L_{eq3} 24	0,500	0,421	0,491	0,349
NAT_{70} 24h	0,451	0,277	0,375	0,307
NAT_{70} tag	0,451	0,279	0,366	0,304
NAT_{70} Nacht	0,426	0,256	0,413	0,325

- Für die Nordwest-Gebiete zeigt sich, dass (mit Ausnahme des Nachtpegels) die Realverteilungswerte im geringfügig höheren Zusammenhang zu der Fluglärmbelastigung stehen. Zu den Nordwest-Gebieten zählen die untersuchten Wohngebiete in Flörsheim-Weilbach, Flörsheim-Wicker, Hattersheim, Hattersheim-Eddersheim, Hattersheim-Okriftel, Hochheim-Massenheim, Hofheim-Diedenberg, Hofheim-Marxheim, Hofheim-Wallau, Hofheim-Wallau, Wiesbaden-Biebrich, Wiesbaden-Delkenheim.
- Für die übrigen Ortslagen gilt, dass beide Berechnungsverfahren in den einzelnen Ortslagen einen überwiegend gleich hohen Zusammenhang zur Fluglärmbelastigung aufzeigen.
- Eine Ausnahme bildet der Nachtpegel $L_{eq3, \text{nacht}}$, der in allen Ortslagen etwas höher mit der Fluglärmbelastigung korreliert, wenn er nach dem 100/100-Verfahren berechnet wird.

9.2.2 Pegel-Belastigungs-Beziehungen in Abhängigkeit von der Differenz zwischen der Ost-Westumhüllenden (100/100) und Pegeln berechnet nach dem Realverteilungsverfahren

Bildet man die Differenz zwischen der individuellen Fluglärmbelastung berechnet nach 100/100-Verfahren und Realverteilung so ergibt sich im Durchschnitt eine Differenz von 2 dB(A) tags bzw. nachts, die maximale Differenz beträgt – in der Ortslage Ost – 4,9 dB(A) tagsüber und – in der Ortslage West – 4,8 dB(A) nachts (Tabelle 9-5).

Tabelle 9-5: Deskriptive Statistik der Differenz (Mittelwert, Minimum, Maximum) zwischen L_{eq3} -Pegeln tags und nachts berechnet nach 100/100-Verfahren und nach Realverteilung getrennt nach Ortslage

Ortslage		Diff. 100/100- RV L_{eq3} 6-22h	Diff. 100/100- RV L_{eq3} 22-6h
Nordwest	N	508	508
	Mittelwert	1,42	1,29
	Standardabweichung	,44	,45
	Minimum	,23	,27
	Maximum	1,69	1,64
West	N	873	873
	Mittelwert	3,43	3,80
	Standardabweichung	1,51	1,26
	Minimum	,38	1,00
	Maximum	4,69	4,78
Süd	N	479	479
	Mittelwert	0,57	0,62
	Standardabweichung	0,25	0,34
	Minimum	0,25	0,15
	Maximum	1,39	1,47
Ost	N	452	452
	Mittelwert	1,65	1,55
	Standardabweichung	1,19	0,98
	Minimum	0,25	0,09
	Maximum	4,90	3,64
Gesamt	N	2312	2312
	Mittelwert	2,05	2,15
	Standardabweichung	1,58	1,61
	Minimum	,23	,09
	Maximum	4,90	4,78

Interessant ist, dass über alle Ortslagen hinweg die Fluglärmbelastung mit dieser Differenz korreliert, d.h. je höher die Differenz zwischen 100/100- und Realverteilungspegelwerten ausfällt, desto belastigter sind die Befragten (Tabelle 9-6).

Tabelle 9-6: Produkt-Moment-Korrelation zwischen Differenzwerten der L_{eq3} -Pegel tags, nachts berechnet nach 100/100-Verfahren und Realverteilung und der Fluglärmbelästigung insgesamt, Tag und Nacht

Produkt-Moment-Korrelation r: Wertebereich liegt zwischen -1 und 1. Werte nahe 0 = geringer linearer Zusammenhang zw. Pegel und Lärmelastigung, Werte nahe 1 = hoher positiv linearer Zusammenhang zwischen Pegel und Lärmelastigung.

Ortslage	Belastungsvariable		Differenz 100/100-RV $L_{eq3, 6-22h}$	Differenz 100/100-RV $L_{eq3, 22-6}$
Gesamt	F2.4.3 Lärmelastigung Flugverkehr gesamt	r n	,219(**) 2309	,260(**) 2309
	Fluglärmelastigung tags 6-22h	r n	,282(**) 2263	,319(**) 2263
	F2.11 Fluglärmelastigung nachts	r n	,190(**) 2302	,215(**) 2302

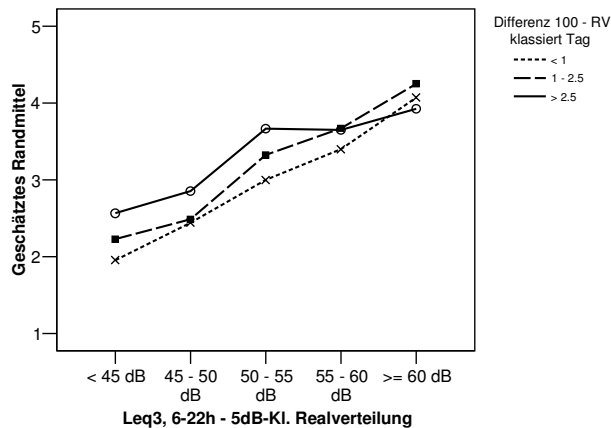
** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Betrachtet man die Fluglärmelastigung in Abhängigkeit des Realverteilungspegels und der Differenz zwischen Ost-/Westumhüllenden und Realverteilungspegeln im Rahmen einer Varianzanalyse für die abhängigen Variablen Fluglärmelastigung gesamt, tags, nachts so zeigen sich signifikante Haupteffekte und Wechselwirkungen (Abbildung 9-7). Bei gleicher akustischer Belastung berechnet nach der Realverteilung ist die Belastigung umso höher, je größer die Differenz zwischen Ost-/Westumhüllenden (100/100-Pegel) und dem Realverteilungspegel ist (Haupteffekt der Differenz). In der obersten L_{eq3} -Pegelklasse (≥ 60 dB(A)) kehren sich die Verhältnisse dahingehend um, dass entweder bei mittlerer Differenz (1 bis 2,5 dB; Fluglärmelastigung nachts und gesamt) oder bei kleinerer Differenz (< 1 dB; Fluglärmelastigung tags) die Fluglärmelastigung am höchsten ist (Wechselwirkung zw. Pegelklasse und Differenz). Die Ergebnisse der Varianzanalysen finden sich im Anhang in Tabelle 18-5.

a)
Fluglärmbelästigung
gesamt

L_{eq3} , tag, 6-22h

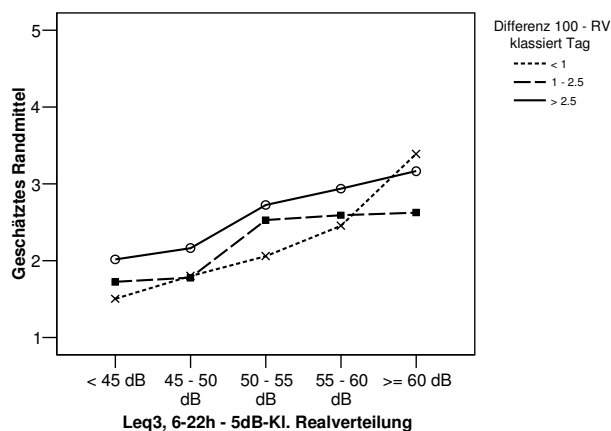
Geschätztes Randmittel von F2.4.3 Lärmelästigung Flugverkehr gesamt



b)
Fluglärmbelästigung
tags, 6-22h

L_{eq3} , tag, 6-22h

Geschätztes Randmittel von Fluglärmelästigung tags 6-22h gesamt



c)
Fluglärmbelästigung
nachts

L_{eq3} , nacht, 22-6h

Geschätztes Randmittel von F2.11 Fluglärmelästigung nachts

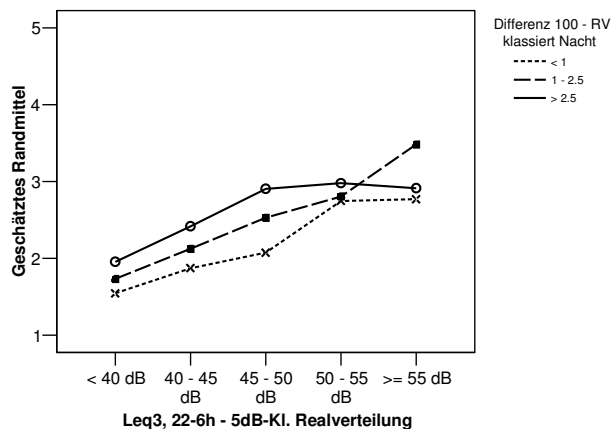


Abbildung 9-7a-c: Fluglärmelästigung gesamt (a), Tag (b), Nacht (c) in Abhängigkeit vom L_{eq3} (Realverteilung) und der tageszeitbezogenen Differenz zwischen den Pegelwerten berechnet nach 100/100-Verfahren und der Realverteilung

Es erscheint plausibel, dass Anwohner bei gleicher Realverteilungsbelastung mit höherer Belästigung reagieren, je mehr die „Worst-Case-Situation“ (dargestellt durch die Ost-/Westumhüllenden) von einer nach Häufigkeit der verschiedenen Betriebszustände gewichteten, durchschnittlichen Belastung (Realverteilung) abweicht. In einem Fall (geringe Differenz) entspricht der nach Realverteilung berechnete Pegel dem tatsächlichen Erleben, im anderen Fall (hohe Differenz) werden sehr unterschiedliche akustische Situationen bzw. Betriebszustände unter einem Belastungswert subsummiert. Dass in der obers-

ten Pegelklasse eine mittlere oder kleinere Differenz eine höhere Belästigung auslöst, mag daran liegen, dass die durchschnittliche Belastung selbst eine „Worst-Case-Situation“ darstellt und geringere Differenzen zwischen Pegeln berechnet nach 100/100-Regel und Realverteilung auf geringeren Anteil an ruhigeren Betriebsphasen schließen lässt. Es kann allerdings nicht ausgeschlossen werden, dass hier die akustischen Differenzen mit Ortslagen und Gebietsunterschieden konfundiert sind. Um den Sachverhalt der Wirkung unterschiedlicher Betriebszustände genauer analysieren zu können, wäre eine nach Ortslagen getrennte Betrachtung der Wirkung von Ost- und Westpegeln und deren Differenzen notwendig. Dahingehend durchgeführte vertiefende Analysen brachten aber keine interpretierbaren Ergebnisse, weil zum einen verschiedene komplexe Wechselwirkungen zwischen den Ortslagen und der Richtung der Differenzen (mal ist der Ostpegel höher als der Westpegel, mal umgekehrt) auftreten und die nach Pegeldifferenzen und Ortslagen gruppierten Untersuchungszellen zu heterogen und teilweise zu gering besetzt sind, um diese Wechselwirkungen statistisch prüfen zu können.

Eine differenzierte Analyse der Wirkung von Pegelunterschieden in Abhängigkeit von Ortslage und Betriebsrichtungen auf die Fluglärmbelästigung bedarf eines besonderen hierauf abgestellten Untersuchungsdesigns, in dem die Untersuchungsgebiete gezielt nach Differenzen zwischen Ost-/Westpegel und Ortslagen mit ausreichender Stichprobengröße in den Subgruppen ausgewählt werden. Im Rahmen eines kontinuierlich aufgebauten Fluglärmwirkungsmonitorings ließen sich die Auswirkungen von Betriebsrichtungswechseln, etwaigen Veränderungen und den verschiedenen Berechnungsverfahren auch im zeitlichen Trend messen.

9.3 Dosis-Wirkungs-Kurven für die Belästigung durch Fluglärm

9.3.1 Dosis-Wirkungs-Kurven: Belästigung und L_{eq3} -Pegel

In den nachfolgenden Abbildungen sind die Dosis-Wirkungskurven bezogen auf die durchschnittliche Fluglärmbelästigung gesamt, Tag und Nacht dargestellt. Den Belästigungsurteilen sind dabei jeweils die L_{eq3} -Pegelstufen berechnet nach 100/100- und Realverteilungsverfahren gegenübergestellt. Alle Belästigungsurteile sind jeweils auf einer 5-stufigen Antwortskala von 1= nicht bis 5= äußerst gestört oder belästigt erhoben worden, die Fluglärmbelästigung gesamt wurde zusätzlich über eine 11-stufige sog. Messlatte erhoben. Bei der Fluglärmbelästigung gesamt und nachts handelt es sich jeweils um eine Einzelfrage (Fr 2.4.3 bzw. Fr. 2.11), die Tagesbelästigung ist ein Mittelwertsscore, gebildet aus den in der Breiterehebung erhobenen Stundenbelästigungsangaben werktags und am Wochenende im Tageszeitraum 6 bis 22 Uhr (Fr. 2.10 ff.). Während die Scorebildung zur Tagesbelästigung dem Postulat einer Durchschnittsbildung im Belästigungsurteil folgt, kann davon ausgegangen werden, dass die Urteile zur Fluglärmbelästigung gesamt sowie nachts mehr als nur eine Durchschnittsbildung von Belästigungseindrücken im Laufe des Tages/der Nacht darstellen. Dies ist bei der – vergleichenden – Interpretation der verschiedenen nachfolgenden Belästigungskurven zu berücksichtigen.

Im Anschluss an die Darstellung der Mittelwerte der Fluglärmbelästigung pro Pegelklasse folgen zwei Darstellungen der Dosis-Wirkungsbeziehungen, in denen jeweils der Prozentanteil hoch Fluglärm-belästigter pro Pegelstufe dargestellt ist. Gemäß des Kriteriums von Schultz (1978) bestimmt sich der Prozentanteil hoch Belästigter (*%HA, percent highly annoyed*) über den Anteil an Belästigungsurteilen oberhalb eines cut-off-Wertes von 72% einer 100-Punkte-Belästigungsskala. Für die Quantifizie-

rung der %HA anhand der 5-stufigen Belästigungsskala bedeutet dies: Die Antwortstufen 1 (überhaupt nicht) bis 3 (mittelmäßig) der Belästigungsskala gehen mit dem Wert 0 in die Quantifizierung der %HA und die Skalenstufe 5 (äußerst) geht mit dem Wert 1 ein. Antworten auf der Skalenstufe 4 gehen mit dem Wert 0,4 in die Quantifizierung ein. Dies entspricht der Wahrscheinlichkeit, mit der die Antwort oberhalb des cut-off-Wertes von 72% der Antwortskala liegt. Das bedeutet, dass es sich bei den %HA-Anteilen in Abbildung 9-10a+b nicht um „echte“ Prozentanteile von Personen, sondern um den aus den Werten 0, 0,4 und 1 gebildeten Mittelwert pro Pegelklasse ausgedrückt in Prozent handelt. Das beschriebene Vorgehen zur Quantifizierung von %HA folgt dem Vorschlag von Miedema & Vos (1998). Es erlaubt die Vergleichbarkeit von Dosis-Wirkungsbeziehungen mit den in gleicher Weise definierten generalisierten Dosis-Wirkungskurven für %HA, die Miedema und Kollegen (Miedema & Vos, 1998; Miedema & Oudshoorn, 2001) auf Basis von Metaanalysen internationaler Lärmwirkungsstudien bestimmt haben. Die oftmals alternativ über die gegebenen Antwortstufen gewählte Definition starker Belästigung (Antwortstufen 4 und 5 oder nur Stufe 5) birgt das Problem in sich, dass bezogen auf das 72%-Kriterium entweder der Prozentanteil starker bzw. hoher Belästigung überschätzt (bei Zusammenfassung der Antwortstufen 4 und 5) oder unterschätzt (bei bloßer Betrachtung der Häufigkeit der Antworten auf der Skalenstufe 5) wird. Bezogen auf die 11-stufige Lärmbelästigungsskala (0= überhaupt nicht bis 10= äußerst gestört oder belästigt) bildet der Anteil der Belästigungsurteile oberhalb der Skalenstufe 7 den Anteil hoch Belästigter.

Abbildung 9-8 und Abbildung 9-9 zeigen den Zusammenhang zwischen der Dosis an Lärm dargestellt in 2,5dB-Pegelstufen und den Mittelwerten der Lärmbelästigung (erfasst wie oben beschrieben) je Pegelstufe. Dabei zeigt die erste Grafik den Zusammenhang zwischen Dosis und Wirkung, wenn das 100/100-Berechnungsverfahren angewendet wird, in der zweiten Grafik ist die Realverteilungsberechnung zugrunde gelegt. Insgesamt verlaufen die Kurven in die erwartete Richtung, d.h. „je lauter desto belästigter“. In Abbildung 9-8 fällt der Belästigungswert gesamt in der höchsten Pegelklasse (> 62,5 dB) etwas ab. Zunächst liegt der irritierende Schluss nahe, dass bei ganz hoher Belastung die Belästigung wieder abnimmt. Dies ist jedoch nicht zutreffend. Vertiefende Analysen haben gezeigt, dass in dieser hohen Pegelklasse 231 Personen zusammengefasst sind, die in den Westgebieten Raunheim und Rüsselsheim wohnen. Die Zuordnung zur Pegelklasse > 62,5 dB erfolgt, weil in diesen Gebieten bei Ostbetrieb (Betriebsart 07) ein sehr hoher Pegel zustande kommt (er liegt durchschnittlich 14,4dB über den Westpegeln). Dies ist jedoch nur in 33% der Betriebszeit der Fall (vgl. Tabelle 6-1), während die Anwohner dieser Gebiete in den verbleibenden 67% der Zeit deutlich geringere Belastungen haben. Für diese Gebiete scheint also der Realverteilungspegel die Wirkung (=Belästigung) angemessener zu beschreiben. Bei der Kurve in Abbildung 9-9 (Zuordnung der Personen zu den Pegelklassen nach Realverteilung) kommt diese extreme Pegelklasse gar nicht zustande, weshalb die Beziehung zwischen Dosis und Wirkung wie erwartet linear ansteigt.

Ab einem 100/100- L_{eq3} -Wert von 50 dB(A) bzw. 47,5 dB(A) nach Realverteilung berechnet liegt die Dosis-Wirkungskurve für die durchschnittliche Fluglärmbelästigung gesamt pro Pegelklasse oberhalb der Nachtfluglärmbelästigung und der Kurve für den Mittelwert der Stundenbelästigungen 6-22h (Tagessfluglärmbelästigung). Ähnlich übersteigt ab einem L_{eq3} in Höhe 52 dB(A) (100/100) bzw. 50 dB(A) (Realverteilung) der %HA-Anteil der Fluglärmbelästigung gesamt den %HA-Anteil der Fluglärmbelästigung nachts und tags.

Analog dazu findet sich dieser Verlauf der Dosis-Wirkungs-Beziehungen auch, wenn anstelle der gemittelten Belastungswerte die Anteile der hochbelastigten Personen zu den Pegeln in Beziehung gesetzt werden (Abbildung 9-10 a/b).

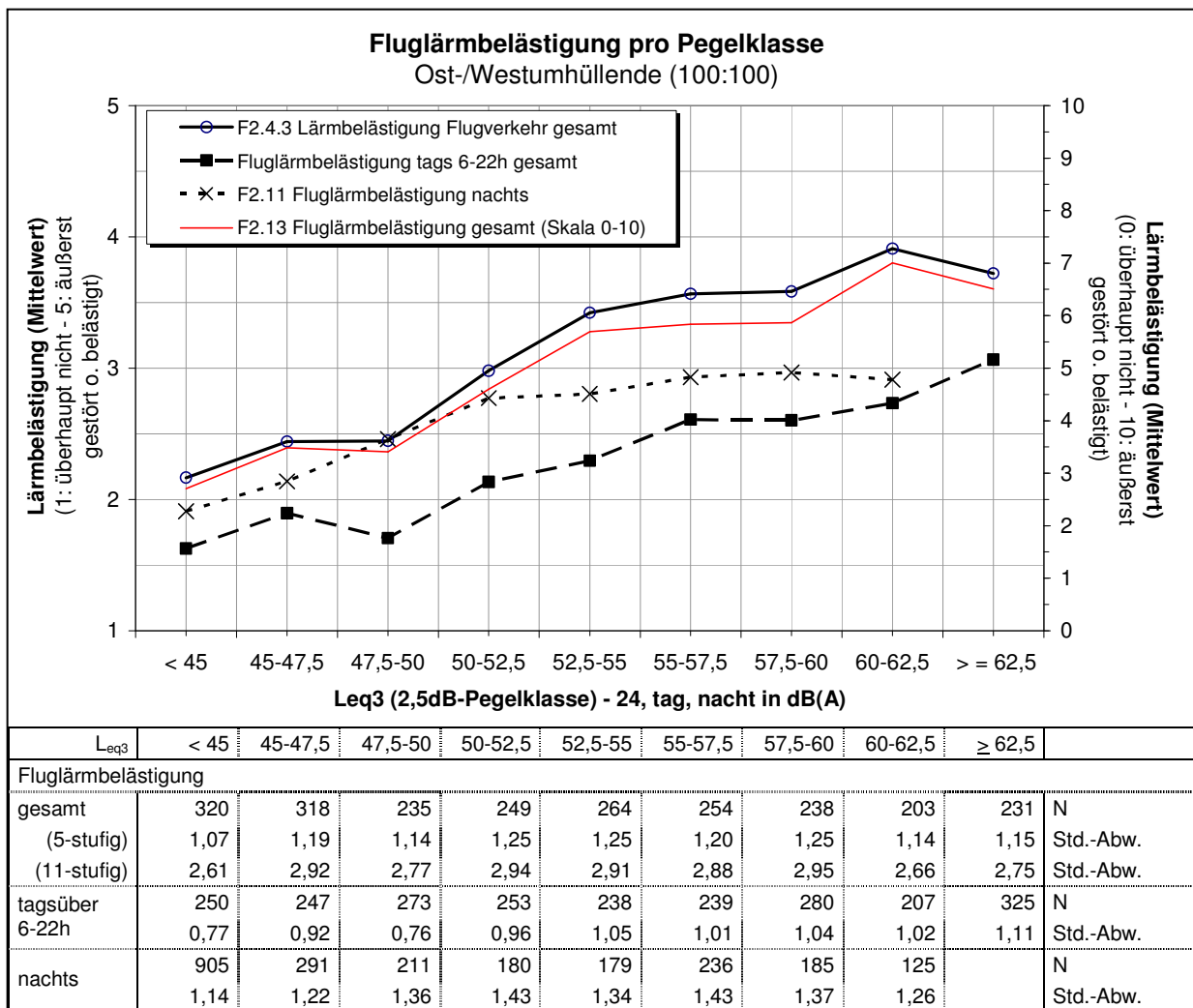


Abbildung 9-8: Fluglärmbelästigung in Abhängigkeit vom L_{eq3} . Pegel berechnet nach dem 100/100-Verfahren

Die Fluglärmbelästigung gesamt (5-stufig und 11-stufig [„Messlatte“] erhoben) ist auf den $L_{eq3, 24h}$, die Tagesbelästigung auf den $L_{eq3, tag, 6-22h}$ und die Nachtbelästigung auf den $L_{eq3, nacht 22-6h}$ bezogen.

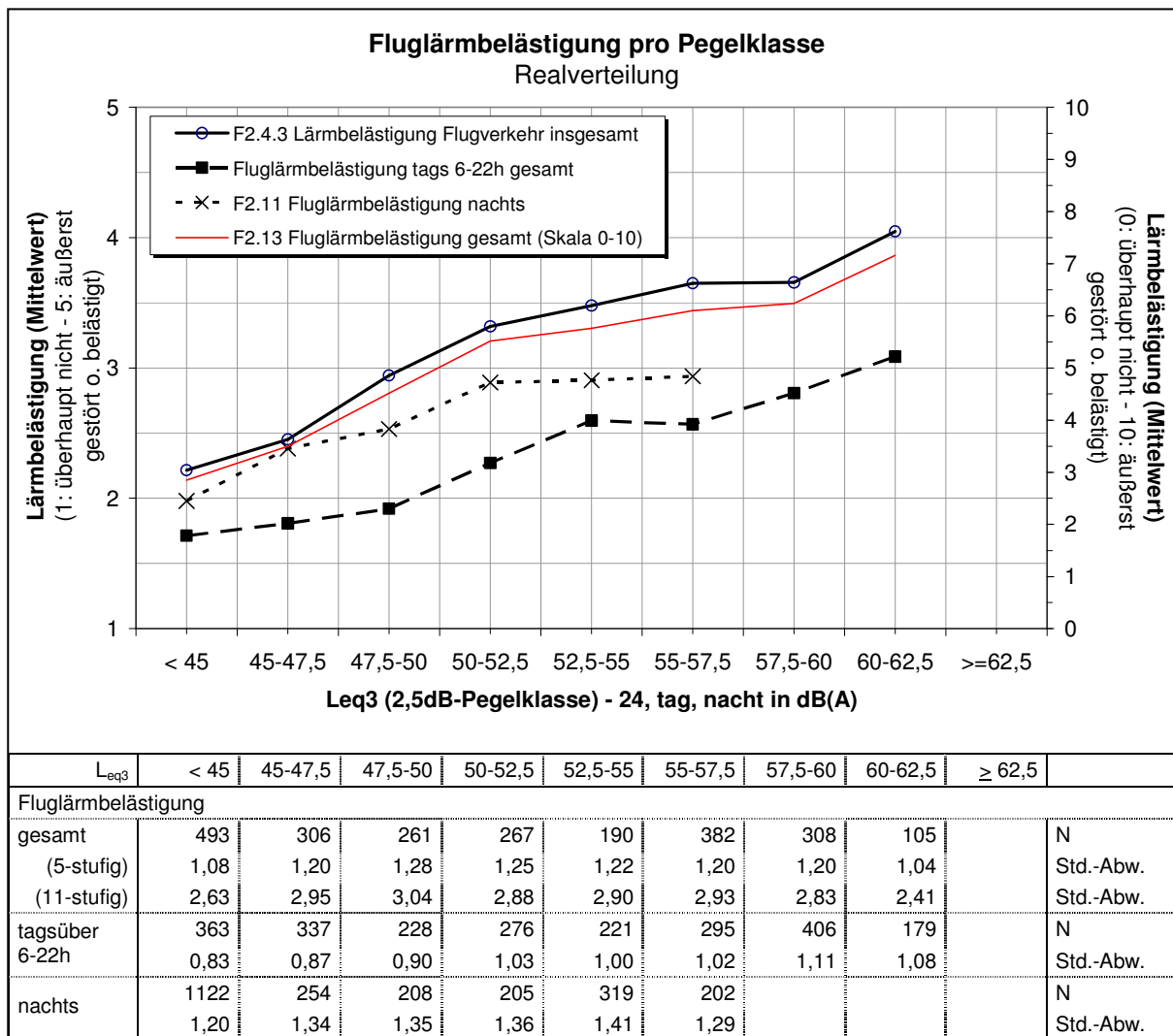


Abbildung 9-9: Fluglärmbelästigung in Abhängigkeit vom L_{eq3} . Pegel berechnet nach der Realverteilung.

Die Fluglärmbelästigung gesamt (5-stufig und 11-stufig [„Messlatte“] erhoben) ist auf den $L_{eq3, 24h}$, die Tagesbelästigung auf den $L_{eq3, tag, 6-22h}$ und die Nachtbelästigung auf den $L_{eq3, nacht 22-6h}$ bezogen.

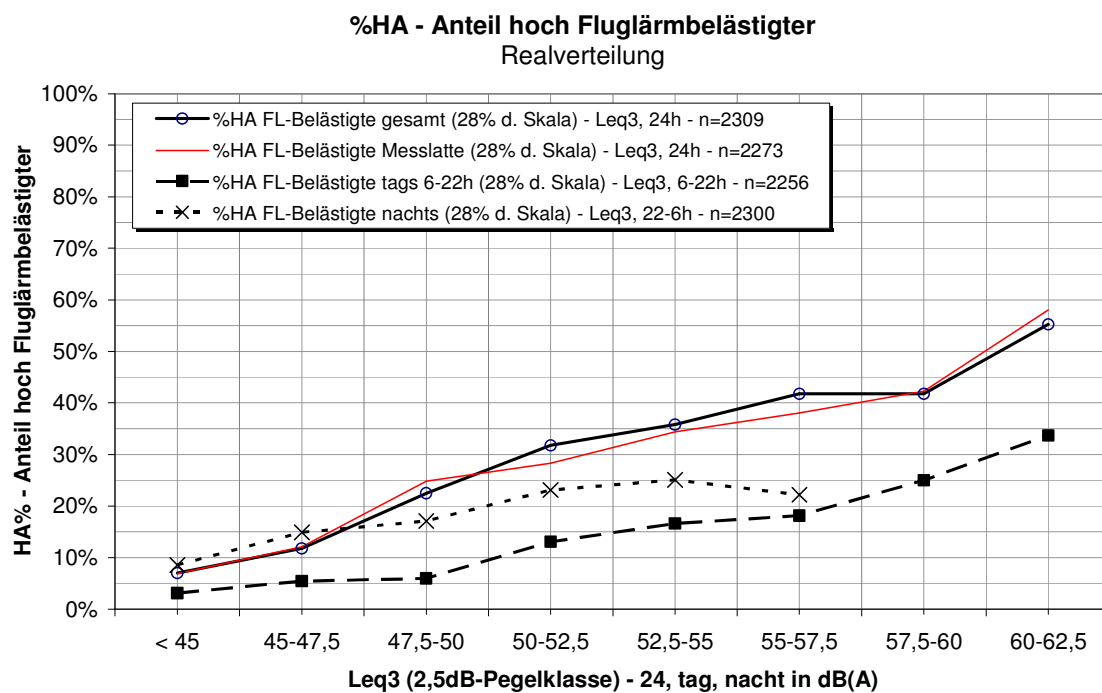
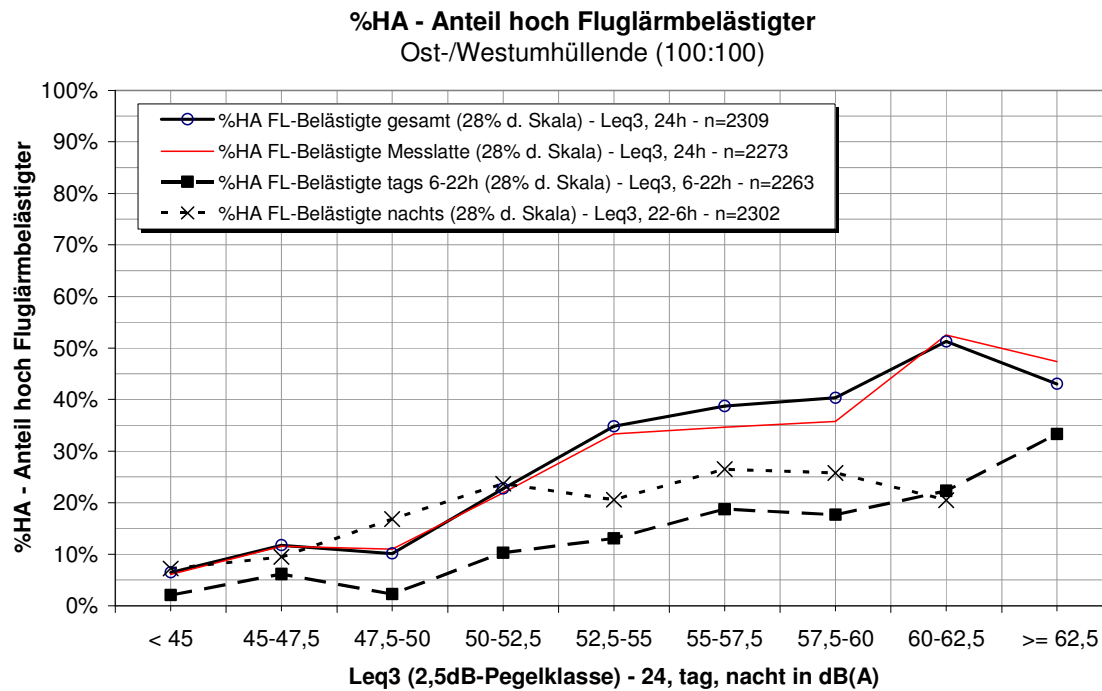


Abbildung 9-10a-b: Anteil hoch Fluglärmbelästigter in Abhängigkeit vom L_{eq3}

(a) Pegel berechnet nach dem 100/100-Verfahren; (b) Pegel berechnet nach der Realverteilung.

Die Fluglärmbelästigung gesamt (5-stufig und 11-stufig [„Messlatte“] erhoben) ist auf den $L_{eq3, 24h}$, die Tagesbelästigung auf den $L_{eq3, tag, 6-22h}$ und die Nachtbelästigung auf den $L_{eq3, nacht 22-6h}$ bezogen.

In der Fachliteratur bzw. den meisten Lärmwirkungsgutachten wird als Schutzkriterium für die Bevölkerung vor unzumubarer Lärmbelästigung ein cut-off-Wert von 25% Anteil hoher Belästigung in der Bevölkerung angegeben. Wendet man dieses Kriterium auf die vorliegenden Daten an, ergibt sich folgendes Bild:

- Bezogen auf die *Fluglärmbelästigung insgesamt* sind in der Pegelklasse 50 - 52,5 dB (47,5 - 50 dB bei Betrachtung der Realverteilung) bereits 25% der Bevölkerung hochgradig durch Fluglärm belästigt.
- *Tagsüber* durch Fluglärm belästigt⁸ finden sich 25% hoch Belästigte in den Pegelklassen > 62,5 dB (Realverteilung: 57,5 - 60 dB).
- *Für nachts* lässt sich der Pegel, ab dem 25% hoch belästigt sind, aufgrund der geringeren Linearität im Anstieg der Belästigung mit zunehmenden Pegel nicht so gut wie für die Fluglärmbelästigung insgesamt und tagsüber abschätzen. Wie die Abbildung zeigt, befinden sich 25% hoch Belästigte bereits in der Pegelklasse 50 – 52,5 dB(A) (bei Pegeln berechnet nach der 100/100-Regel) und dann wieder ab der Pegelklasse 55 - 57,5 dB(A) (Realverteilung: 52,5 – 55 dB(A)).

Auf Basis der vorliegenden Daten wurde eine Dosis-Wirkungsmodellierung vorgenommen und die Ergebnisse mit den im EU-Positionspapier (EC/WG2, 2002) veröffentlichten Dosis-Wirkungskurven zum Fluglärm verglichen. Die Vergleichsanalysen sind im Kapitel 10 dargestellt.

9.3.2 Dosis-Wirkungs-Kurven: Belästigung und L_{eq3} -Pegel pro Untersuchungsgebiet

In Abbildung 9-11 bis Abbildung 9-14 sind die Untersuchungsgebiete in den vier Ortslagen rund um den Frankfurter Flughafen hinsichtlich der Fluglärmbelastung (24h) und Fluglärmbelästigung insgesamt verortet. Die Grafiken in Abbildung 9-15 bis Abbildung 9-18 zeigen die gleiche Darstellungen bezogen auf die nächtliche Belästigung und Geräuschbelastung. Die Geräuschbelastungen sind jeweils nach Realverteilung und nach der 100/100-Regel bestimmt. Hier wird noch einmal deutlich, dass sich die Berechnungsverfahren hinsichtlich der Beziehung zwischen der Geräuschbelastung und der Belästigung kaum voneinander unterscheiden. Zwar sind die absoluten dB-Werte je nach Berechnungsverfahren unterschiedlich, die Positionen der Untersuchungsgebiete zueinander hinsichtlich Geräuschbelastung und Belästigung durch Flugverkehr bleibt allerdings im Wesentlichen gleich.

⁸ Die Tagesbelästigung wurde auf Basis von einzelnen Stundenurteilen im Zeitraum zwischen 6-22 Uhr erfragt und zu einem gemittelten Wert zusammengefasst.

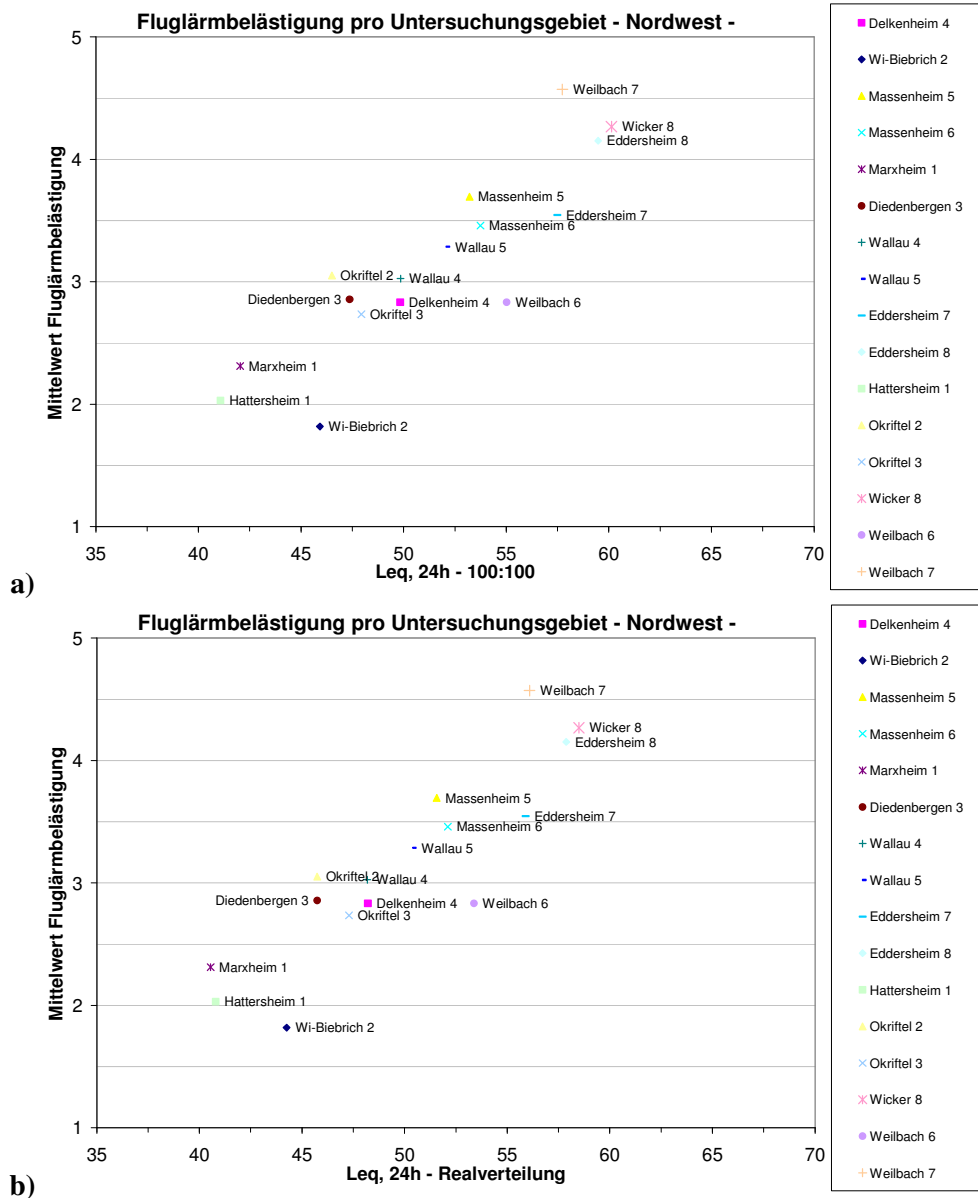


Abbildung 9-11: Fluglärmbelästigung gesamt und Fluglärmbelastung ($L_{eq3, 24h}$) in einzelnen Untersuchungsgebieten in der Ortslage **Nordwest**. a) Geräuschbelastung: Ost-/Westumhüllende (100/100); b) Geräuschbelastung berechnet nach Realverteilung

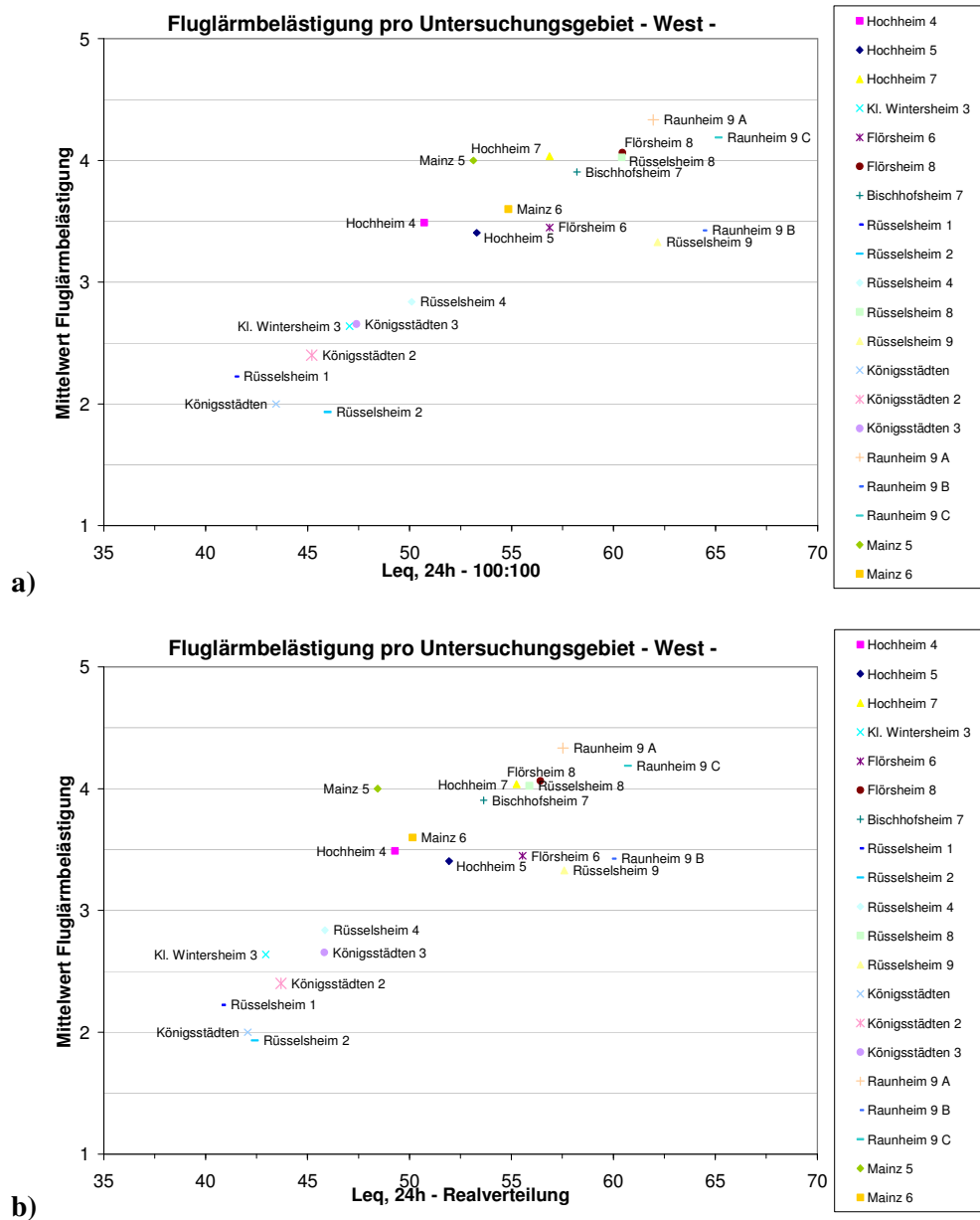


Abbildung 9-12: Fluglärmbelastung gesamt und Fluglärmbelastung ($L_{eq3, 24h}$) in einzelnen Untersuchungsgebieten in der Ortslage West. a) Geräuschbelastung: Ost-/Westumhüllende (100/100); b) Geräuschbelastung berechnet nach Realverteilung

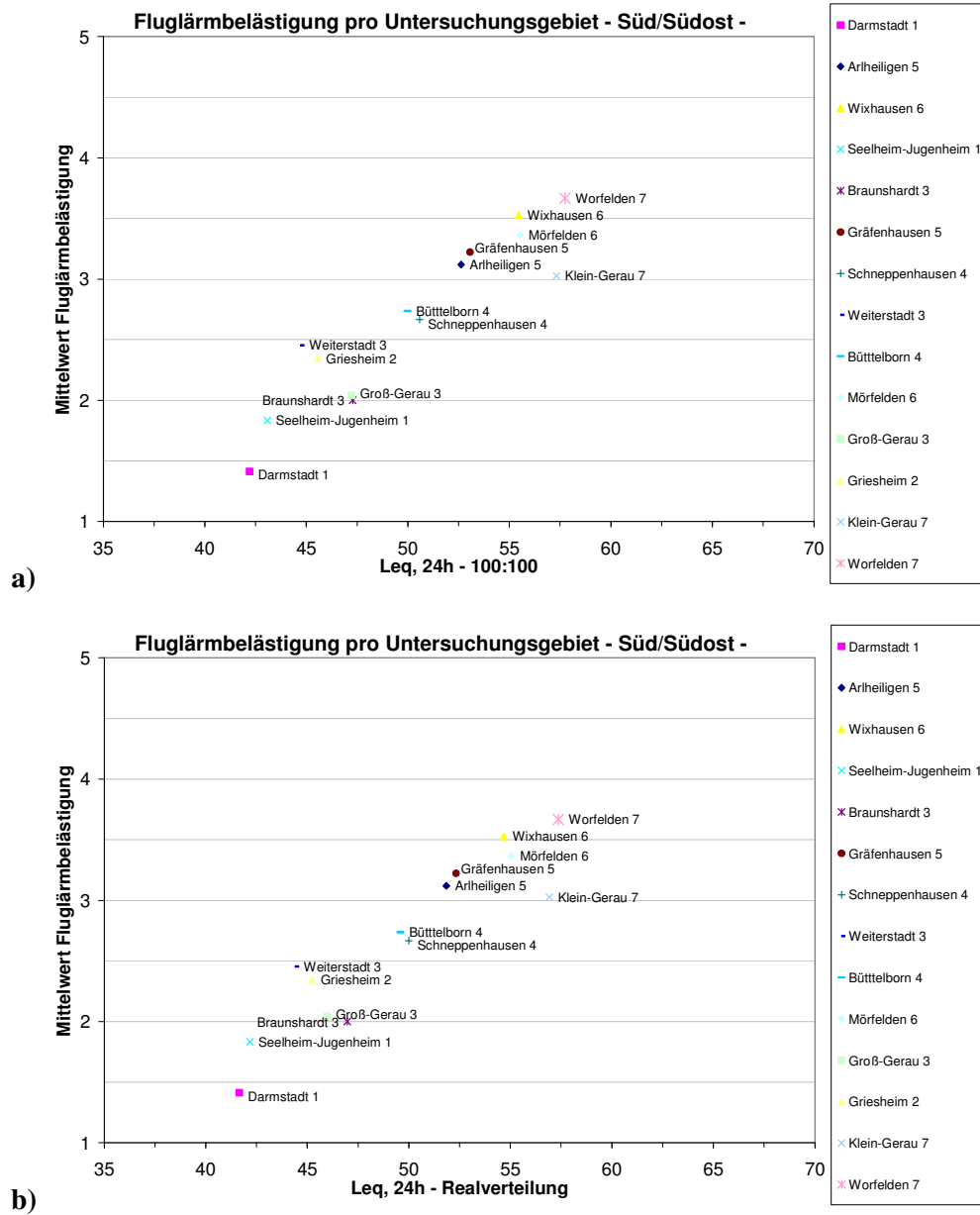


Abbildung 9-13: Fluglärmbelastung gesamt und Fluglärmbelastung ($L_{eq3, 24h}$) in einzelnen Untersuchungsgebieten in der Ortslage Süd/Südost. a) Geräuschbelastung: Ost-/Westumhüllende (100/100); b) Geräuschbelastung berechnet nach Realverteilung

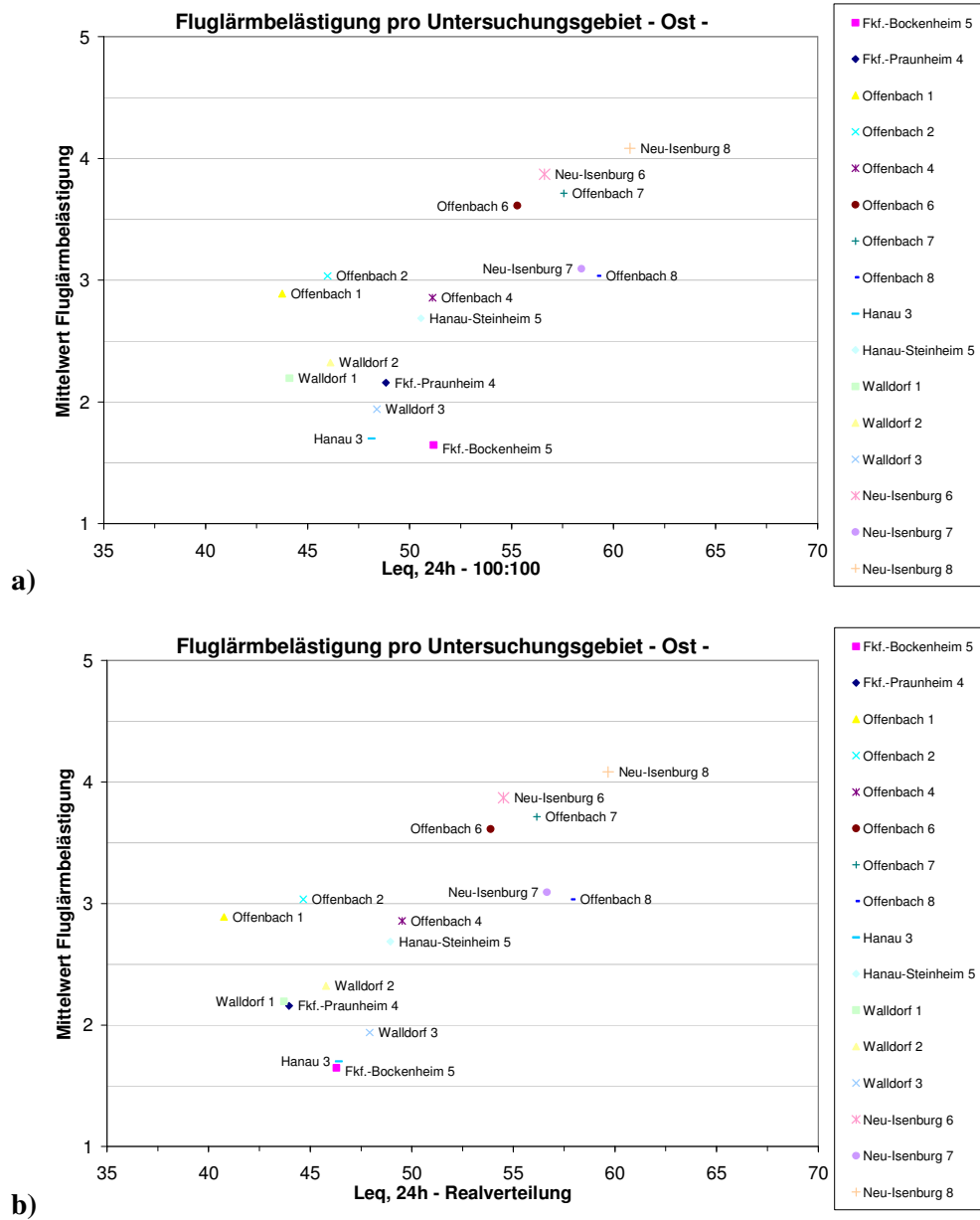


Abbildung 9-14: Fluglärmbelastung gesamt und Fluglärmbelastung ($L_{eq3, 24h}$) in einzelnen Untersuchungsgebieten in der Ortslage **Ost**. a) Geräuschbelastung: Ost-/Westumhüllende (100/100); b) Geräuschbelastung berechnet nach Realverteilung

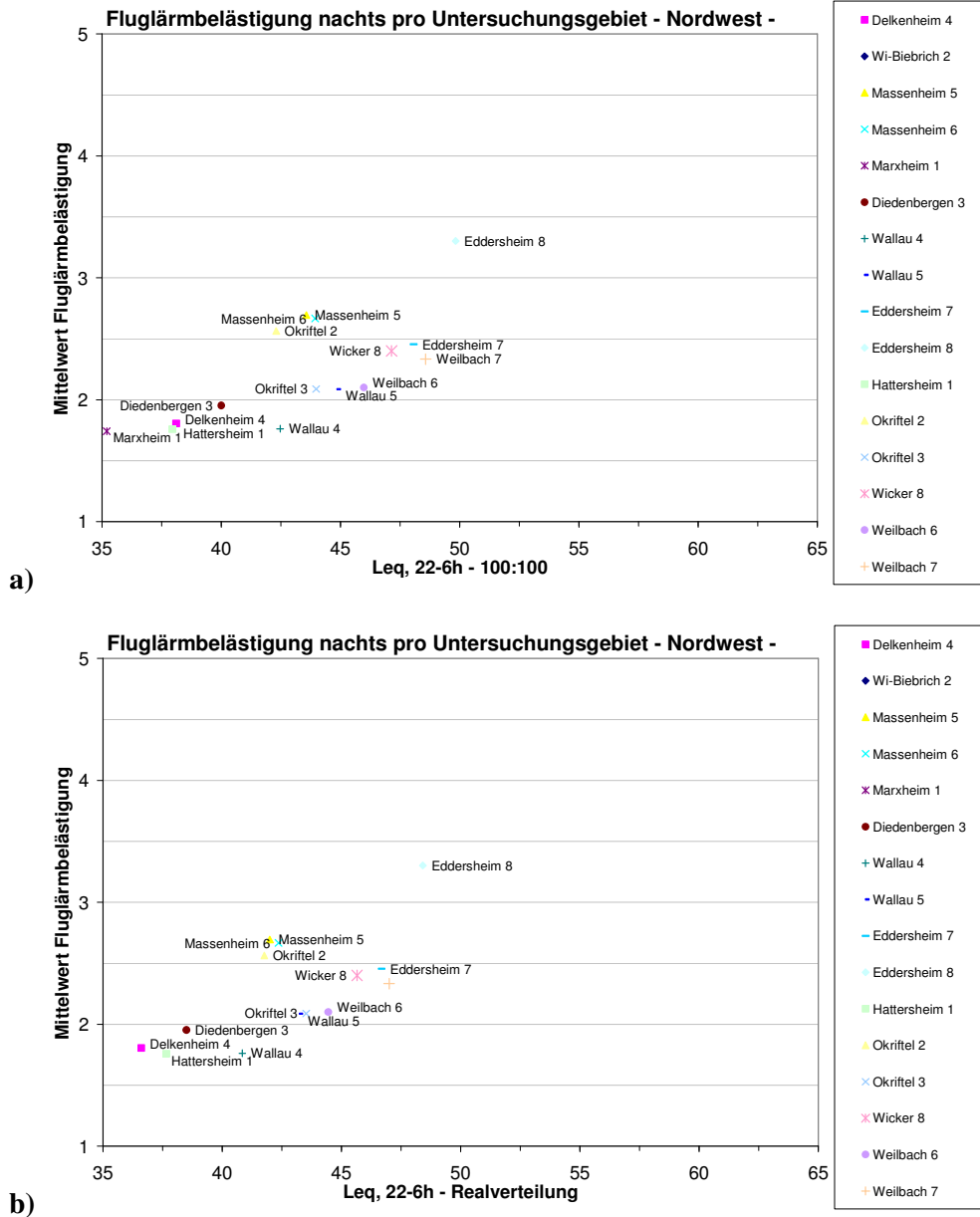


Abbildung 9-15: Fluglärmbelastung nachts und Fluglärmbelastung nachts ($L_{eq3, 22-6h}$) in einzelnen Untersuchungsgebieten in der Ortslage **Nordwest** a) Geräuschbelastung: Ost-/Westumhüllende (100/100); b) Geräuschbelastung berechnet nach Realverteilung

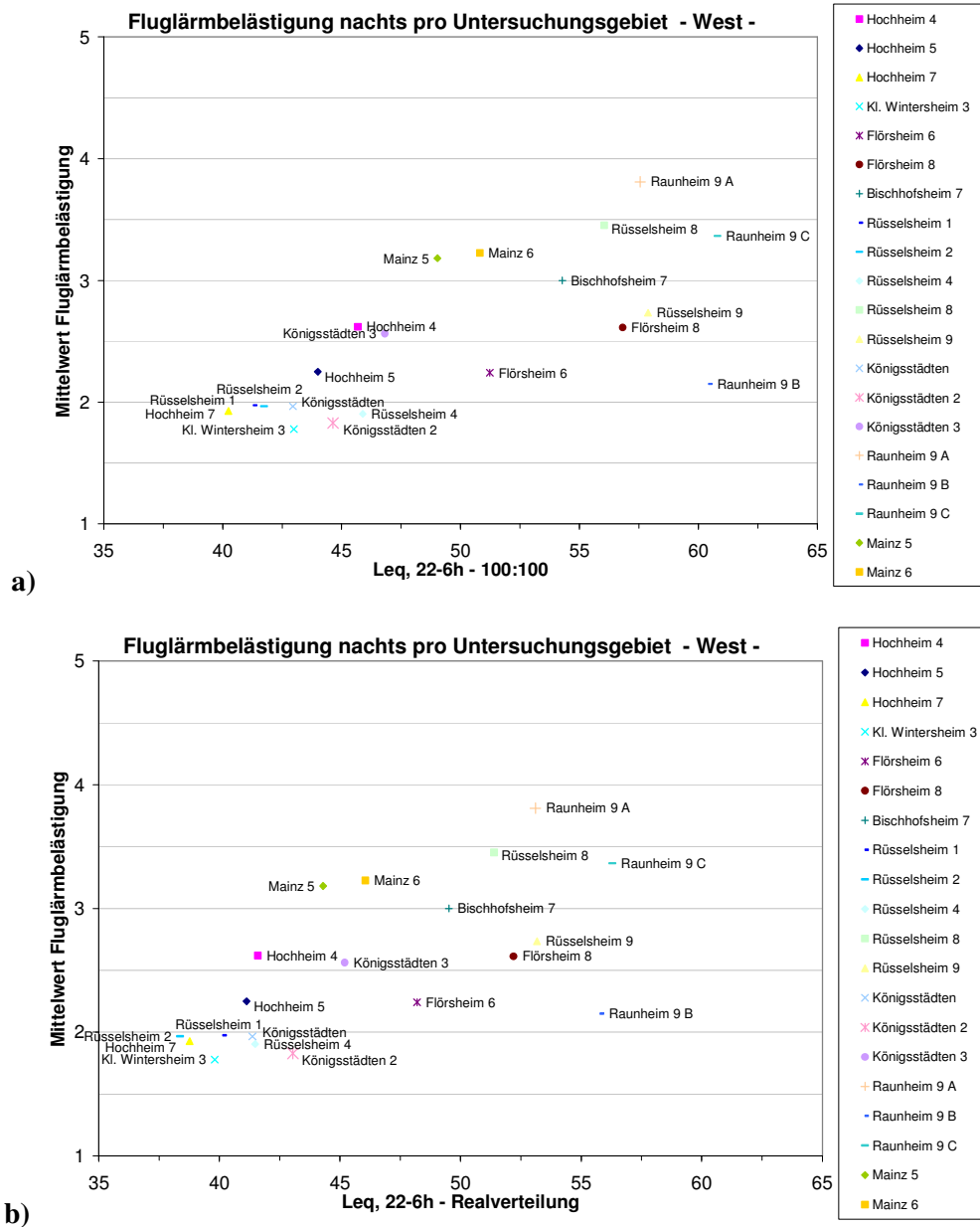


Abbildung 9-16: Fluglärmbelastung nachts und Fluglärmbelastung nachts ($L_{eq3, 22-6h}$) in einzelnen Untersuchungsgebieten in der Ortslage **West** a) Geräuschbelastung: Ost-/Westumhüllende (100/100); b) Geräuschbelastung berechnet nach Realverteilung

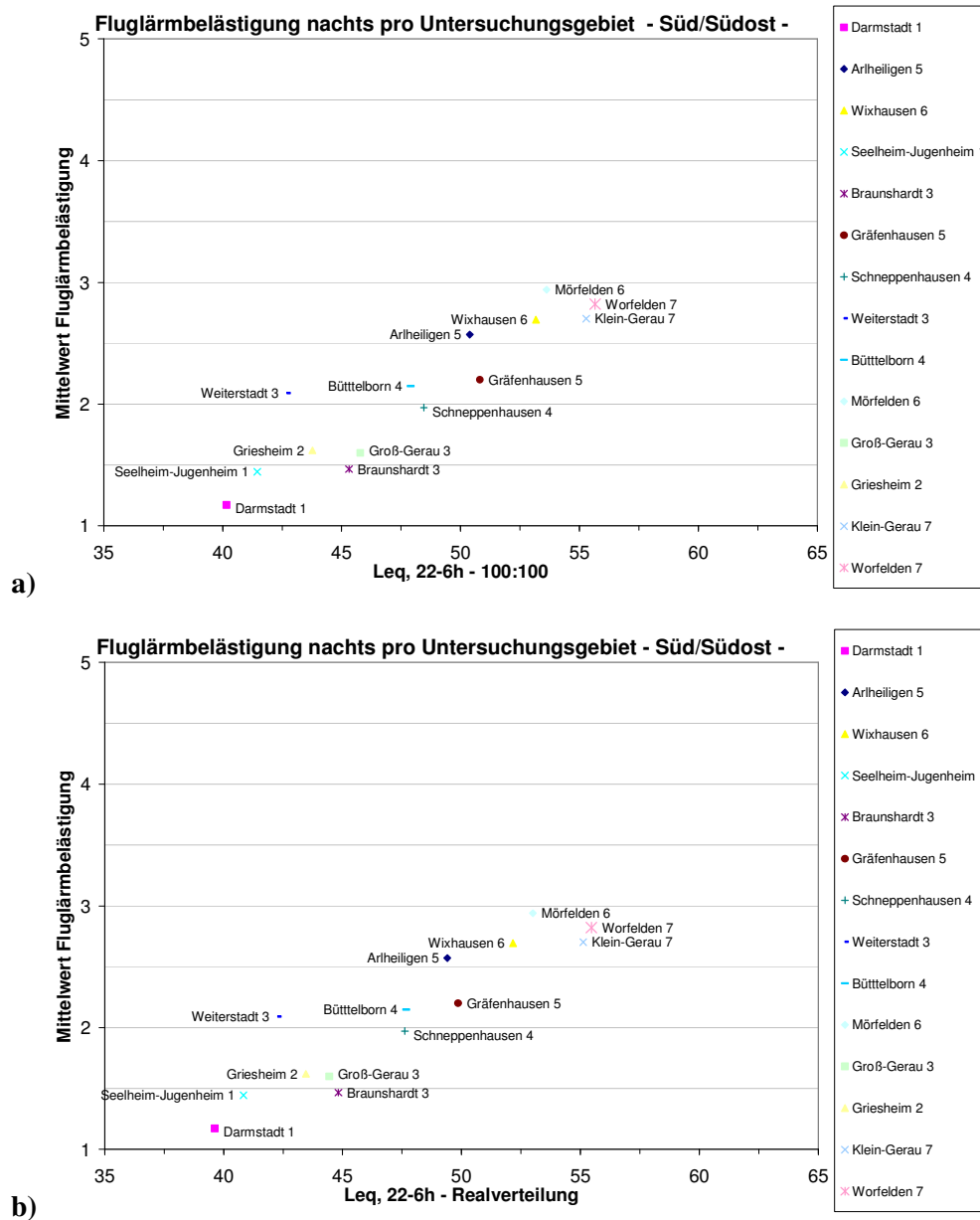


Abbildung 9-17: Fluglärmbelästigung nachts und Fluglärmbelastung nachts ($L_{eq3, 22-6h}$) in einzelnen Untersuchungsgebieten in der Ortslage **Süd/Südost** a) Geräuschbelastung: Ost-/Westumhüllende (100/100); b) Geräuschbelastung berechnet nach Realverteilung

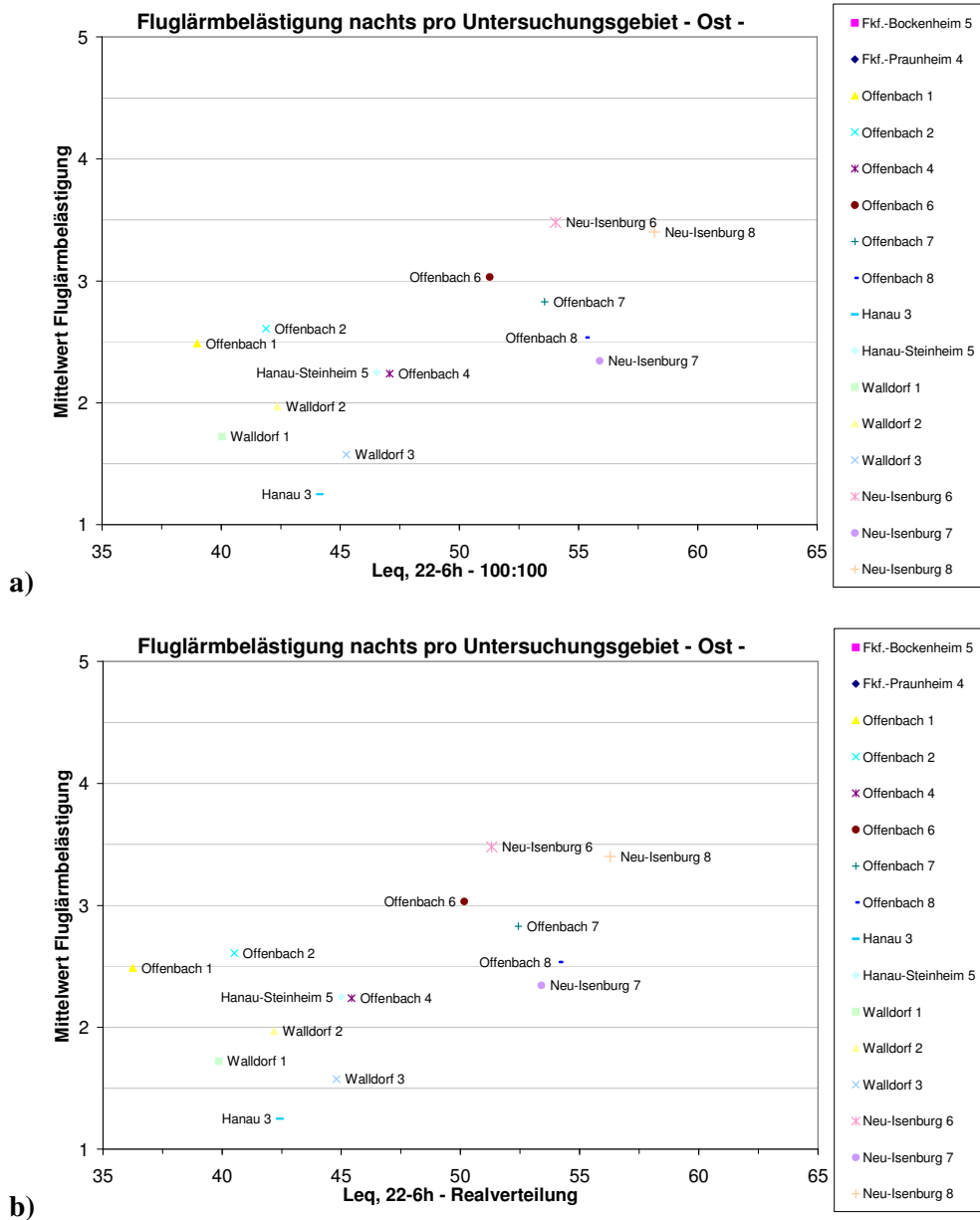


Abbildung 9-18: Fluglärmbelästigung nachts und Fluglärmbelastung nachts ($L_{eq3, 22-6h}$) in einzelnen Untersuchungsgebieten in der Ortslage **Ost** a) Geräuschbelastung: Ost-/Westumhüllende (100/100); b) Geräuschbelastung berechnet nach Realverteilung

Den Prozentanteil hoch Belästigter, die mittlere Belästigung und Geräuschbelastung durch Flugverkehr insgesamt bzw. nachts in den Untersuchungsgebieten sowie die dazugehörigen Standardabweichungen zeigen nachfolgend die Tabellen Tabelle 9-7 und Tabelle 9-8.

Tabelle 9-7: Prozentanteil hoch Fluglärmbelastigter **gesamt** (%HA; Fr. 2.4.3), Mittelwert (Mw) und Standardabweichung (Std) der Belästigung und $L_{eq3, 24h}$ -Pegel berechnet nach Realverteilung bzw. 100/100-Regel

Orts-lage	Gebiet	n	Belästigung gesamt (Fr. 2.4.3)			$L_{eq3, 24h}$ - 100/100		$L_{eq3, 24h}$ - Realverteilung	
			%HA	Mw	Std	Mw	Std	Mw	Std
Nord-west	Weilbach 7	21	76%	4,57	0,68	57,74	0,93	56,09	0,92
	Wicker 8	30	62%	4,27	0,87	60,13	0,27	58,50	0,27
	Eddersheim 8	33	59%	4,15	1,00	59,48	0,92	57,88	0,91
	Massenheim 5	36	41%	3,69	1,12	53,21	0,55	51,57	0,55
	Eddersheim 7	33	35%	3,55	1,12	57,49	0,50	55,90	0,49
	Wallau 5	35	31%	3,29	1,30	52,07	0,24	50,40	0,24
	Massenheim 6	24	30%	3,46	1,06	53,75	0,12	52,11	0,12
	Okriftel 2	39	25%	3,05	1,28	46,51	0,32	45,75	0,29
	Wallau 4	38	22%	3,03	1,20	49,85	0,43	48,18	0,42
	Delkenheim 4	36	18%	2,83	1,16	49,84	0,27	48,21	0,27
	Okriftel 3	34	14%	2,74	1,11	47,94	0,44	47,29	0,42
	Weilbach 6	30	13%	2,83	1,05	55,02	0,61	53,38	0,61
	Diedenberg 3	21	12%	2,86	1,01	47,37	0,74	45,75	0,73
	Hattersheim 1	33	6%	2,03	1,10	41,08	0,37	40,80	0,35
	Marxheim 1	32	3%	2,31	0,90	42,04	0,49	40,55	0,46
	Wi-Biebrich 2	33	2%	1,82	0,95	45,93	0,37	44,25	0,37
West	Raunheim 9 A	42	66%	4,33	0,87	61,94	0,70	57,53	0,66
	Raunheim 9 C	85	58%	4,19	0,87	65,15	0,53	60,72	0,53
	Hochheim 7	28	58%	4,04	1,14	56,87	0,11	55,25	0,11
	Mainz 5	33	56%	4,00	1,16	53,13	0,60	48,43	0,59
	Flörsheim 8	31	52%	4,06	0,89	60,43	0,64	56,42	0,38
	Rüsselsheim 8	42	51%	4,02	0,95	60,41	1,13	55,88	1,12
	Bischhofsheim 7	21	50%	3,90	1,18	58,20	0,25	53,64	0,22
	Mainz 6	40	42%	3,60	1,28	54,85	0,23	50,16	0,23
	Hochheim 5	32	37%	3,41	1,36	53,29	0,56	51,95	0,51
	Hochheim 4	43	34%	3,49	1,14	50,72	0,14	49,29	0,12
	Rüsselsheim 9	167	32%	3,33	1,25	62,16	1,12	57,59	1,11
	Raunheim 9 B	47	30%	3,43	1,08	64,40	0,11	59,96	0,10
	Flörsheim 6	29	24%	3,45	0,83	56,87	0,42	55,55	0,43
	Rüsselsheim 4	31	15%	2,84	1,07	50,10	0,63	45,85	0,68
	Kl. Wintersheim 3	36	14%	2,64	1,17	47,05	0,83	42,95	0,66
	Königsstädten 3	32	13%	2,66	1,18	47,39	0,95	45,82	0,93
	Königsstädten 2	35	6%	2,40	0,95	45,21	0,93	43,70	0,89
	Rüsselsheim 1	40	6%	2,23	1,00	41,45	0,17	40,81	0,16
	Rüsselsheim 2	30	3%	1,93	1,01	45,98	0,98	42,41	0,81
	Königsstädten	29	1%	2,00	0,86	43,45	3,32	42,07	2,71
Süd	Worfelden 7	39	38%	3,67	1,03	57,74	0,59	57,36	0,59
	Wixhausen 6	36	36%	3,53	1,13	55,47	0,27	54,69	0,27
	Mörfelden 6	33	33%	3,36	1,25	55,53	0,85	55,05	0,85
	Gräfenhausen 5	36	31%	3,22	1,31	53,07	0,58	52,33	0,58
	Arlheiligen 5	42	25%	3,12	1,19	52,62	0,48	51,85	0,48
	Klein-Gerau 7	37	17%	3,03	1,01	57,32	0,58	56,93	0,58
	Büttelborn 4	34	13%	2,74	1,16	49,98	0,59	49,59	0,58
	Schneppenhausen 4	36	11%	2,67	1,07	50,57	0,38	50,00	0,36
	Weiterstadt 3	22	11%	2,45	1,14	44,72	0,30	44,40	0,29
	Griesheim 2	29	9%	2,34	1,14	45,56	0,52	45,24	0,51
	Braunshardt 3	45	6%	2,00	1,11	47,29	0,40	46,97	0,40
	Seelheim-Jugenheim 1	36	2%	1,83	0,94	43,09	0,68	42,18	0,66
	Groß-Gerau 3	25	2%	2,04	0,84	47,22	0,45	45,99	0,37
	Darmstadt 1	29	0%	1,41	0,63	42,21	0,56	41,66	0,54
Ost	Neu-Isenburg 8	25	60%	4,08	1,18	60,80	0,71	59,66	0,87
	Neu-Isenburg 6	23	57%	3,87	1,46	56,61	1,52	54,52	1,84
	Offenbach 7	35	50%	3,71	1,41	57,56	0,33	56,15	0,30
	Offenbach 6	31	40%	3,61	1,23	55,28	0,52	53,88	0,50
	Offenbach 8	29	32%	3,03	1,52	59,21	0,15	57,87	0,21
	Neu-Isenburg 7	32	26%	3,09	1,30	58,42	0,69	56,65	0,88
	Offenbach 2	29	24%	3,03	1,24	45,98	0,24	44,66	0,44
	Hanau-Steinheim 5	32	21%	2,69	1,45	50,56	4,25	48,94	4,02
	Offenbach 1	36	21%	2,89	1,28	43,75	0,42	40,76	0,30
	Offenbach 4	21	17%	2,86	1,15	51,12	0,58	49,52	0,34
	Walldorf 2	34	11%	2,32	1,20	46,12	0,45	45,78	0,38
	Hanau 3	20	7%	1,70	1,17	48,13	0,52	46,40	0,52
	Walldorf 1	36	7%	2,19	1,12	44,11	0,41	43,70	0,37
	Walldorf 3	33	7%	1,94	1,12	48,39	0,40	47,93	0,40
	Fkf.-Bockenheim 5	17	2%	1,65	0,86	51,17	0,21	46,29	0,21
	Fkf.-Praunheim 4	19	2%	2,16	0,90	48,84	0,36	43,96	0,36

Tabelle 9-8: Prozentanteil hoch Fluglärmbelastigter **nachts** (%HA), Mittelwert (Mw) und Standardabweichung (Std) der nächtlichen Belästigung und $L_{eq3, 22-6h}$ -Pegel berechnet nach Realverteilung bzw. 100/100-Regel

Orts- lage	Gebiet	n	Belästigung nachts			$L_{eq3, 22-6h}$ - 100/100		$L_{eq3, 22-6h}$ - Realverteilung	
			%HA	Mw	Std	Mw	Std	Mw	Std
Nord- west	Eddersheim 8	33	30%	3,30	1,24	49,83	1,00	48,42	1,00
	Massenheim 6	24	24%	2,67	1,49	43,94	1,06	42,37	1,06
	Okriftel 2	39	14%	2,56	1,27	42,31	1,28	41,77	1,28
	Massenheim 5	36	13%	2,69	1,14	43,58	1,12	42,01	1,12
	Wicker 8	30	12%	2,40	1,25	47,15	0,87	45,66	0,87
	Eddersheim 7	33	11%	2,45	1,20	48,08	1,12	46,69	1,12
	Weilbach 7	21	10%	2,33	1,15	48,58	0,68	47,01	0,68
	Wallau 5	35	9%	2,09	1,25	44,86	1,30	43,24	1,30
	Delkenheim 4	36	9%	1,81	1,24	38,11	1,16	36,61	1,16
	Weilbach 6	30	7%	2,10	1,09	45,99	1,05	44,46	1,05
	Okriftel 3	34	5%	2,09	1,08	43,99	1,11	43,53	1,11
	Hattersheim 1	33	4%	1,76	1,03	37,96	1,10	37,67	1,10
	Marxheim 1	32	3%	1,74	0,96	35,20	0,90	33,98	0,90
	Diedenberg 3	21	2%	1,95	0,92	40,00	1,01	38,51	1,01
	Wallau 4	38	1%	1,76	0,82	42,47	1,20	40,85	1,20
	Wi-Biebrich 2	33	1%	1,33	0,69	33,73	0,95	32,11	0,95
West	Raunheim 9 A	42	47%	3,81	1,13	57,55	0,87	53,11	0,87
	Rüsselsheim 8	42	41%	3,45	1,43	56,05	0,95	51,39	0,95
	Mainz 5	33	38%	3,18	1,59	49,03	1,16	44,30	1,16
	Mainz 6	40	35%	3,23	1,48	50,82	1,28	46,05	1,28
	Raunheim 9 C	85	28%	3,36	1,06	60,81	0,87	56,30	0,87
	Mörfelden 6	33	25%	2,94	1,39	53,62	1,25	53,01	1,25
	Bischhofsheim 7	21	23%	3,00	1,30	54,28	1,18	49,52	1,18
	Hochheim 4	43	23%	2,62	1,51	45,68	1,14	41,59	1,14
	Flörsheim 8	31	21%	2,61	1,48	56,82	0,89	52,20	0,89
	Rüsselsheim 9	167	19%	2,73	1,33	57,89	1,25	53,17	1,25
	Königsstädten 3	32	18%	2,56	1,41	46,82	1,18	45,20	1,18
	Flörsheim 6	29	11%	2,24	1,27	51,24	0,83	48,20	0,83
	Raunheim 9 B	47	9%	2,15	1,22	60,44	1,08	55,78	1,08
	Rüsselsheim 1	40	9%	1,98	1,19	41,30	1,00	40,15	1,00
	Hochheim 5	32	7%	2,25	1,11	44,00	1,36	41,13	1,36
	Rüsselsheim 4	31	6%	1,90	1,11	45,89	1,07	41,48	1,07
	Kl. Wintersheim 3	36	6%	1,78	1,15	43,00	1,17	39,81	1,17
	Rüsselsheim 2	30	6%	1,97	1,16	41,74	1,01	38,37	1,01
	Hochheim 7	28	5%	1,93	1,05	40,25	1,14	38,77	1,14
	Königsstädten	29	4%	1,97	0,98	42,96	0,86	41,37	0,86
	Königsstädten 2	35	3%	1,83	1,01	44,64	0,95	43,05	0,95
Süd	Worfelden 7	39	22%	2,82	1,37	55,66	1,03	55,47	1,03
	Wixhausen 6	36	19%	2,69	1,37	53,17	1,13	52,17	1,13
	Arlheiligen 5	42	19%	2,57	1,40	50,39	1,19	49,41	1,19
	Weiterstadt 3	22	16%	2,09	1,51	42,71	1,14	42,28	1,14
	Klein-Gerau 7	37	15%	2,70	1,20	55,29	1,01	55,12	1,01
	Gräfenhausen 5	36	13%	2,20	1,32	50,82	1,31	49,86	1,31
	Büttelborn 4	34	6%	2,15	1,10	47,90	1,16	47,68	1,16
	Schneppenhausen 4	36	6%	1,97	1,08	48,46	1,07	47,63	1,07
	Braunshardt 3	45	3%	1,47	0,89	45,31	1,11	44,83	1,11
	Griesheim 2	29	1%	1,62	0,78	43,77	1,14	43,46	1,14
	Seelheim-Jugenheim 1	36	1%	1,44	0,73	41,46	0,94	40,84	0,94
	Groß-Gerau 3	25	0%	1,60	0,76	45,79	0,84	44,45	0,84
	Darmstadt 1	29	0%	1,17	0,38	40,17	0,63	39,63	0,63
Ost	Neu-Isenburg 6	23	43%	3,48	1,50	54,04	1,46	51,32	1,46
	Neu-Isenburg 8	25	38%	3,40	1,35	58,18	1,18	56,28	1,18
	Offenbach 6	31	27%	3,03	1,40	51,27	1,23	50,16	1,23
	Offenbach 8	29	23%	2,54	1,57	55,31	1,52	54,16	1,52
	Offenbach 2	29	19%	2,61	1,34	41,89	1,24	40,52	1,24
	Offenbach 1	36	18%	2,49	1,40	39,00	1,28	36,25	1,28
	Offenbach 7	35	17%	2,83	1,20	53,57	1,41	52,44	1,41
	Hanau-Steinheim 5	32	16%	2,25	1,41	46,54	1,45	45,01	1,45
	Neu-Isenburg 7	32	13%	2,34	1,38	55,89	1,30	53,40	1,30
	Walldorf 2	34	13%	1,97	1,38	42,37	1,20	42,19	1,20
	Offenbach 4	21	11%	2,24	1,26	47,07	1,15	45,44	1,15
	Walldorf 1	36	6%	1,72	1,09	40,04	1,12	39,86	1,12
	Walldorf 3	33	5%	1,58	1,09	45,26	1,12	44,80	1,12
	Fkf.-Praunheim 4	19	4%	1,67	1,03	27,71	0,90	24,67	0,90
	Hanau 3	20	2%	1,25	0,72	44,14	1,17	42,42	1,17
	Fkf.-Bockenheim 5	17	0%	1,31	0,60	31,91	0,86	28,32	0,86

Aus den dargestellten Abbildungen und Tabellen wird ersichtlich, in welchen Gebieten (getrennt dargestellt für die einzelnen Ortslagen) die höchsten Belästigungswerte tags und nachts resultieren. Die Abbildungen zeigten dies jeweils für die Mittelwerte der Belästigung. In den Tabellen ist zudem der Anteil der Hochbelästigten aufgelistet. Danach sind am stärksten durch den Fluglärm belästigt:

- In der Ortslage Nordwest am Tage die Anwohner in Weilbach, Wicker und Eddersheim. Nachts sind es die Anwohner in Eddersheim, Hattersheim und Okriftel und Massenheim.
- Im Westen sind tagsüber die Anwohner in Raunheim, Flörsheim, Hochheim und Rüsselsheim am stärksten durch Fluglärm belästigt, nachts sind es die Anwohner in Raunheim, Rüsselsheim und in Mainz.
- In der Ortslage Süd/Südost sind tagsüber die Anwohner in Worfelden, Wixhausen und Mörfelden am stärksten belästigt, nachts sind es die Anwohner von Mörfelden, Worfelden, Klein-Gerau und Arheiligen.
- In der Ortslage Ost sind sowohl tagsüber als auch nachts die Anwohner in Offenbach und Neu-Isenburg diejenigen mit den höchsten Lärmbelästigungswerten.

9.3.3 Dosis-Wirkungs-Kurven für Aktivitätenstörungen

In der Breiterehebung wurde danach gefragt, in welchem Ausmaß der Fluglärm in den letzten 12 Monaten in verschiedenen Situationen zu Hause gestört hat (Fragenblock 2.12ff). Das Ausmaß der Störung wurde auf einer 5-stufigen Antwortskala von (1) überhaupt nicht bis (5) äußerst gestört erfasst. Die Antworten zu den insgesamt 10 Situationen wurden zu Scores zusammengefasst, die die Aktivitätenstörungen durch Fluglärm kennzeichnen. Soweit die Antworten mehrerer Einzelfragen zu einem Score pro Person zusammengefasst wurden, erfolgte dies durch Berechnung des Mittelwerts der Urteile zu den zugehörigen Einzelfragen.

Tabelle 9-9: Übersicht der Scores für fluglärmbedingte Aktivitätenstörungen

Aktivitätenstörung	Mittelwerts-Score aus den Fragen ...	Cronbachs Alpha
Kommunikationsstörungen außen	- (Einzelfrage F2.12.6) -	-
Ruhestörungen außen	- (Einzelfrage F2.12.7) -	-
Kommunikationsstörungen innen	F2.12.1-2, F2.12.5	0,92
Ruhestörungen innen	F2.12.3-4	0,93
Nachtstörungen	F2.12.8-10	0,92

Cronbachs Alpha als Wert der internen Konsistenz eines Scores bewegt sich in einem Wertebereich von 0 bis 1,0. Hohe Interkorrelationen der Items (Einzelfragen) spiegeln sich in einem hohen Alpha-Koeffizienten wieder, die Items erfassen das Gleiche. Niedrige Koeffizienten bedeuten eine geringe bzw. keine Interkorrelation, die Items erfassen etwas Unterschiedliches. Ein Cronbachs Alpha > 0,70 weist auf einen konsistenten, reliablen Score hin.

Die Störung von Aktivitäten durch Fluglärm weist neben der Lärmbelästigung die engste Beziehung zur akustischen Belastung auf, wie die Korrelationswerte in der nachstehenden Tabelle 9-10 zeigen. Dabei korrelieren die berichteten innerhäusigen Kommunikationsstörungen am stärksten mit den L_{eq3} -Pegeln (mit dem Tagespegel und 24-Pegel höher als mit dem Nachtpegel). Die berichteten Nachtstörungen korrelieren etwas stärker mit dem 24h- und Tagespegel als mit dem Nachtpegel; ein Ergebnis,

das in vielen Lärmwirkungsstudien anzutreffen ist, in denen nächtliche Beeinträchtigungen durch Lärm tagsüber in Befragungen erfasst werden.

Tabelle 9-10: Produkt-Moment-Korrelation zwischen L_{eq3} -Werten und Aktivitätenstörungen

Pegel		Ost-/Westumhüllende (100/100)			Realverteilung		
Aktivitätenstörungen		$L_{eq3, 24h}$	$L_{eq3,6-22h}$	$L_{eq3, 22-6h}$	$L_{eq3, 24h}$	$L_{eq3,6-22h}$	$L_{eq3, 22-6h}$
Kommunikationsstörungen außen	r n	,424(**) 2307	,428(**) 2307	,342(**) 2307	,420(**) 2307	,426(**) 2307	,317(**) 2307
Ruhestörungen außen	r n	,403(**) 2305	,407(**) 2305	,321(**) 2305	,396(**) 2305	,402(**) 2305	,296(**) 2305
Ruhestörungen innen	r n	,440(**) 2310	,442(**) 2310	,364(**) 2310	,432(**) 2310	,435(**) 2310	,333(**) 2310
Kommunikationsstörungen innen	r n	,496(**) 2310	,497(**) 2310	,414(**) 2310	,489(**) 2310	,493(**) 2310	,383(**) 2310
Nachtstörungen	r n	,383(**) 2310	,381(**) 2310	,368(**) 2310	,359(**) 2310	,359(**) 2310	,331(**) 2310
F2.12.8 Einschlafen	r n	,392(**) 2309	,390(**) 2309	,372(**) 2309	,375(**) 2309	,374(**) 2309	,339(**) 2309
F2.12.9 Nachtschlaf	r n	,298(**) 2310	,296(**) 2310	,290(**) 2310	,284(**) 2310	,283(**) 2310	,266(**) 2310
F2.12.10 Aufwachen	r n	,378(**) 2307	,376(**) 2307	,363(**) 2307	,343(**) 2307	,344(**) 2307	,317(**) 2307

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Tabelle 9-11: Produkt-Moment-Korrelation zwischen Fluglärmelastigung und Aktivitätenstörungen

Aktivitätenstörungen		Fluglärmelastigung gesamt	Fluglärmelastigung tags 6-22h	Fluglärmelastigung nachts
Kommunikationsstörungen außen	r n	,792(**) 2304	,730(**) 2260	,670(**) 2298
Ruhestörungen außen	r n	,773(**) 2302	,720(**) 2258	,667(**) 2296
Ruhestörungen innen	r n	,761(**) 2307	,738(**) 2263	,713(**) 2301
Kommunikationsstörungen innen	r n	,764(**) 2307	,743(**) 2263	,678(**) 2301
Nachtstörungen	r n	,707(**) 2307	,708(**) 2263	,840(**) 2301
F2.12.8 Einschlafen	r n	,701(**) 2306	,694(**) 2262	,790(**) 2300
F2.12.9 Nachtschlaf	r n	,633(**) 2307	,620(**) 2263	,822(**) 2301
F2.12.10 Aufwachen	r n	,640(**) 2304	,661(**) 2260	,735(**) 2298

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Die Beziehung zwischen dem geäußerten Ausmaß der fluglärmbedingten Störungen von Aktivitäten und der Fluglärmelastigung ist in Tabelle 9-11 dargestellt. Dort sind die Korrelationswerte zwischen den Störungs- und Belastungsvariablen angegeben. Die Aktivitätenstörungen tagsüber (Kommunikations-/Ruhestörungen) stehen vor allem mit der Fluglärmelastigung insgesamt in enger Beziehung, am stärksten korreliert hier die Kommunikationsstörungen außen mit der Fluglärmelastigung gesamt. Die nächtlichen Störungen korrelieren dagegen erwartungsgemäß stärker mit der Fluglärmelastigung nachts.

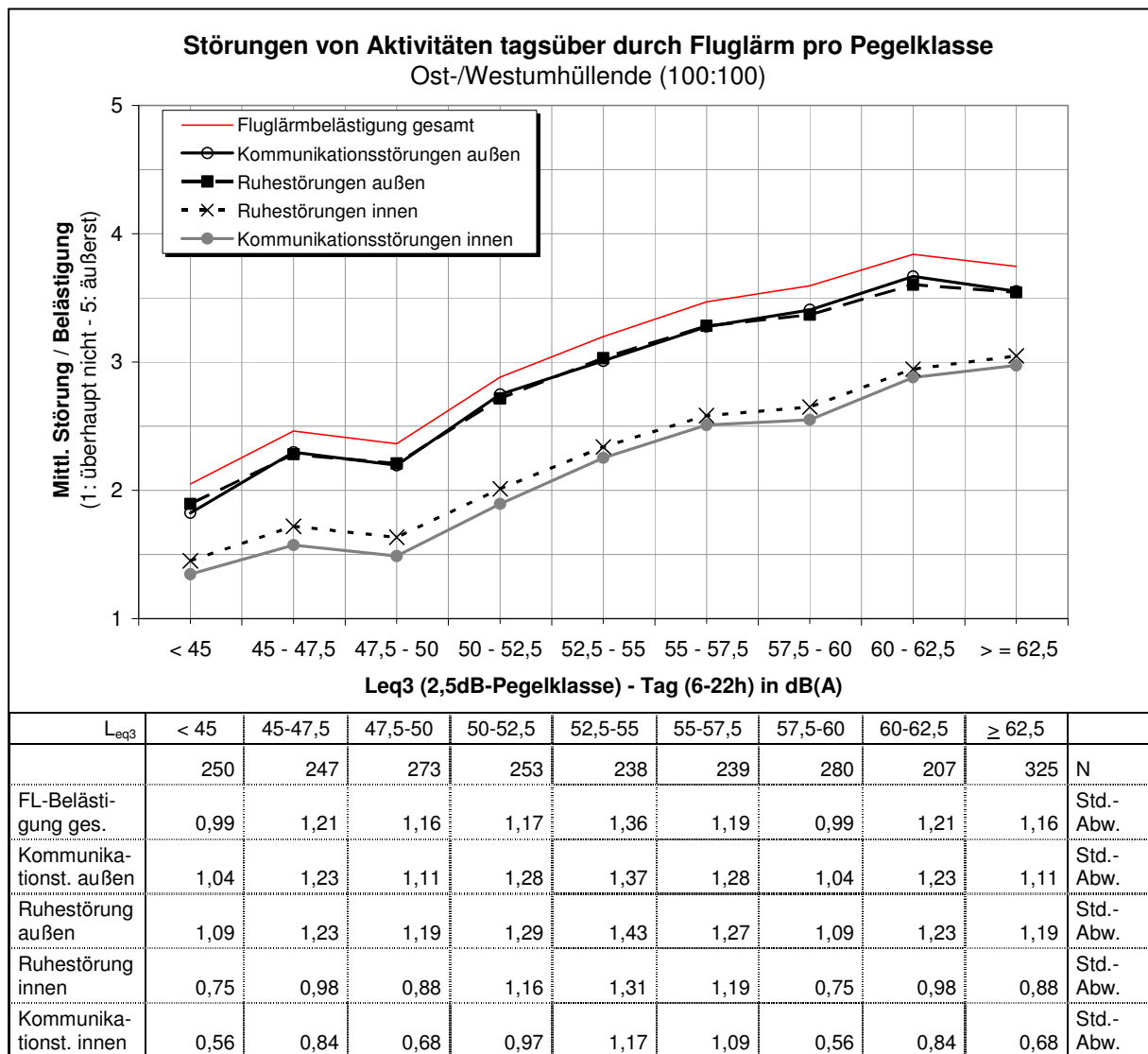


Abbildung 9-19: Störungen von Aktivitäten tagsüber und Fluglärmbelästigung gesamt in Abhängigkeit vom $L_{eq3, tag, 6-22h}$, berechnet nach dem 100/100-Verfahren

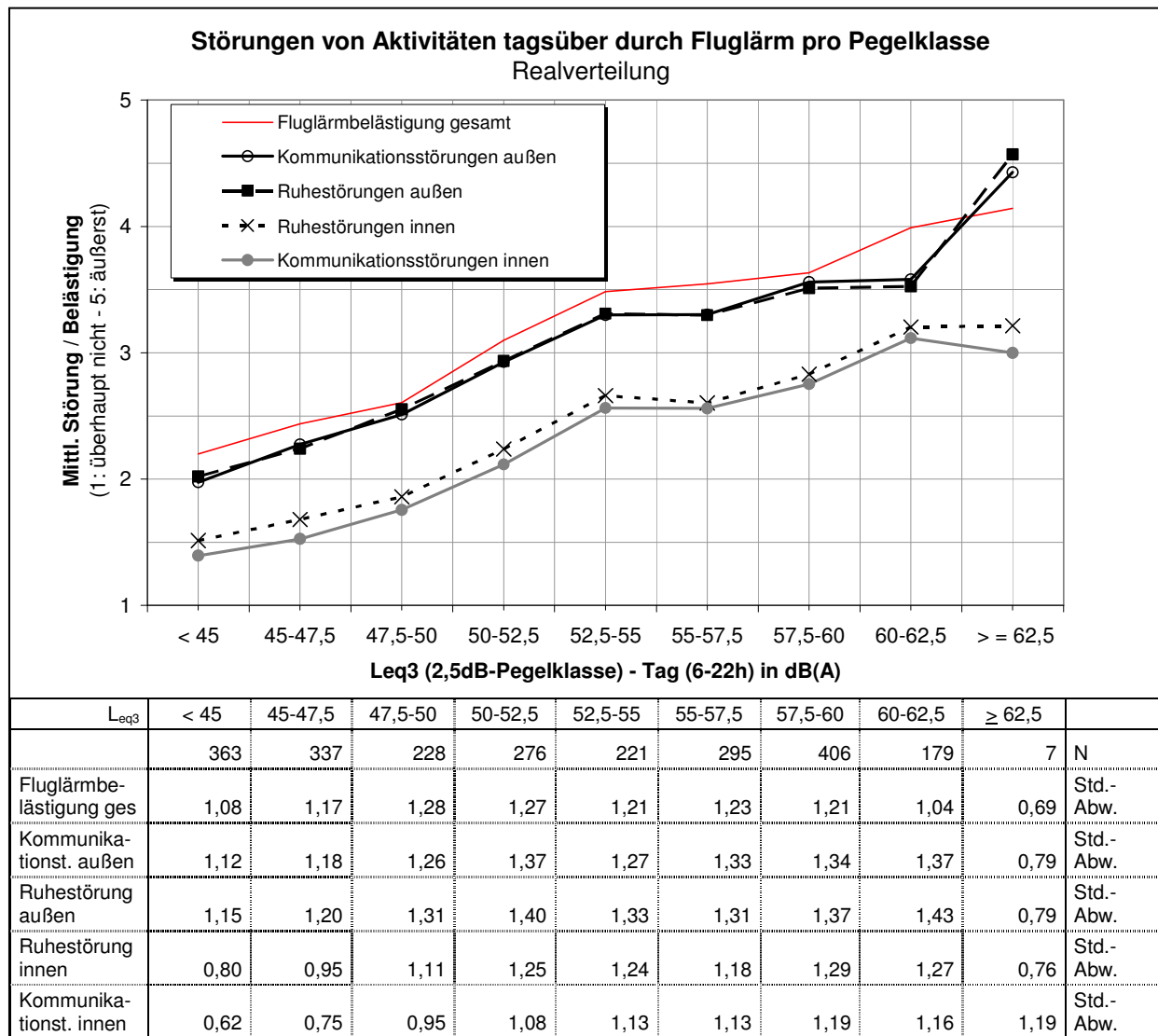
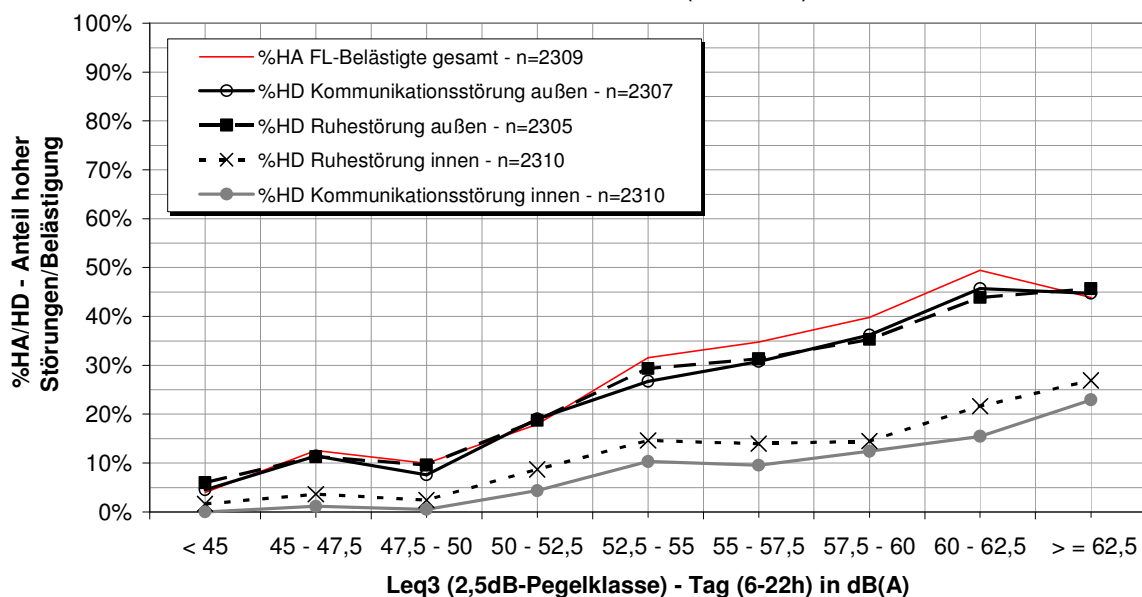


Abbildung 9-20: Störungen von Aktivitäten tagsüber und Fluglärmbelästigung gesamt in Abhängigkeit vom $L_{eq3, tag, 6-22h}$, berechnet nach der Realverteilung

**%HA/HD - Anteil hoher Aktivitätenstörungen tagsüber und
Belastigung durch Fluglärm
Ost-/Westumhüllende (100:100)**



**%HA/HD - Anteil hoher Aktivitätenstörungen tagsüber und
Belastigung durch Fluglärm
Realverteilung**

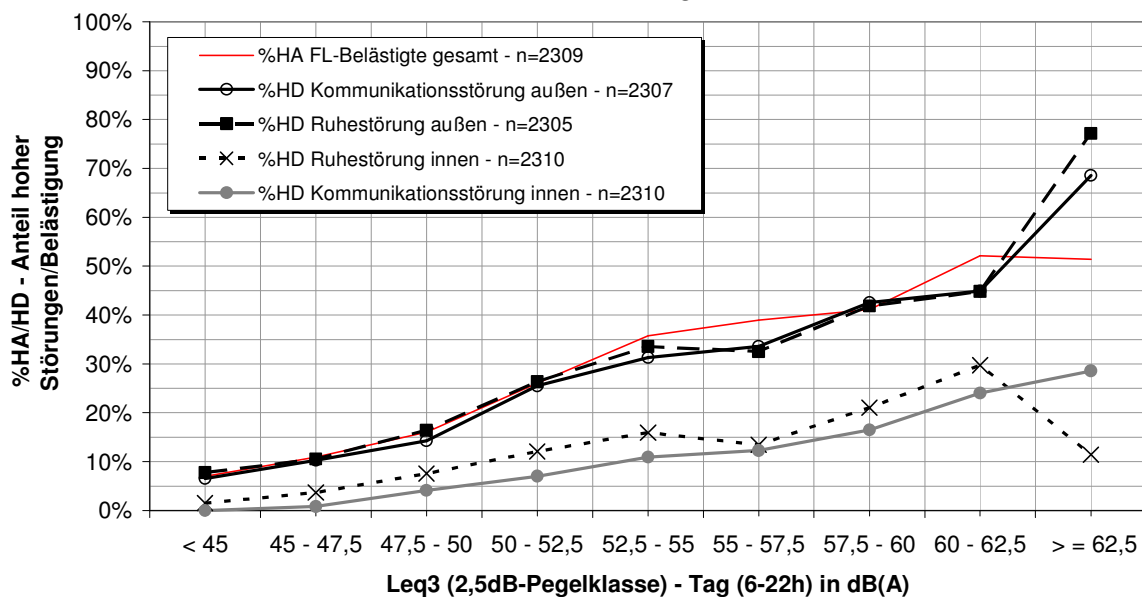


Abbildung 9-21a-b: Prozentsatz Hoher Aktivitäten-Störungen tagsüber und Fluglärmbelastigung gesamt in Abhängigkeit vom $L_{eq3, tag, 6-22h}$ berechnet (a) nach dem 100/100-Verfahren und (b) nach Realverteilung

Die Störungen von Aktivitäten tagsüber in Abhängigkeit des Tagespegels $L_{eq3, 6-22h}$ sind in Abbildung 9-19 (100/100-Pegel) und Abbildung 9-20 (Realverteilungspegel) dargestellt. Zum Vergleich ist die Fluglärmbelastigung gesamt ebenfalls abgetragen. Die Abbildung 9-21a-b: zeigt die Prozentanteile der tagsüber hoch in den Aktivitäten gestörten Personen. Es zeigt sich:

- Mit zunehmendem Pegel nimmt das Ausmaß von Ruhe- und Kommunikationsstörungen innen und außen zu.
- Die durch Fluglärm bedingten Außenstörungen sind erwartungsgemäß im Ausmaß höher als die Störungen im Innenraum. Innerhalb der Außen- bzw. Innenstörungen gibt es kaum Unterschiede.
- Die Fluglärmbelästigung insgesamt korrespondiert im Ausmaß eher mit den Außen- als Innenstörungen; entsprechend sind auch die Korrelationskoeffizienten zwischen der Fluglärmbelästigung gesamt und den Außenstörungsvariablen größer (vgl. Tabelle 9-11).
- In der höchsten Pegelklasse (> 62,5 dB) liegen die Werte der Außenstörungen unter Berechnung der Realverteilungspegel deutlich über den Belästigungswerten.

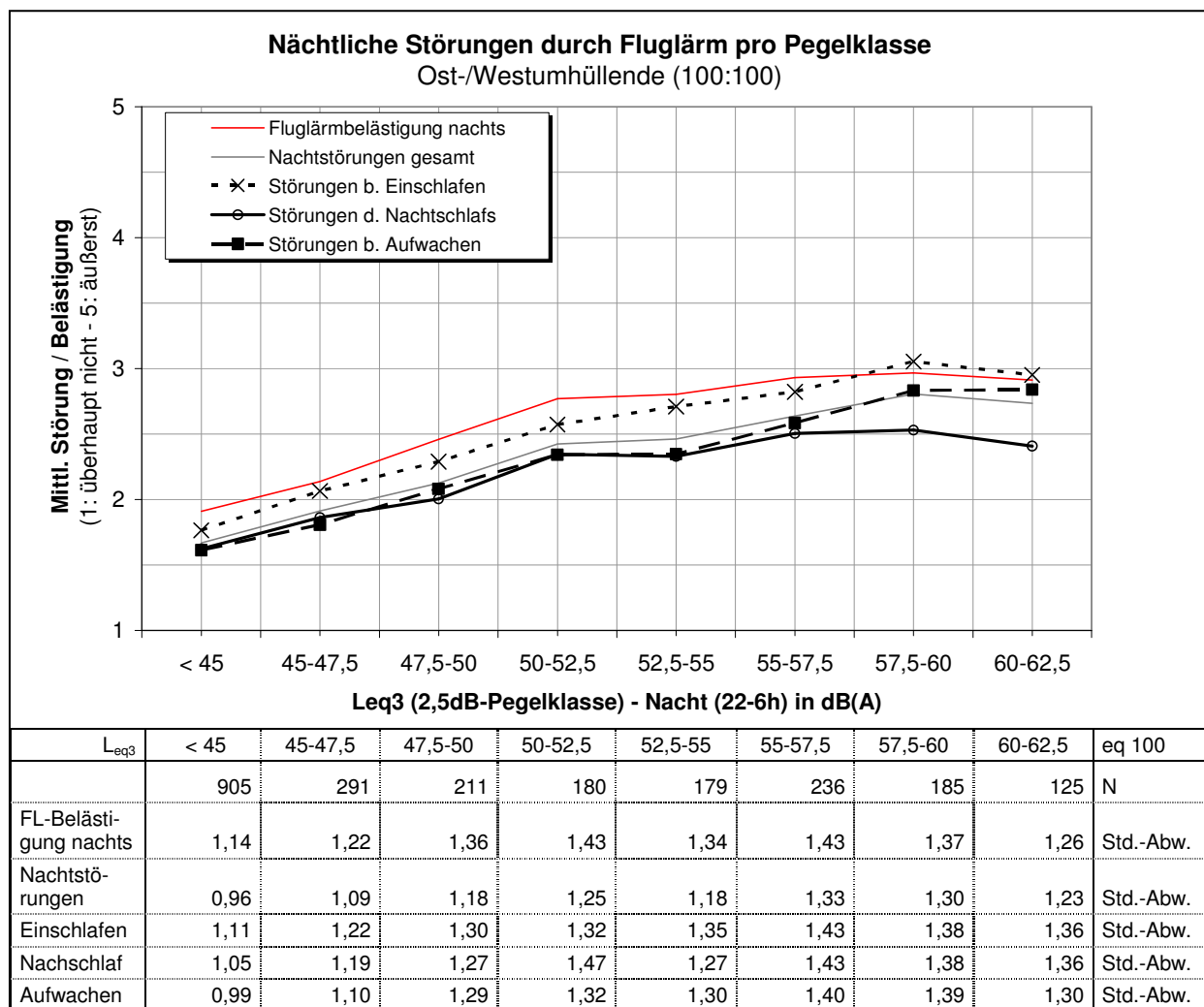


Abbildung 9-22: Nächtliche Störungen und Belästigung in Abhängigkeit vom $L_{eq3, \text{nacht}, 22-6h}$ berechnet nach dem 100/100-Verfahren

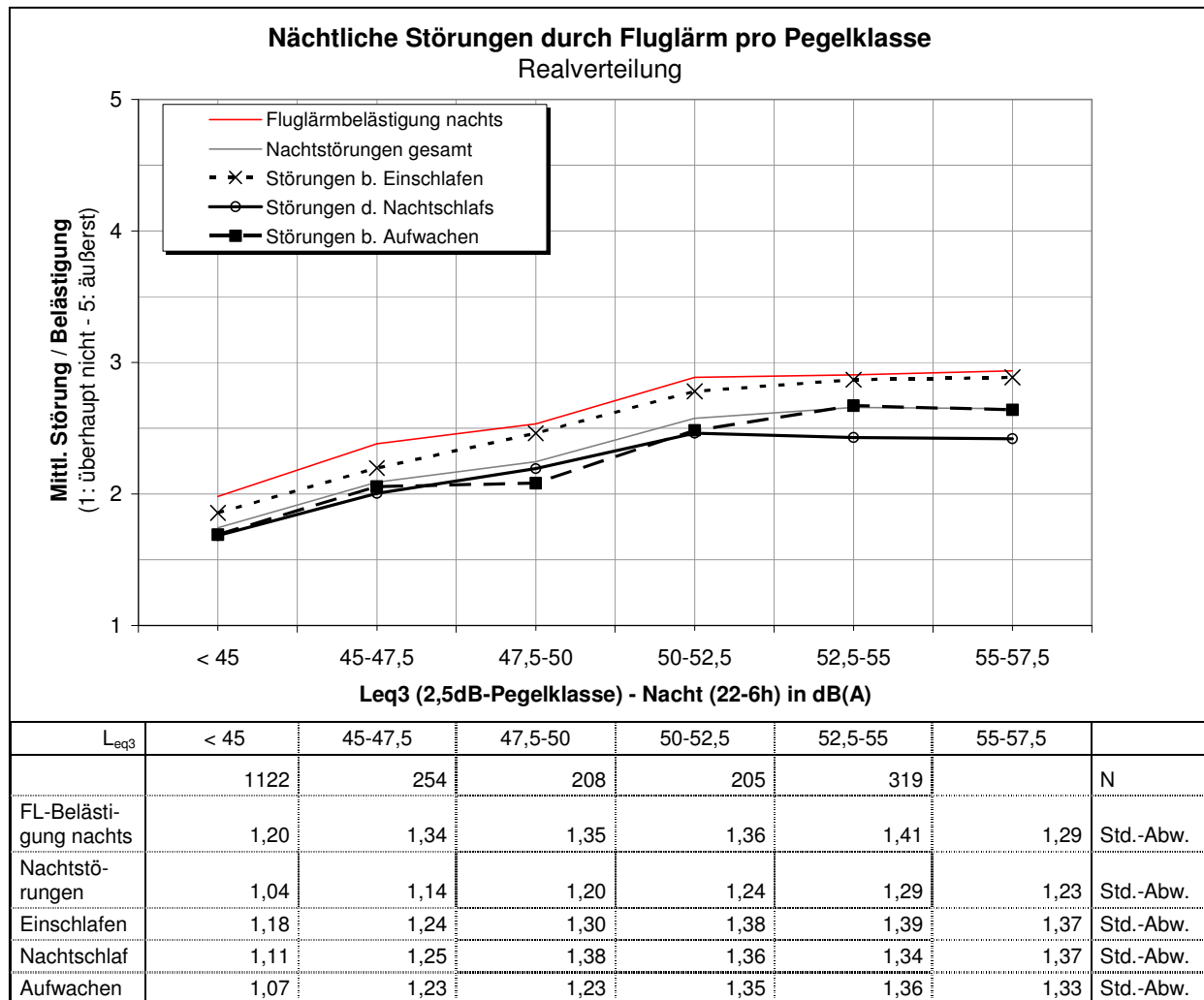
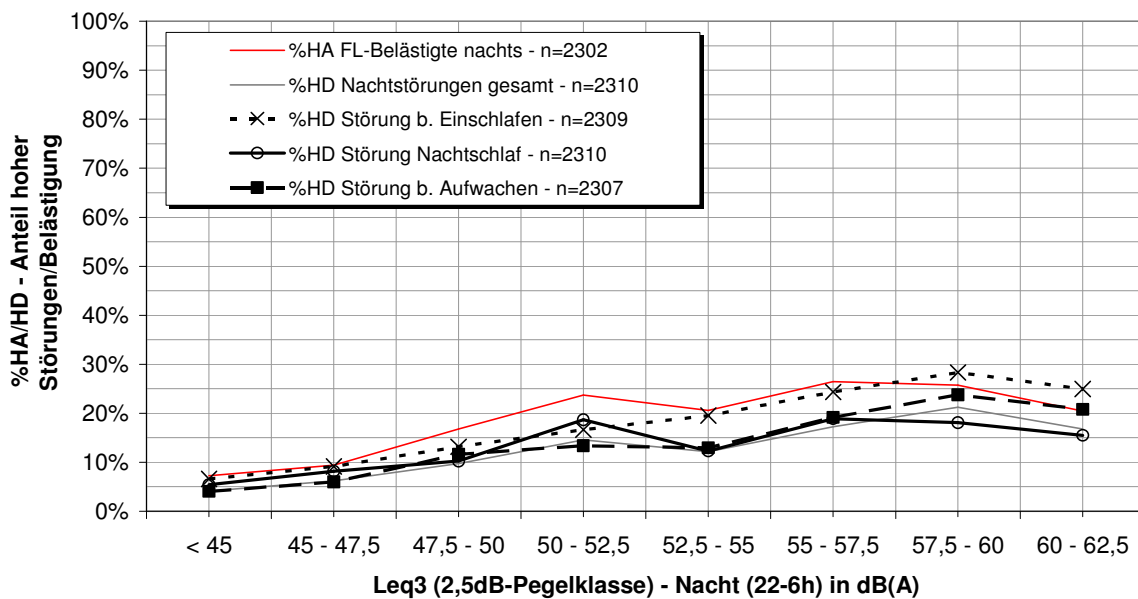


Abbildung 9-23: Nächtliche Störungen und Belästigung in Abhängigkeit vom $L_{eq3, \text{nacht}, 22-6h}$ berechnet nach der Realverteilung

**%HA/HD - Anteil hoher nächtlicher Störungen/Belästigung
durch Fluglärm
Ost-/Westumhüllende (100:100)**



**%HA/HD - Anteil hoher nächtlicher Störungen/Belästigung
durch Fluglärm
Realverteilung**

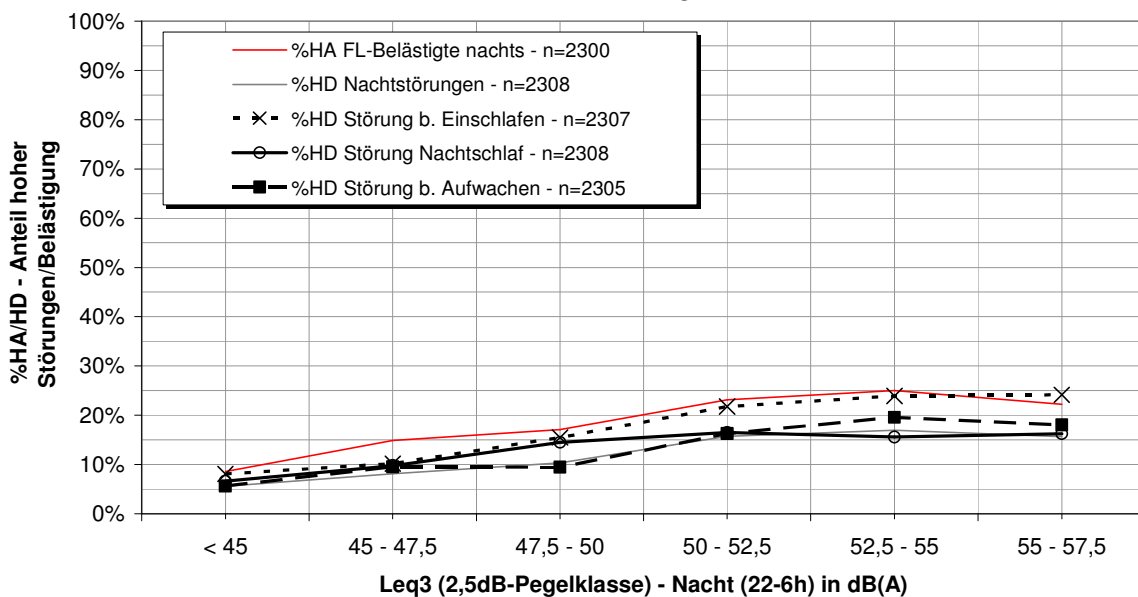


Abbildung 9-24 a-b: Prozentsatz Hoher Aktivitäten-Störungen nacht und Fluglärmbelästigung nachts in Abhängigkeit vom $L_{eq3,nacht,22-6h}$ berechnet (a) nach dem 100/100-Verfahren und (b) nach Realverteilung

Abbildung 9-22 und Abbildung 9-23 zeigen bezogen auf die Ost-/Westumhüllende nachts. bzw. dem $L_{eq3, 22-6h}$ berechnet nach Realverteilung. Abbildung 9-24 a-b zeigt die entsprechenden Ergebnisse für den Prozentsatz hoch in den nächtlichen Aktivitäten gestörter Personen:

- Mit zunehmendem Pegel nehmen die Nachtstörungen bzw der Anteil an gestörten Personen zu.

- Pegelübergreifend treten höhere Störungen/mehr Störungen beim Einschlafen im Vergleich zu Störungen beim Nachtschlaf bzw. beim Aufwachen auf.
- Im oberen Pegelbereich unterscheiden sich die Störungen beim Nachtschlaf und beim Aufwachen etwas deutlicher voneinander, wonach der Fluglärm beim Nachtschlaf weniger als beim Ausschlafen stört.
- Im Niveau entspricht das Ausmaß der nächtlichen Störungen in etwa dem der Innenstörungen tagsüber, die beim Einschlafen berichtete Störungen liegt im Ausmaß pegelübergreifend etwas über den Tagstörungen innen.

9.3.4 Fluglärmelastung in Abhängigkeit des NAT70

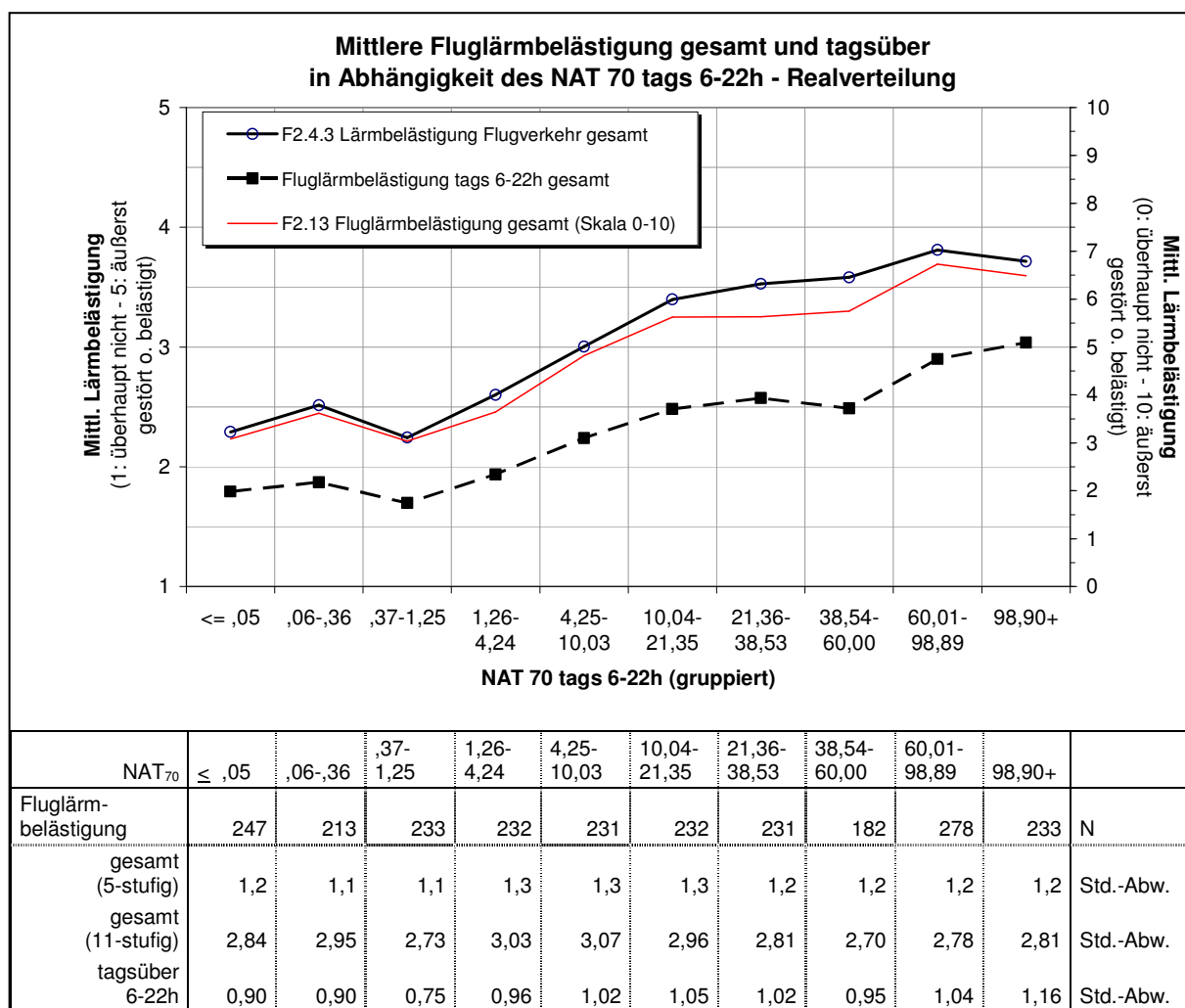


Abbildung 9-25: Fluglärmelastung tagsüber und gesamt in Abhängigkeit vom NAT_{70, 6-22h} (Anzahl der Ereignisse mit einem Maximalpegel $L_{max} \geq 70$ dB(A) im Zeitraum 6-22 Uhr) berechnet nach der Realverteilung

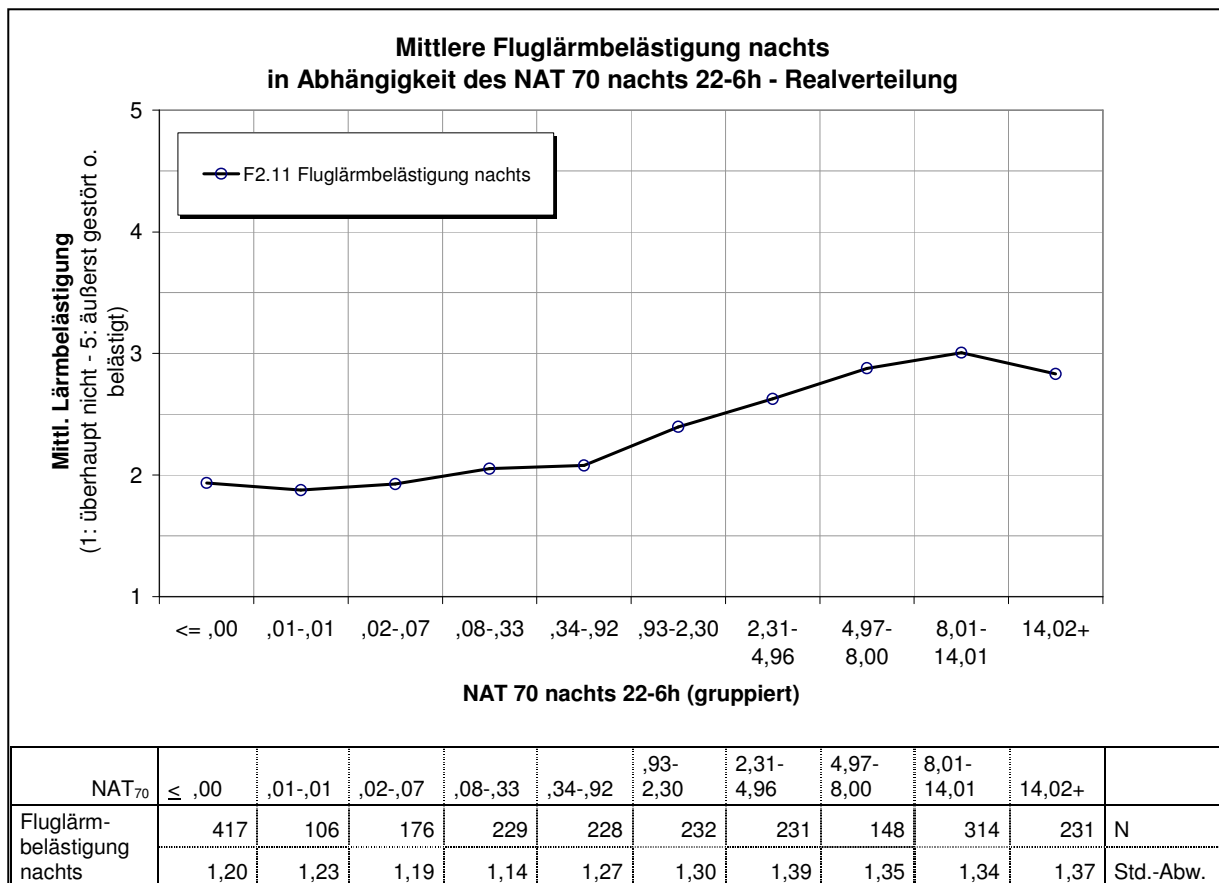


Abbildung 9-26: Fluglärmelastung nachts in Abhängigkeit vom NAT_{70, 22-6h} (Anzahl der Ereignisse mit einem Maximalpegel $L_{max} \geq 70$ dB(A) im Zeitraum 22-6 Uhr) berechnet nach der Realverteilung

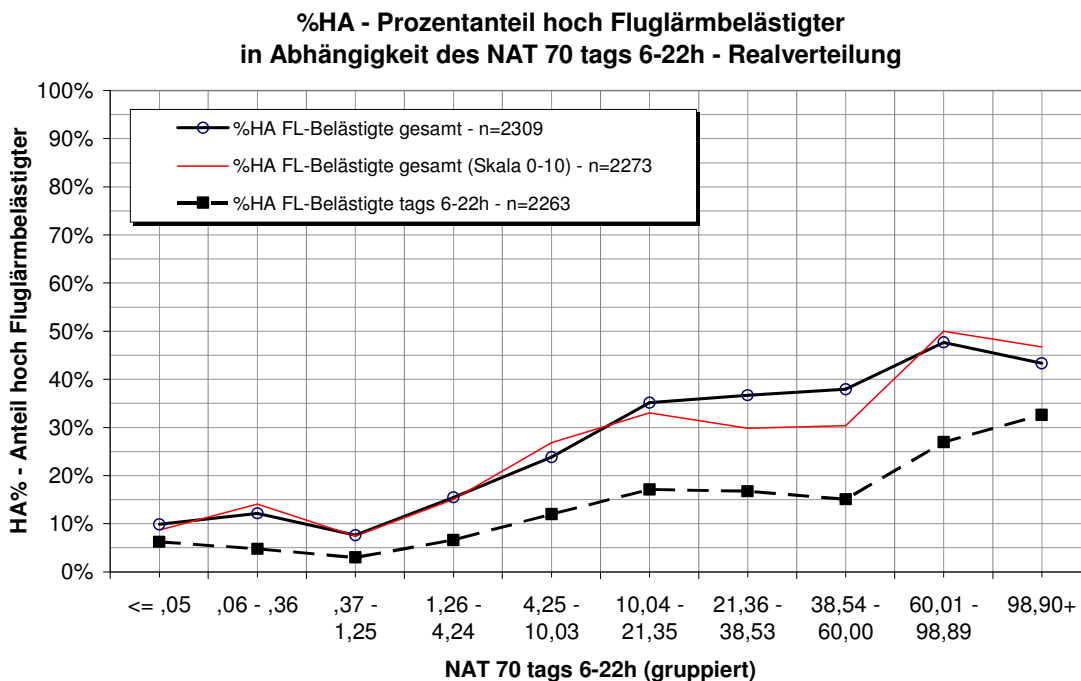


Abbildung 9-27: Anteil hoch Fluglärmbelästigte insgesamt und tagsüber in Abhängigkeit vom NAT₇₀ berechnet nach der Realverteilung

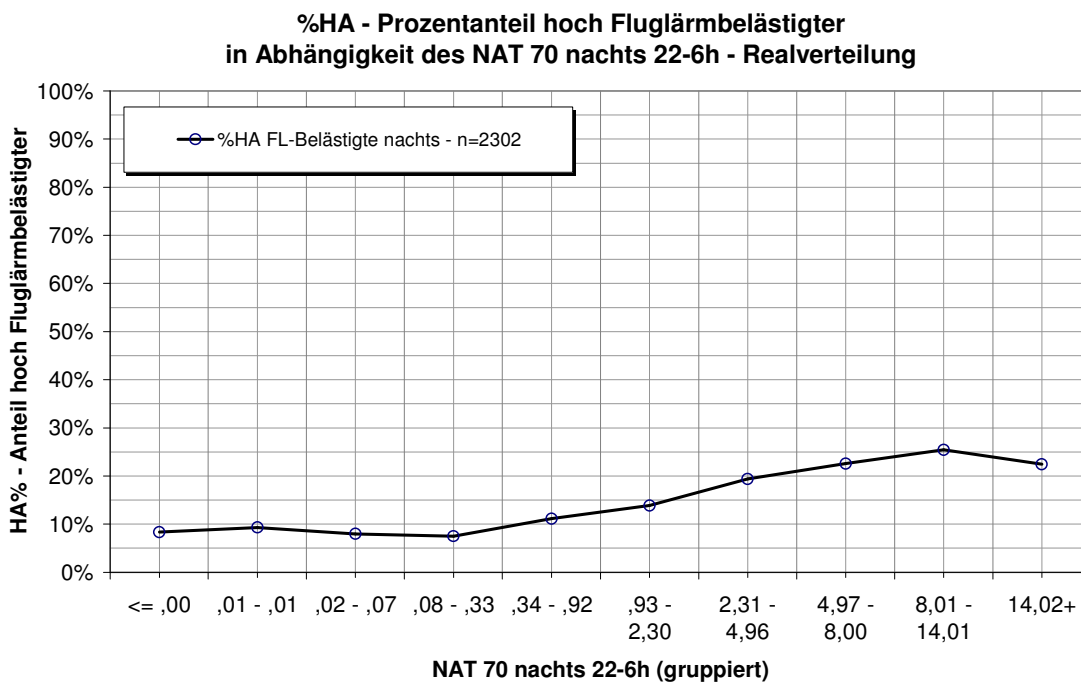


Abbildung 9-28: Anteil hoch Fluglärmbelästigte nachts in Abhängigkeit vom NAT₇₀ berechnet nach der Realverteilung

Die oben stehenden Abbildungen zeigen die Fluglärmbelästigung tags, gesamt bzw. nachts in Abhängigkeit der NAT₇₀-Werte tags bzw. nachts (Anzahl der Ereignisse mit einem $L_{\max} \geq 70$ dB(A) im Bezugszeitraum). Mit zunehmendem NAT₇₀-Wert steigt erwartungsgemäß die durchschnittliche Belästigung (Abbildung 9-25 und Abbildung 9-26) sowie der Anteil hoch Belästigter (%HA), wie Abbildung 9-27 und Abbildung 9-28 zeigen. Kastka (1999) definiert bezogen auf die NAT₇₀-Werte als Schutzkriterium zur Vermeidung erhebliche Belästigung maximal 60 x NAT₇₀-Ereignissen tagsüber

und 8 x NAT₇₀-Ereignissen pro Nacht. Bei 60 NAT₇₀-Ereignissen tagsüber sind 30-35% (je nach Belästigungsskala) *insgesamt* durch Fluglärm hoch belästigt und 15-20% *tagsüber* (6-22h) durch Fluglärm hoch Belästigte erreicht; bei 8 NAT₇₀-Ereignissen nachts sind wenigstens 20% hoch belästigt.

9.3.5 Fluglärmelastigung in Abhängigkeit des Maximalpegels

Die Dosis-Wirkungsbeziehung zwischen dem Maximalpegel und der Fluglärmelastigung zeigen die Abbildungen Abbildung 9-29 bis Abbildung 9-31. Als Maximalpegel wurde hier der L_{max55} betrachtet, weil dieser Pegel in der Summe über alle betrachteten Belästigungsvariablen (gesamt, Tag, Nacht) und Berechnungsverfahren unter den Maximalpegeln noch am ehesten eine relativ konsistente, enge Beziehung (Korrelation) zur Belästigung aufweist (vgl. Abbildung 9-4 bis Abbildung 9-6).

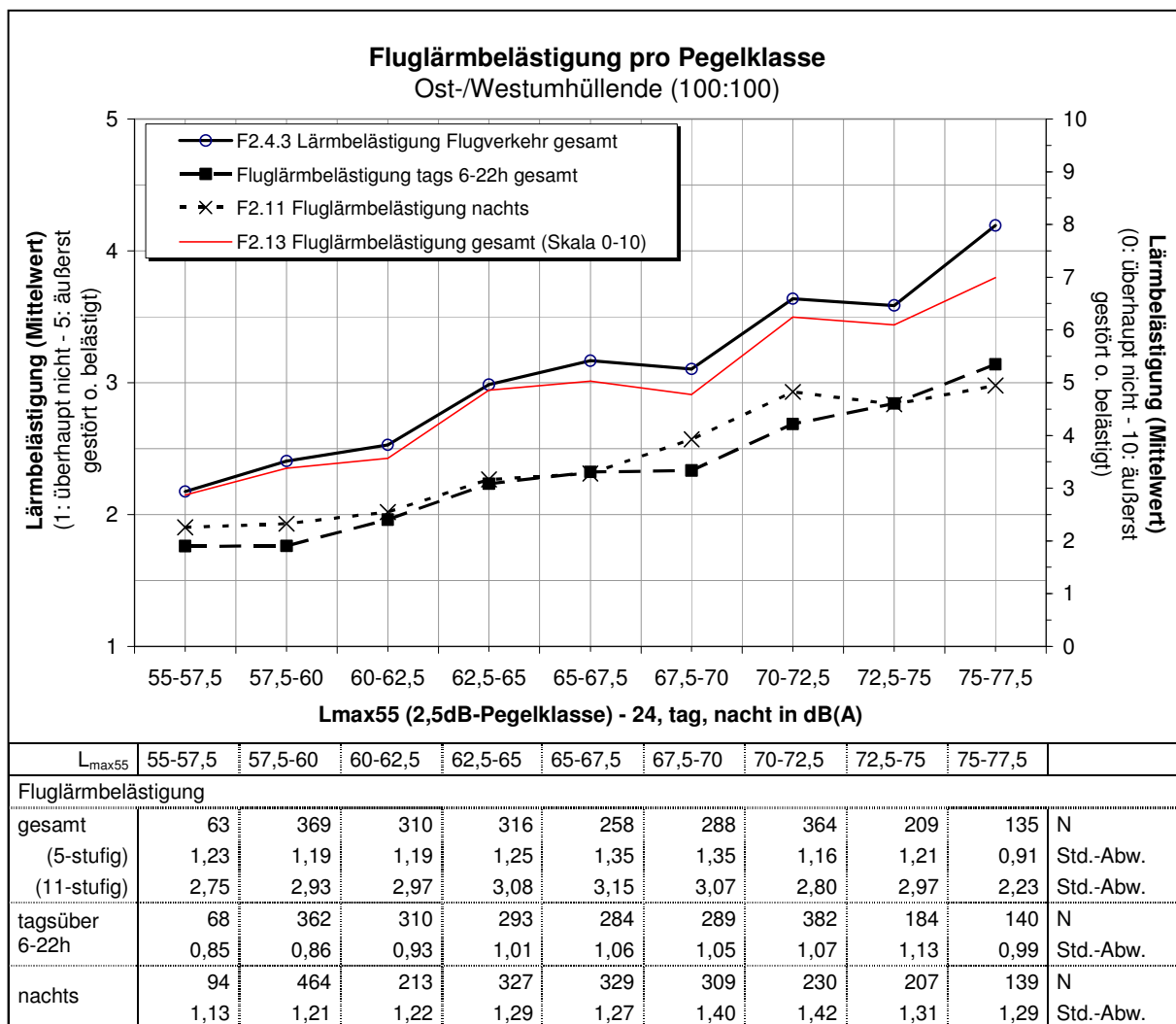


Abbildung 9-29: Fluglärmelastigung in Abhängigkeit vom L_{max55}-Pegel berechnet nach dem 100/100-Verfahren

Die Fluglärmelastigung gesamt (5-stufig und 11-stufig „Messlatte“) erhoben ist auf den L_{max55, 24h}, die Tagesbelästigung auf den L_{max55, tag, 6-22h} und die Nachtbelästigung auf den L_{max55, nacht 22-6h} bezogen.

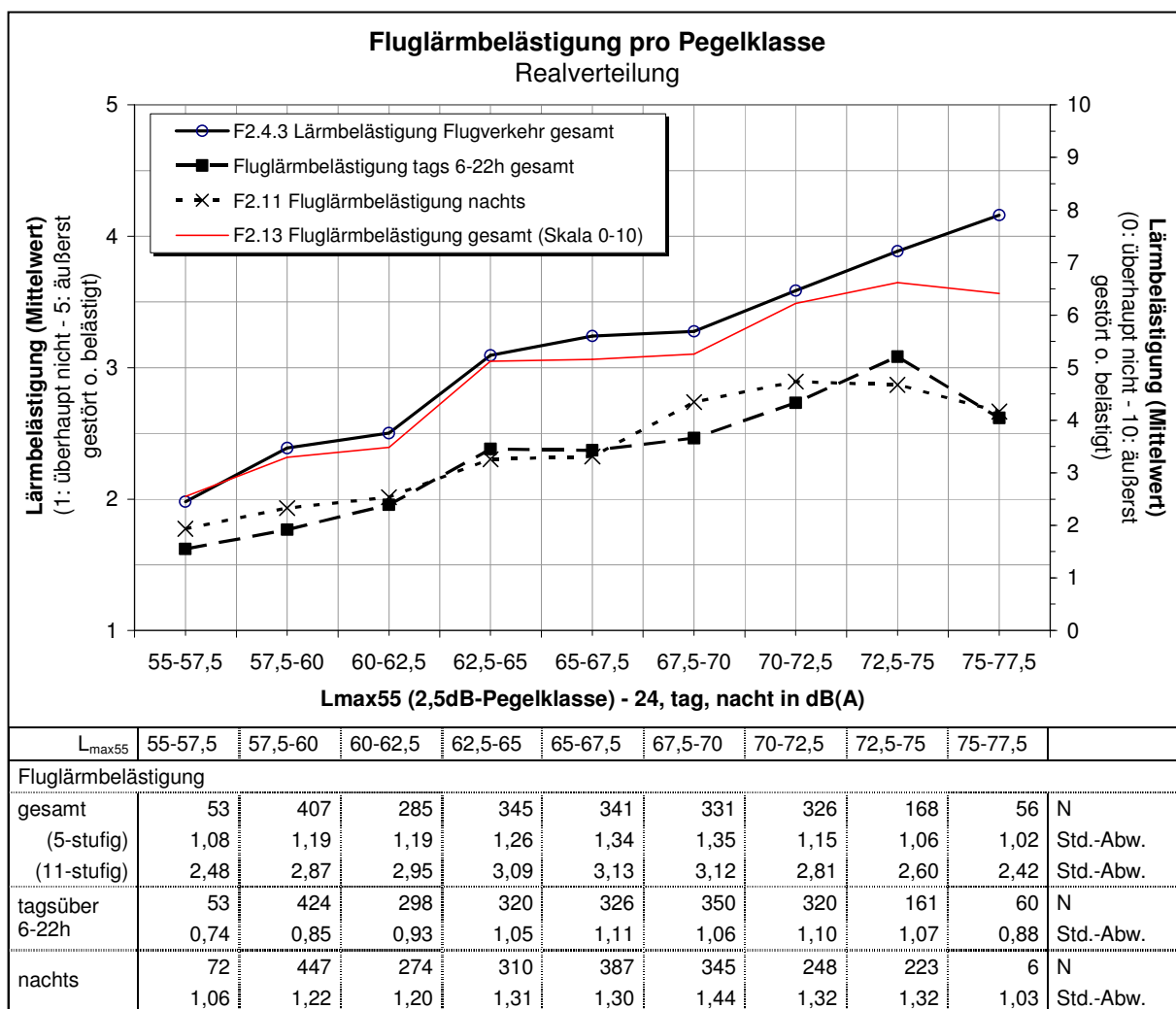


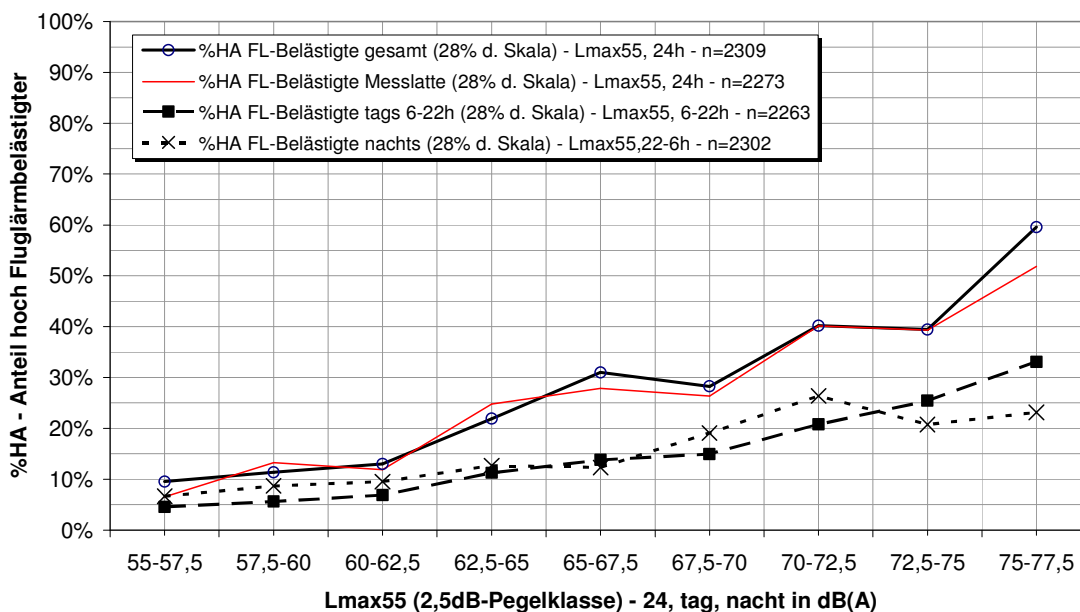
Abbildung 9-30: Fluglärmelastung in Abhängigkeit vom $L_{\max 55}$ -Pegel berechnet nach der Realverteilung

Die Fluglärmelastung gesamt (5-stufig und 11-stufig „Messlatte“) erhoben) ist auf den $L_{\max 55, 24h}$, die Tagesbelastung auf den $L_{\max 55, \text{tag, 6-22h}}$ und die Nachtbelastung auf den $L_{\max 55, \text{nacht 22-6h}}$ bezogen.

Wie auch bei den Darstellungen bezogen auf den Mittelungspegel $L_{\text{eq}3}$ liegt die Dosis-Wirkungskurve für die Fluglärmelastung gesamt oberhalb der Kurve der Tages- und Nachtlärmelastung. Diese unterscheiden sich im Niveau kaum. Allenfalls im Pegelbereich von $L_{\max 55} = 70 \text{ dB(A)} \pm 2,5 \text{ dB(A)}$ liegt die Nachtbelastung etwas höher als die Tagesbelastung. Auffällig ist der Belastungsabfall tags/nachts in der obersten $L_{\max 55}$ -Pegelklasse 75-77,5 dB(A) berechnet nach Realverteilung. Ein Grund hierfür ist derzeit anhand der vorliegenden Daten nicht erkennbar.

Analog verlaufen auch die Dosis-Wirkungskurven für den %HA-Anteil gesamt, Tag, Nacht in Abhängigkeit des $L_{\max 55}$. Auch hier fällt der nicht erklärbare Abfall im %HA in der obersten Pegelklasse berechnet nach Realverteilung auf.

%HA - Prozentanteil hoch Fluglärmbelästigter Ost-/Westumhüllende (100:100)



%HA - Prozentanteil hoch Fluglärmbelästigter Realverteilung

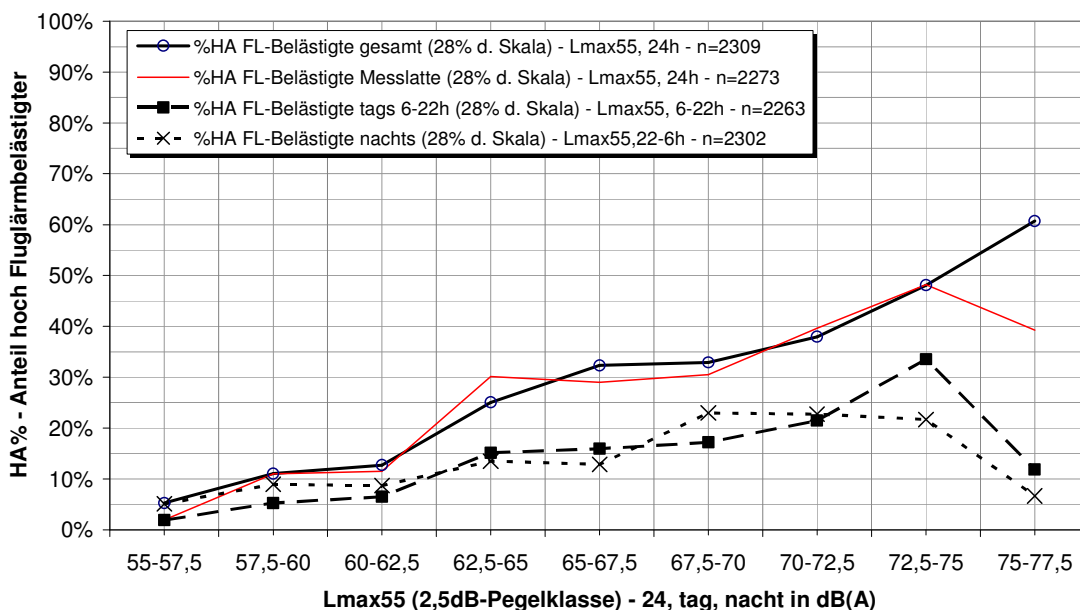


Abbildung 9-31a-b: Anteil hoch Fluglärmbelästigter in Abhängigkeit vom L_{max55}

(a) Pegel berechnet nach dem 100/100-Verfahren; (b) Pegel berechnet nach der Realverteilung

Die %HA-Anteil der Fluglärmbelästigung gesamt (5-stufig und 11-stufig [„Messlatte“] erhoben) ist auf den $L_{max55, 24h}$, der %HA-Anteil der Tagesbelästigung auf den $L_{max55, tag, 6-22h}$ und der %HA-Anteil der Nachtbelästigung auf den $L_{max55, nacht 22-6h}$ bezogen.

9.4 Lärmbewältigung

9.4.1 Verhalten in Lärmsituationen

Tabelle 9-12 zeigt die Maßnahmen bzw. Bewältigungsbemühungen, mit denen die Befragten im Falle eines Überflugs auf die Fluglärmbelastung reagieren (Fr. 3.1ff, 3.2). Die Häufigkeit der ergriffenen Maßnahmen wurden auf einer 5-stufigen Skala von (1) nie bis (5) sehr oft erfasst. Mit zunehmendem Pegel (Tag/Nacht) nimmt die Häufigkeit der Lärmbewältigungsbemühungen zu.

Tabelle 9-12: Bewältigung des Fluglärms gruppiert nach Pegelklassen Tag/Nacht (L_{eq3} in dB(A))

Fluglärm (3 Gruppen) L_{eq3} Tag - 100:100 in dB(A)	< 50 dB			≥ 50 ≤ 58.01 dB			> 58.01 dB			Insgesamt			ANOVA-Tabelle		
	Mw	N	Std	Mw	N	Std	Mw	N	Std	Mw	N	Std	df	F	p
Fenster geschlossen halten	1,90	735	1,09	2,50	752	1,28	3,20	748	1,30	2,54	2235	1,33	2,2234	207,59	0,00
Lauter Sprechen	1,76	735	0,93	2,49	754	1,19	2,89	749	1,19	2,38	2238	1,20	2,2237	197,38	0,00
TV-/ Radio-Lautstärke erhöhen	1,58	735	0,90	2,35	752	1,25	2,96	748	1,29	2,30	2235	1,29	2,2234	264,18	0,00
Verzicht auf Balkon/Garten/Terrasse	1,34	732	0,74	1,77	751	1,03	2,34	746	1,22	1,82	2229	1,09	2,2228	178,87	0,00
Näher zum Gesprächspartner rücken	1,38	733	0,80	1,84	752	1,06	2,11	747	1,14	1,78	2232	1,06	2,2232	7,24	0,00
Gespräch abbrechen	1,19	732	0,54	1,64	751	1,06	1,90	744	1,15	1,58	2227	1,00	2,2234	281,76	0,00
Tätigkeit auf ruhigere Zeit verlegen	1,27	734	0,63	1,64	754	0,95	1,78	749	0,99	1,57	2237	0,90	2,2236	67,13	0,00
Rückzug in ruhigere Räume	1,26	735	0,63	1,55	753	0,98	1,58	749	1,02	1,46	2237	0,91	2,2236	29,41	0,00
Ohren verstopfen	1,05	735	0,32	1,21	754	0,73	1,24	747	0,71	1,17	2236	0,62	2,2235	20,91	0,00
Beruhigungs-/ Schlafmittel nehmen	1,06	734	0,39	1,16	753	0,61	1,17	748	0,58	1,13	2235	0,54	2,2234	10,27	0,00
Lärm ignorieren	2,83	733	1,39	3,07	753	1,26	3,05	747	1,30	2,98	2233	1,32	2,2231	99,45	0,00
Sich ärgern	1,65	733	1,07	2,37	754	1,43	2,93	747	1,47	2,32	2234	1,43	2,2233	76,26	0,00
Gereizt reagieren	1,40	733	0,84	1,82	754	1,16	2,14	748	1,25	1,79	2235	1,14	2,2233	171,16	0,00
Nervös werden	1,35	733	0,79	1,78	754	1,11	2,04	748	1,17	1,72	2235	1,08	2,2234	84,60	0,00
Schlechte Laune bekommen	1,33	733	0,78	1,75	754	1,11	1,98	747	1,13	1,69	2234	1,06	2,2226	105,38	0,00
Coping gesamt *	1,53	736	0,54	1,98	754	0,75	2,31	749	0,71	1,94	2239	0,74	2,517	11,33	0,00
Fluglärm (3 Gruppen) L_{eq3} Nacht - 100:100 in dB(A)	< 43 dB			≥ 43 ≤ 51 dB			> 51 dB			Insgesamt			ANOVA-Tabelle		
	Mw	N	Std	Mw	N	Std	Mw	N	Std	Mw	N	Std	df	F	p
Fenster geschlossen halten	2,13	735	1,19	2,36	751	1,25	3,11	749	1,35	2,54	2235	1,33	2,2234	122,34	0,00
Lauter Sprechen	2,06	735	1,11	2,28	753	1,15	2,80	750	1,22	2,38	2238	1,20	2,2237	78,19	0,00
TV-/ Radio-Lautstärke erhöhen	1,84	735	1,10	2,18	753	1,21	2,88	747	1,32	2,30	2235	1,29	2,2234	141,30	0,00
Verzicht auf Balkon/Garten/Terrasse	1,47	732	0,87	1,70	751	0,97	2,29	746	1,24	1,82	2229	1,09	2,2228	124,18	0,00
Näher zum Gesprächspartner rücken	1,56	733	0,96	1,71	751	1,00	2,07	748	1,14	1,78	2232	1,06	2,2231	46,37	0,00
Gespräch abbrechen	1,38	732	0,86	1,53	751	0,94	1,82	744	1,14	1,58	2227	1,00	2,2226	38,20	0,00
Tätigkeit auf ruhigere Zeit verlegen	1,41	734	0,81	1,53	753	0,88	1,75	750	0,97	1,57	2237	0,90	2,2236	27,63	0,00
Rückzug in ruhigere Räume	1,37	735	0,78	1,43	752	0,88	1,58	750	1,02	1,46	2237	0,91	2,2236	10,70	0,00
Ohren verstopfen	1,09	735	0,48	1,15	753	0,59	1,26	748	0,76	1,17	2236	0,62	2,2235	13,75	0,00
Beruhigungs-/ Schlafmittel nehmen	1,07	734	0,44	1,13	752	0,52	1,19	749	0,62	1,13	2235	0,54	2,2234	8,16	0,00
Lärm ignorieren	2,94	732	1,34	2,98	753	1,32	3,04	748	1,29	2,98	2233	1,32	2,2232	1,01	0,37
Sich ärgern	1,91	733	1,27	2,18	753	1,40	2,86	748	1,46	2,32	2234	1,43	2,2233	94,66	0,00
Gereizt reagieren	1,53	733	0,97	1,71	753	1,08	2,12	749	1,27	1,79	2235	1,14	2,2234	55,07	0,00
Nervös werden	1,46	733	0,88	1,65	753	1,04	2,05	749	1,20	1,72	2235	1,08	2,2234	61,45	0,00
Schlechte Laune bekommen	1,48	733	0,91	1,61	753	1,01	1,97	748	1,17	1,69	2234	1,06	2,2233	45,01	0,00
Coping gesamt	1,69	736	0,65	1,86	753	0,71	2,27	750	0,74	1,94	2239	0,74	2,2238	136,64	0,00

* MW-Score aller Items (F 3.1ff, 3.2ff), Cronbachs Alpha= .93

Die am häufigsten durchgeführten Maßnahmen zielen darauf ab, die Geräuschbelastung durch den Flugverkehr innen zu reduzieren (Fenster schließen), bzw. bei Unterhaltungen den Sprach/Störgeräuschabstand zu maximieren (lauter sprechen, TV-/Radiolautstärke erhöhen, näher an

den Gesprächspartner heranrücken). Vermeidungsverhalten (Gespräch absprechen, Tätigkeiten verlegen, Rückzug) treten seltener auf, ebenso das Ohren verstopfen sowie die Einnahme von Beruhigungs-/Schlafmitteln. Die häufigste affektive Reaktion ist das Bemühen, den Lärm zu ignorieren. Sich ärgern, gereizt reagieren, nervös werden, schlechte Laune bekommen sind weitere Reaktionen, die mit steigendem Pegel zunehmen und insgesamt in absteigender Häufigkeit auftreten.

9.4.2 Aktivitäten gegen Lärm

Tabelle 9-13 zeigt die Häufigkeit der Nennungen selbst genutzter Möglichkeiten, gegen die Beeinträchtigung durch Lärm aktiv vorgehen zu können (Fr. 3.3ff., Aktivitäten auf einer ja/nein-Skala erfasst). Die drei häufigsten Nennungen sind: Protestliste unterschreiben, der Einbau von Doppel-/Thermopenfenstern und sich beschweren. Mit Ausnahme des tatsächlichen Umzugsvollzugs nehmen alle aufgeführten Aktivitäten mit zunehmendem Pegel zu.

Tabelle 9-13: Häufigkeit von Nennungen der Möglichkeiten gegen Lärmbeeinträchtigung aktiv vorzugehen gruppiert nach Pegelklassen Tag/Nacht (L_{eq3} in dB(A))

Fluglärm (3 Gruppen) L_{eq3} Tag - 100:100 in dB(A)	< 50 dB			$\geq 50 \leq 58.01$ dB			> 58.01 dB			Insgesamt		
	Ja	%	N	Ja	%	N	Ja	%	N	Ja	%	N
F3.3.3 Unterschrift Protestliste	147	20,0%	735	235	31,2%	754	323	43,2%	747	705	31,5%	2236
F3.3.1 Einbau v. Doppel-/ Thermopenfenstern	158	21,5%	735	226	30,0%	754	274	36,6%	748	658	29,4%	2237
F3.3.4 Beschwerde	62	8,5%	733	120	15,9%	754	193	25,8%	747	375	16,8%	2234
F3.3.7 Nachdenken über Umzug	28	3,8%	735	105	14,0%	750	126	16,8%	748	259	11,6%	2233
F3.3.6 Passiver Schallschutz-Programm	3	0,4%	735	18	2,4%	749	105	14,1%	745	126	5,7%	2229
F3.3.2 Verlegung v. Räumen	10	1,4%	735	41	5,4%	753	39	5,2%	747	90	4,0%	2235
F3.3.8 Umzug vollzogen	7	1,0%	730	12	1,6%	747	4	0,5%	746	23	1,0%	2223
F3.3.5 CASA-Programm	5	0,7%	731	7	0,9%	747	9	1,2%	734	21	0,9%	2212
Fluglärm (3 Gruppen) L_{eq3} Nacht - 100:100 in dB(A)	< 43 dB			$\geq 43 \leq 51$ dB			> 51 dB			Insgesamt		
	Ja	%	N	Ja	%	N	Ja	%	N	Ja	%	N
F3.3.3 Unterschrift Protestliste	176	23,9%	735	236	31,3%	753	293	39,2%	748	705	31,5%	2236
F3.3.1 Einbau v. Doppel-/ Thermopenfenstern	195	26,5%	735	216	28,7%	753	247	33,0%	749	658	29,4%	2237
F3.3.4 Beschwerde	82	11,2%	734	123	16,4%	752	170	22,7%	748	375	16,8%	2234
F3.3.7 Nachdenken über Umzug	61	8,3%	735	74	9,9%	749	124	16,6%	749	259	11,6%	2233
F3.3.6 Passiver Schallschutz-Programm	5	0,7%	735	5	0,7%	748	116	15,5%	746	126	5,7%	2229
F3.3.2 Verlegung v. Räumen	19	2,6%	735	33	4,4%	751	38	5,1%	749	90	4,0%	2235
F3.3.8 Umzug vollzogen	5	0,7%	730	13	1,7%	746	5	0,7%	747	23	1,0%	2223
F3.3.5 CASA-Programm	4	0,5%	732	4	0,5%	747	13	1,8%	733	21	0,9%	2212

9.4.3 Vertrauen in für die Fluglärminderung verantwortliche Institutionen

In Abbildung 9-32 ist das geforderte Bemühen (a) und das wahrgenommene tatsächliche Bemühen (b) um Fluglärminderung verschiedener Institutionen dargestellt (Fr. 3.4). Während insbesondere vom Fluglärmschutzbeauftragten, vom Flughafenbetreiber und vom Land Hessen ein Bemühen um Fluglärminderung gefordert wird, erwartet man dies von den Industriebetrieben am Flughafen am wenigsten. Das wahrgenommene tatsächliche Bemühen um Fluglärminderung wird insbesondere beim Fluglärmschutzbeauftragten, den Flugzeugherstellern und dem Regionalen Dialogforum gesehen, von den Industriebetrieben am Flughafen am wenigsten.

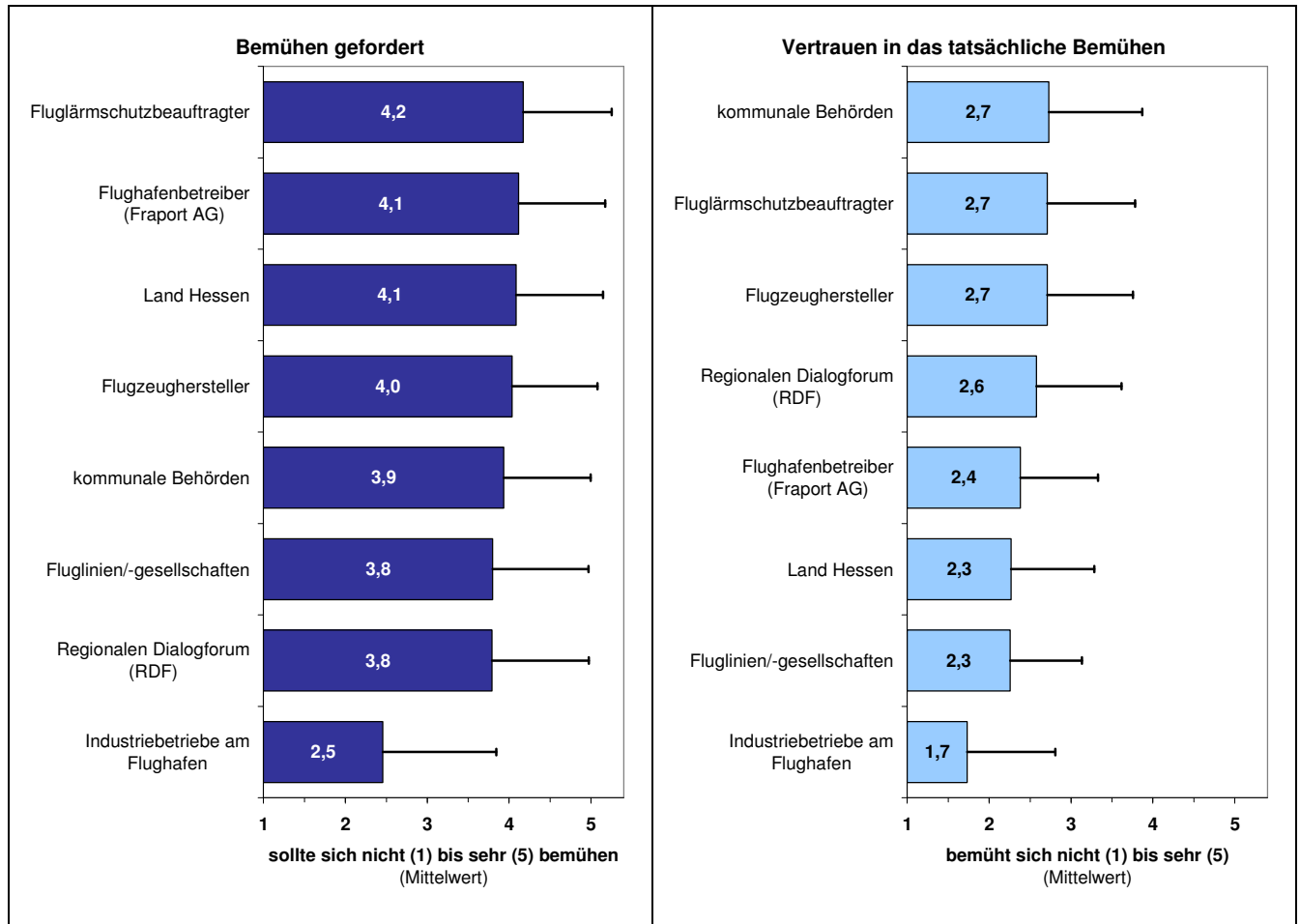


Abbildung 9-32: Mittelwerte der Urteile zum geforderten (a) und wahrgenommenen (b) Bemühen verschiedener Institutionen um die Fluglärminderung

Die Gegenüberstellung vom Ausmaß des geforderten und wahrgenommenen Bemühens um die Fluglärminderung in einem Koordinatensystem, dass durch den jeweiligen Median der Urteilmittelwerte in vier Felder eingeteilt ist, erlaubt einen anschaulichen Überblick. Vom Standpunkt einer optimierten Risikokommunikation besteht Handlungsbedarf vor allem in jenem Koordinatenfeld, in dem ein überdurchschnittliches Bemühen um die Fluglärminderung gefordert ist, dagegen ein unterdurchschnittliches Bemühen in der Bevölkerung wahrgenommen wird.

Matrix wahrgenommenes vs. gefordertes Bemühen um Fluglärminderung

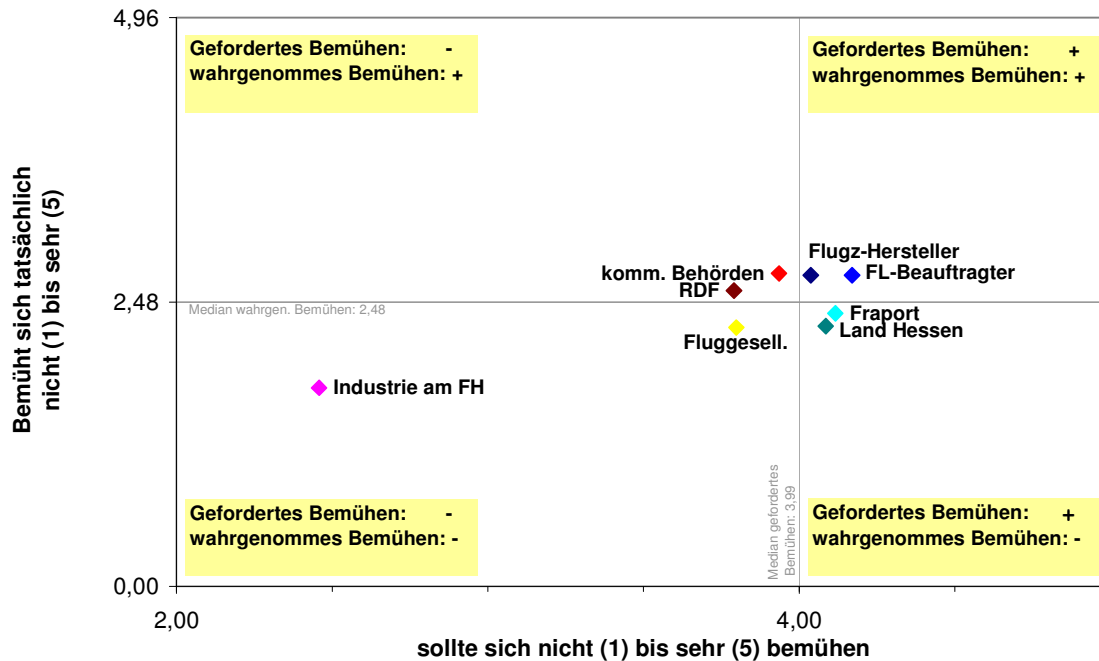


Abbildung 9-33: Matrix zum wahrgenommenen vs. geforderten Bemühen um Fluglärminderung. Die Feldereinteilung erfolgt jeweils am Median der Urteile zum wahrgenommenen bzw. geforderten Bemühen

Tabelle 9-14 zeigt die (Null-) Korrelation und Partialkorrelation zwischen dem geforderten bzw. wahrgenommenen Bemühen von Institutionen um Fluglärminderung und der Fluglärmelastung sowie dem Fluglärmpegel. Das geforderte und wahrgenommene Bemühen korreliert kaum mit dem Fluglärmpegel. Für die Fluglärmelastung gilt: Je belastigter die Betroffenen sind, umso intensiver fordern sie Bemühungen um Fluglärminderung. Die Institutionen, von denen Fluglärminderungsmaßnahmen gefordert werden sind in der Reihenfolge der absteigenden Beziehung zwischen der Fluglärmelastung und dem geforderten Bemühungen dargestellt.

Ebenso steht auch das wahrgenommene Bemühen um Fluglärminderung bei einigen Institutionen in Beziehung mit der Fluglärmelastung. In der Tabelle 9-14 sind die Institutionen wieder in der Reihenfolge der Enge dieser Beziehung (Höhe des Korrelationsbetrages) dargestellt. Negative Korrelationswerte bedeuten dabei, dass je weniger ein Bemühen der betreffenden Institution um Fluglärminderung wahrgenommen wird, umso höher die Fluglärmelastung (bei Kontrolle des Pegels) ausfällt. Hier zeigt sich auch eher als bei dem geforderten Bemühen ein geringer Zusammenhang zum Fluglärmpegel (berechnet nach Realverteilungsverfahren): Je höher der Fluglärmpegel ist, durch den die Befragten betroffen sind, umso geringer ist das Vertrauen in das Bemühen der für die Lärminderung Verantwortlichen.

Tabelle 9-14: Korrelation zwischen der Fluglärmelastigung, Fluglärmpegel und dem geforderten sowie wahrgenommenen Bemühen um Fluglärminderung

r_p = Partialkorrelation ($L_{eq3, 24h}$ herauspartialisiert); r = Produkt-Moment-Korrelation; N = Anzahl

	F2.4.3 Lärmelastigung Flugverkehr gesamt		$L_{eq3,24h}$ 100/100	$L_{eq3,24h}$ Realverteilung	
	r_p	r	r	r	N
Gefordertes Bemühen um Fluglärminderung					
Fluglärmenschutzbeauftragter	0,329	0,237	0,049	0,053	2295
Land Hessen	0,307	0,319	0,103	0,113	2295
Industriebetriebe am Flughafen	0,299	0,288	0,134	0,135	2283
Regionalen Dialogforum (RDF)	0,249	0,182	-0,021	-0,010	2201
Flughafenbetreiber (Fraport AG)	0,245	0,353	0,128	0,126	2298
Flugzeughersteller	0,230	0,157	-0,046	-0,041	2299
Fluglinien/-gesellschaften	0,206	0,243	-0,014	-0,018	2295
kommunale Behörden	0,169	0,274	0,094	0,088	2293
Wahrgenommenes Bemühen um Fluglärminderung					
Fluglinien/-gesellschaften	-0,363	-0,256	-0,151	-0,144	2274
Flughafenbetreiber (Fraport AG)	-0,289	-0,321	-0,183	-0,169	2277
Flugzeughersteller	-0,281	-0,290	-0,143	-0,135	2277
Regionalen Dialogforum (RDF)	0,121	-0,147	-0,187	-0,161	2168
Industriebetriebe am Flughafen	0,100	-0,002	-0,034	-0,014	2238
Fluglärmenschutzbeauftragter	0,060	-0,218	-0,198	-0,171	2251
Land Hessen	-0,045	-0,214	-0,137	-0,116	2278
kommunale Behörden	-0,035	-0,153	-0,160	-0,145	2282

Fett gedruckte Werte bedeuten eine statistisch signifikante Korrelation

9.5 Soziodemografische Unterschiede in der Fluglärmbelästigung

9.5.1 Pegel-Belästigungsbeziehung differenziert nach Altersgruppen

Abbildung 9-34 zeigt die Belästigung gesamt (a) und nachts (b) in Abhängigkeit von Flugverkehrsräuschpegeln und Altersgruppen.

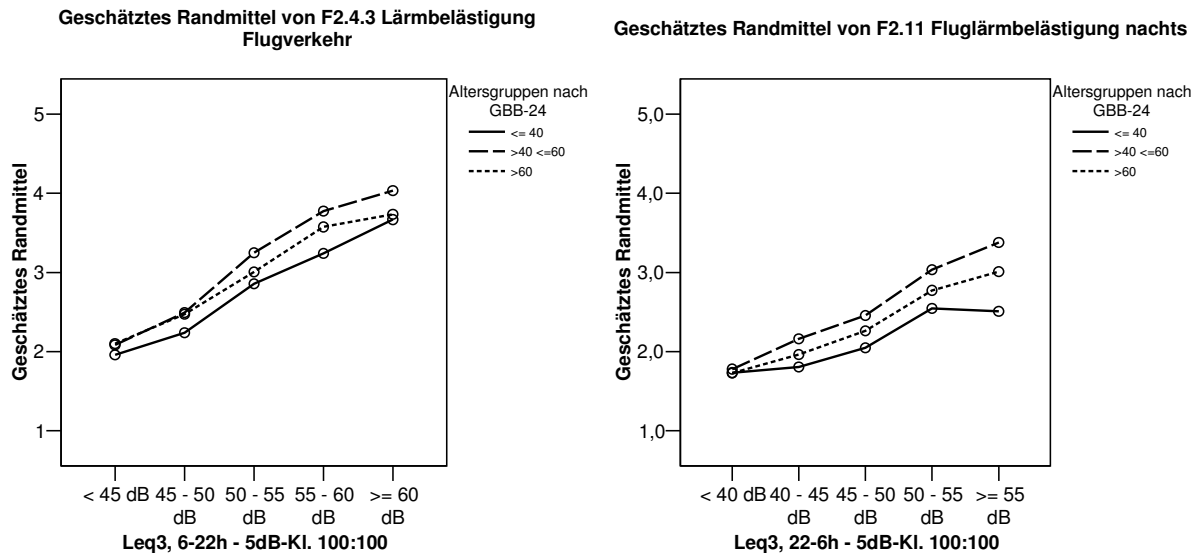


Abbildung 9-34a-b: Fluglärmelastigung gesamt (a) und nachts (b) in Abhängigkeit von Fluglärmbelastung (a: Tag, b: Nacht) und Altersgruppen

Sowohl bei der Fluglärmelastigung gesamt als auch nachts lässt sich ein pegelübergreifender Unterschied in den Altersgruppen erkennen. Danach ist die Gruppe 40 bis 60-Jährigen sowohl im Vergleich zur jüngeren (≤ 40 Jahre) als auch älteren Altersgruppe (> 60 Jahre) belastigter. Allerdings ist die Stärke des Effekts gering⁹ (weitere Ergebnisse dazu finden sich im Anhang). In der Tendenz entspricht dieses Ergebnis allerdings den Resultaten der Metaanalysen von Miedema & Vos (1999) zum Effekt soziodemographischer Variablen auf die Lärmelastigung. Im Anhang dargestellt sind die deskriptiv- und inferenzstatistischen Ergebnisse zum Alters- und Pegeleffekt auf die Belästigung gesamt bzw. nachts.

⁹ $\eta_p^2 = 0,012$ Fluglärmelastigung gesamt bzw. $0,016$ nachts.

9.5.2 Pegel-Belastungsbeziehung differenziert nach Geschlecht

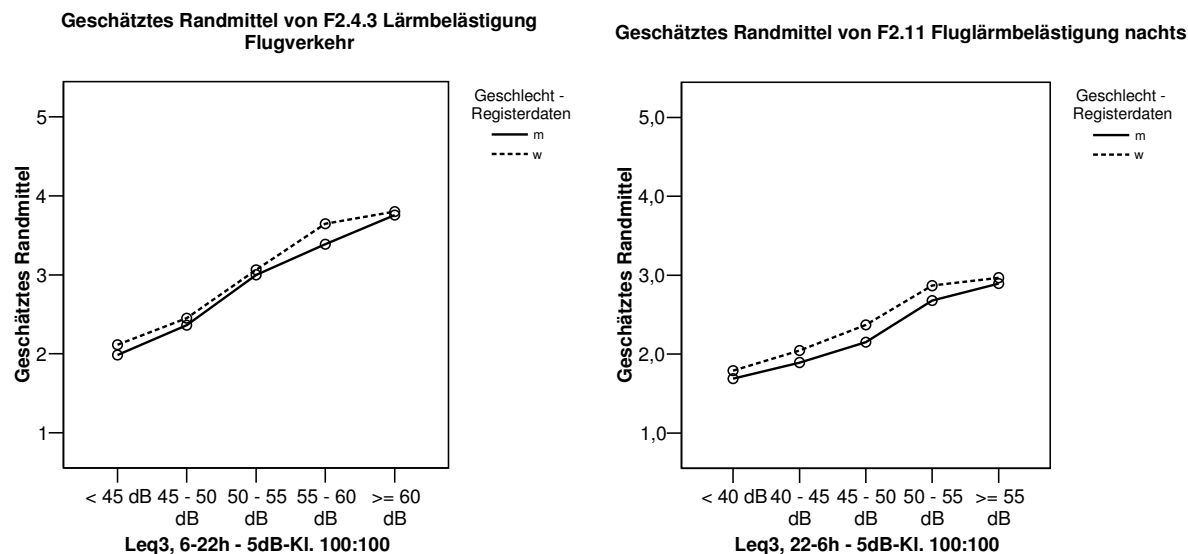


Abbildung 9-35a+b: Fluglärmelastigung gesamt (a) und nachts (b) in Abhängigkeit von Fluglärmbelastung (a: Tag, b: Nacht) und Geschlecht

Augenscheinlich weisen Frauen eine etwas höhere Fluglärmelastigung gesamt und nachts als Männer auf. Die Effektstärke dieses Unterschieds ist allerdings mit $\eta_p^2=0,002/0,003$ (gesamt/Nacht;) äußerst gering und weist mit einem Signifikanzniveau $> 1\%$ allenfalls auf eine Tendenz hin. Oft wird angenommen, dass es sich hierbei um eine Konfundierung von Geschlecht und Anwesenheitsdauer zu Hause handelt. Nimmt man nun die Anzahl der Stunden als Kovariate in die Analyse mit auf (Männer sind im Durchschnitt länger außer Haus als Frauen, vgl. Tabelle 9-15), so verschwindet bzw. reduziert sich der ohnehin schwache Effekt des Geschlechts. Die Anzahl der Stunden außer Haus hat jedoch selbst keinen Einfluss auf die Lärmbelastigung.¹⁰ Im Anhang dargestellt sind deskriptiv- und inferenzstatische Ergebnisse zum Zusammenhang von Lärmbelastigung, Geschlecht und Pegelklassen.

Tabelle 9-15: Median, Mittelwert und Standardabweichung der Anzahl der Stunden außer Haus (Fr 1.9) bei Frauen und Männern. Signifikanzprüfung und Zusammenhangsmaß im Rahmen einer ANOVA mit UV= Geschlecht und AV= Anzahl Stunden außer Haus

Geschlecht - Registerdaten	Median	Mittelwert	Standardabweichung	N	Signifikanzprüfung		η_p^2
männlich	8,0	7,04	3,933	961	F	128,822	0,056
weiblich	4,0	5,21	3,534	1200	df	1, 2160	
Insgesamt	5,0	6,02	3,825	2161	p	.000	

¹⁰ Effekt des Geschlechts auf die Fluglärmelastigung gesamt in Kovarianzanalyse mit UV1= Pegel, UV2= Geschlecht und Anzahl Stunden außer Haus als Kovariate: $F[1,2158]=2,61$; $p=.106$; Effekt in Kovarianzanalyse mit der abhängigen Variable Fluglärmelastigung nachts: $F[1,2153]=4,14$; $p=.042$. Effekt der Variable „Anzahl Stunden außer Haus“: $F[1,2158]=1,63$; $p=.201$ (AV= Fluglärmelastigung gesamt) bzw. $F[1,2153]=0,41$; $p=.521$ (AV= Fluglärmelastigung nachts)

9.5.3 Sozialer Status und Fluglärmelastigung

Aus Abbildung 9-36 geht hervor, dass sich die Fluglärmelastigung gesamt und nachts in Abhängigkeit vom Pegel und der Sozialschicht (Scheuch-Winkler-Index) unterscheidet. Danach ist bei gleichem Pegel die Oberschicht belastigter als die Mittel- und Unterschicht, wobei sich Mittel- und Unterschicht in ihrer *nächtlichen* Fluglärmelastigung insgesamt nicht voneinander unterscheiden.

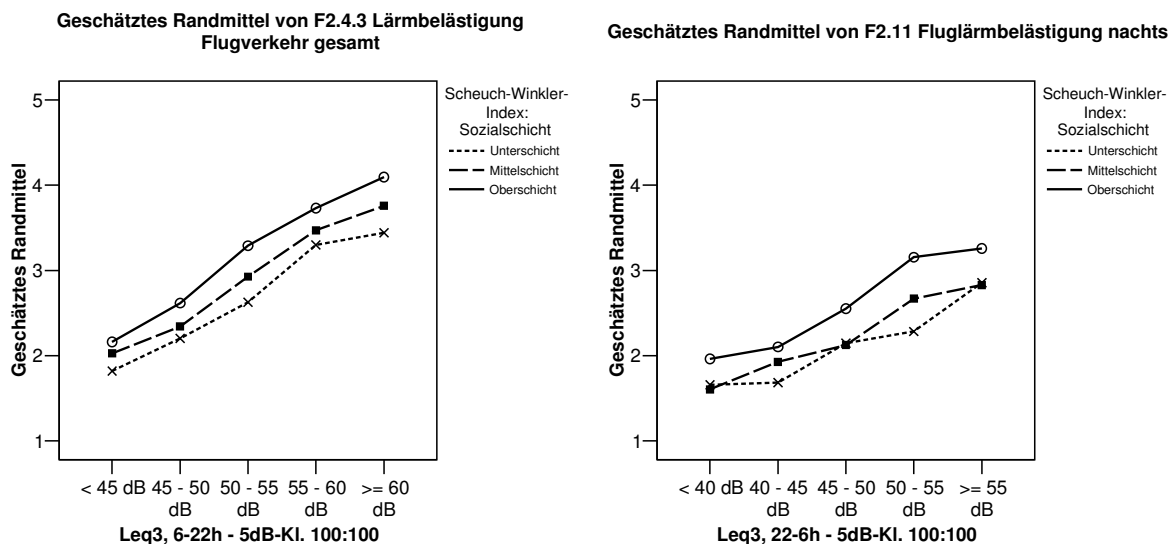


Abbildung 9-36: Fluglärmelastigung gesamt (a) und nachts (b) in Abhängigkeit von der Fluglärmbelastung (a: Tag, b: Nacht) und der Sozialschicht (Scheuch-Winkler-Index)

Weitere deskriptiv- und inferenzstatistische Auswertungen dazu finden sich im Anhang.

9.6 Beziehung zwischen weiteren nicht-akustischen Faktoren und der Fluglärmelastigung

9.6.1 Lärmempfindlichkeit

Die Lärmempfindlichkeit wurde in der Breitenerhebung auf einer fünfstufigen Skala von 1=nicht bis 5= sehr empfindlich (F 2.1.1) erhoben. Abbildung 9-37 zeigt die Verteilung der Lärmempfindlichkeit über die Fluglärm-Pegelklassen.

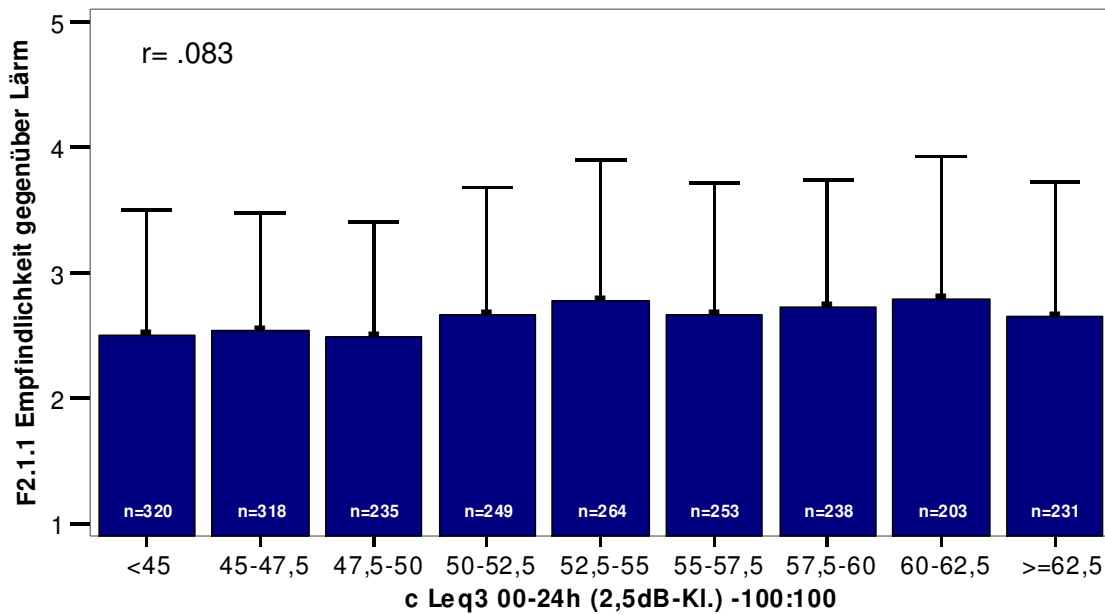


Abbildung 9-37: Verteilung der Lärmempfindlichkeit über die Pegelklassen berechnet nach der 100/100-Regel

Die Lärmempfindlichkeit unterscheidet sich zwischen den Pegelklassen¹¹, allerdings ist kein systematisch-linearer Zusammenhang zum Pegel festzustellen. Demzufolge kann die Lärmempfindlichkeit als pegelunabhängig betrachtet werden, wie dies auch die Korrelationskoeffizienten zwischen Lärmempfindlichkeit und dem Fluglärmpegel in Tabelle 9-16 zeigen.

Aus vielen Lärmwirkungsstudien ist bekannt, dass die Lärmbelästigung neben der akustischen Belastung unter anderem von der individuellen Lärmempfindlichkeit abhängt. Dabei steht diese in der Regel nicht in einem Zusammenhang mit dem Lärmpegel, sondern moderiert unabhängig davon das Lärmbeurteilungsurteil. Tabelle 9-16 zeigt den statistischen Zusammenhang (Korrelation) zwischen der Lärmempfindlichkeit und dem Fluglärmpegel sowie der Belästigung durch Fluglärm. Die Korrelationskoeffizienten verweisen auf einen deutlichen Zusammenhang zwischen der Belästigung und der Lärmempfindlichkeit. Dagegen korreliert die Lärmempfindlichkeit kaum mit dem Fluglärmpegel, so dass hier eine vom Pegel unabhängige Beziehung zwischen der individuellen Lärmempfindlichkeit und der Fluglärmbelästigung besteht. Entsprechend ändert sich auch die Korrelation zwischen Lärmempfindlichkeit und Fluglärmbelästigung bei Herauspartialisierung des Pegeleffekts ($L_{eq3, 24h}$) nicht, die Partialkorrelation beträgt ebenfalls $r_p=0,32$. Umgekehrt bleibt auch die Pegel-Belästigungskorrelation zwischen Pegel ($L_{eq3,24h}$ bzw. $L_{eq3,6-22h}$) und Fluglärmbelästigung unverändert, wenn man die Lärmempfindlichkeit herauspartialisiert (r sowie $r_p = 0,45$).

¹¹ Prüfung der Mittelwertsunterschiede im Rahmen des GLM: $F(8,2311)=3,16$; $p<.01$; Einzeltests (Scheffé; Dunnett-T3) zeigen keine signifikanten Unterschiede zwischen einzelnen Pegelklassen.

Tabelle 9-16: Produkt-Moment-Korrelation zwischen Lärmempfindlichkeit, Fluglärmpegel und Fluglärmbelästigung

		$L_{eq3,24h} - 100/100$	$L_{eq3,24h} - \text{Realverteilung}$	F2.4.3 Lärmbelästigung Flugverkehr gesamt
Empfindlichkeit gegenüber Lärm (F2.1.1)	Korrelation nach Pearson	,083	,078	,324
	Signifikanz (2-seitig)	,000	,000	,000
	N	2311	2311	2308

Zur Veranschaulichung der Wirkung der Lärmempfindlichkeit wurden die Befragten am Median (3,0) in zwei Lärmempfindlichkeitsgruppen (empfindlich/unempfindlich) geteilt und für beide Gruppen die Fluglärmbelästigung getrennt bestimmt. Abbildung 9-38 zeigt, dass bei gleichem Pegel die lärmempfindlichen Personen insgesamt sowie nachts belästigter sind als die lärmunempfindlichen Personen. Deskriptive und inferenzstatistische Kennwerte hierzu finden sich im Anhang in Tabelle 18-6 und Tabelle 18-7.

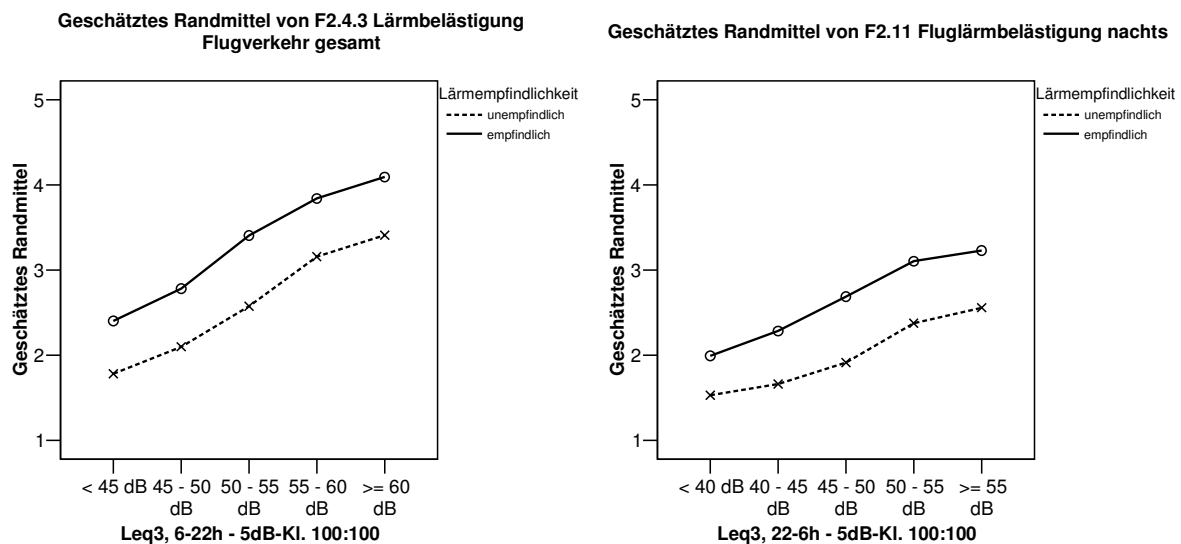


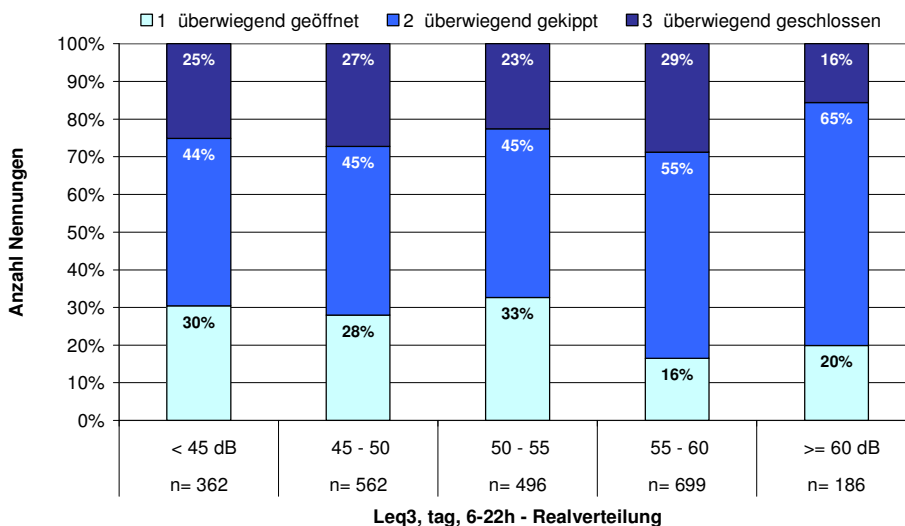
Abbildung 9-38: Fluglärmbelästigung gesamt (a) und nachts (b) in Abhängigkeit von Fluglärmbelastung (a: Tag, b: Nacht) und der Lärmempfindlichkeit

9.6.2 Fensterstellung

In den nachfolgenden Abbildungen ist die Fluglärmbelästigung tags, nachts sowie die Störungen im Innenraum in Abhängigkeit vom Außenpegel und der überwiegenden Fensterstellung in warmen Jahreszeiten dargestellt. Da unter der Annahme eines Zusammenhangs zwischen der überwiegenden Fensterstellung und dem Fluglärmpegel die Häufigkeit der Überflugereignisse je Betriebsrichtung eine wesentliche Rolle spielt, erfolgt hier die Darstellung in Abhängigkeit der L_{eq3} -Werte Tag/Nacht berechnet nach Realverteilung. Grundsätzlich gelten die getroffenen Aussagen auch bei Pegeln berechnet nach der 100/100-Regel.

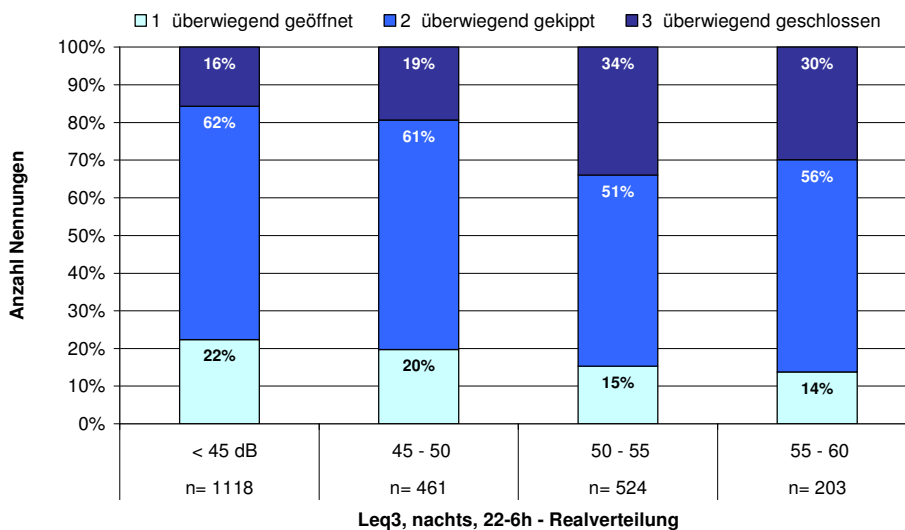
Insgesamt dominiert in allen Pegelklassen die gekippte Fensterstellung. Vor allem nachts nimmt mit zunehmenden Pegel der Anteil gekippter Fenster eher ab, tagsüber dagegen zu. Die Zahl der geöffneten und geschlossenen Fenster variiert tagsüber nicht linear mit dem Außenpegel (vgl. Abbildung 9-39), nachts dagegen nimmt der Anteil geschlossener Fenster tendenziell zu, der Anteil öffneter Fensterstellung leicht ab.

Überwiegende Fensterstellung tagsüber in warmen Jahreszeiten



a)

Überwiegende Fensterstellung nachts in warmen Jahreszeiten



b)

Abbildung 9-39a-b: Überwiegende Fensterstellung in warmen Jahreszeiten tagsüber (a) und nachts (b) gruppiert nach Pegelklasse (Außenpegel, $L_{eq3, tag/nacht}$ - Realverteilung)

Nachfolgende Abbildungen zeigt die Fluglärmbelästigung und Störungen von innerhäusiger Aktivitäten tags/nachts in Abhängigkeit von der Fensterstellung und des Fluglärmpegels (Außenpegel, L_{eq3} jeweils für Tag/Nacht berechnet nach Realverteilung). Im Anhang finden sich die dazu gehörenden inferenzstatistischen Ergebnisse.

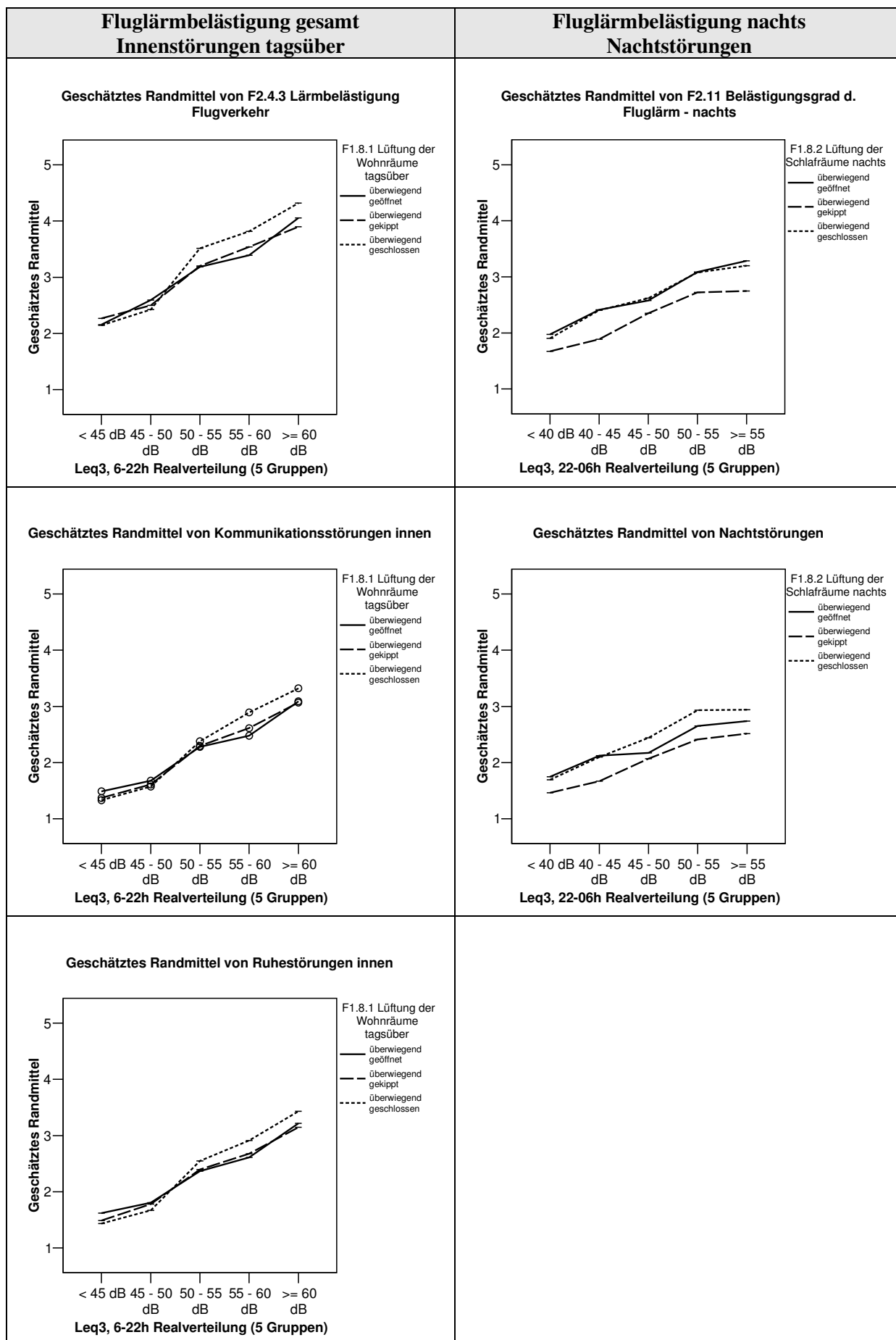


Abbildung 9-40: Fluglärmelastung gesamt/nachts und Innenstörungen in Abhängigkeit vom L_{eq3} -Pegel(Realverteilung) Tag/Nacht und der überwiegenden Fensterstellung in warmen Jahreszeiten

Insbesondere nachts wirkt sich die Fensterstellung auf die Belästigung und Störungen (Fluglärmbelästigung nachts, Nachtstörungen) aus. Ab einem L_{eq3} , nacht-Pegel (außen) von ca. 45 dB(A) ist bei gekippter Fensterstellung die berichtete Beeinträchtigung am geringsten. Bezogen auf die Nachtstörungen unterscheidet sich auch die Beeinträchtigung bei geschlossener vs. geöffneter Fensterstellung, aber anders als aus rein akustischer Sicht zu erwarten wäre: Bei gleichem Außenpegel ist die *geschlossene* Fensterstellung mit der höchsten berichteten Beeinträchtigung verbunden. Bei den Tagstörungen und der Fluglärmbelästigung zeigt sich dieses Resultat augenscheinlich auch, erreicht dort aber nicht die statistische Signifikanz.

Zumindest die geringere nächtliche Belästigung und Störung durch Fluglärm bei gekippter Fensterstellung lässt sich mit der unterschiedlichen Lärmempfindlichkeit der Personen begründen: Personen, die nachts ihr Fenster gekippt halten, sind weniger lärmempfindlich als die übrigen¹² wie Abbildung 9-41 zeigt. Die Fensterstellung tagsüber ist nicht mit der individuellen Lärmempfindlichkeit verbunden.

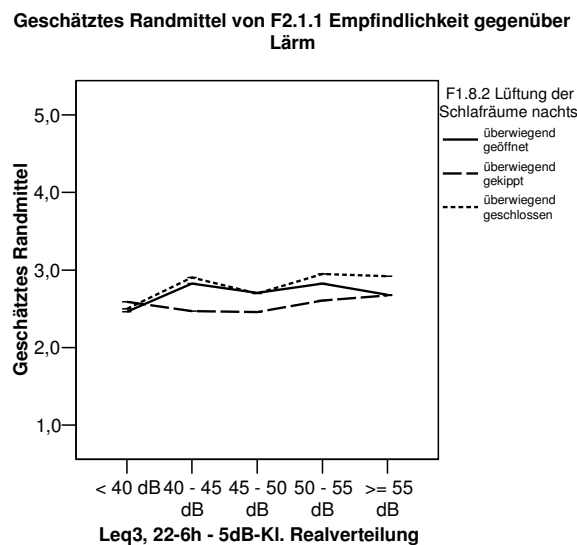


Abbildung 9-41: Lärmempfindlichkeit in Abhängigkeit vom L_{eq3} -Pegel(Realverteilung) nachts und der überwiegenden Fensterstellung in warmen Jahreszeiten

9.7 Einfluss weiterer Lärmquellen auf die Fluglärm- und Gesamtlärmbelästigung

9.7.1 Zusammenhang zwischen Gesamtlärmbelästigung und quellspezifischen Belästigungen

Für die Frage, welchen Einfluss die Belästigungen durch einzelne Lärmquellen auf die Gesamtlärmbelästigung im Wohngebiet haben, wurde eine statistische Zusammenhangsanalyse (Regressionsanalyse) gerechnet. Darin sollte die Gesamtlärmbelästigung durch die quellspezifischen Einzelbelästigungen

¹² Haupteffekt Fensterstellung auf die Lärmempfindlichkeit: $F[2, 2306] = 8,78$; $p < .000$; Scheffé-Tests für „Fensterstellung gekippt“: $p < .000$.

vorhergesagt werden. Als weitere Vorhersagevariablen wurden die L_{eq3} -Pegel Tag/Nacht für Flug-, Schienen- und Straßenverkehr (beim Flugverkehr nach der 100/100-Regel berechnet) hinzugenommen, um den Effekt von Belästigung und akustischer Belastung voneinander getrennt darstellen zu können. Die im Rahmen der multiplen Regressionsanalyse ermittelten Koeffizienten sind im Anhang aufgelistet. Insgesamt kann die Gesamtlärmbelästigung zu 63% durch die betrachteten Größen vorhergesagt werden (korrigiertes $R^2 = 0,63$). Dabei kommt der Belästigung durch Fluglärm der bedeutendste Anteil an der Erklärung der Gesamtlärmbelästigung zu (Partialkorrelation = 0,69). An zweiter und dritter Stelle tragen die Straßenverkehrsbelästigung (Partialkorrelation = 0,20) und die Lärmbelästigung durch Nachbarn (Partialkorrelation = 0,09) zur Gesamtlärmbelästigung bei. Die übrigen Vorhersagevariablen haben keine statistische Bedeutung.

Weiterhin wurde geprüft, inwieweit die akustische Fluggeräuschbelastung in Kombination mit weiteren Verkehrslärmquellen die Gesamt- und Fluglärmbelästigung beeinflusst. Dabei geht es einerseits um die Frage der Unabhängigkeit der Fluglärmbelästigung von der Geräuschbelastung durch weitere Verkehrslärmquellen und andererseits um die Frage, inwieweit sich die Kombination mehrerer Verkehrslärmquellen auf die Gesamtlärmbelästigung in den untersuchten Gebieten auswirkt. Hierzu wurden die Tagespegel und Nachtpegel der drei Verkehrslärmquellen Flug, Schiene, Straße jeweils am Median in zwei gleich große Belastungsgruppen eingeteilt und im Rahmen multifaktorieller Varianzanalysen in ihren Effekten auf die Gesamt- und Fluglärmbelästigung untersucht.

9.7.2 Wirkung kombinierter Verkehrslärmquellen tagsüber

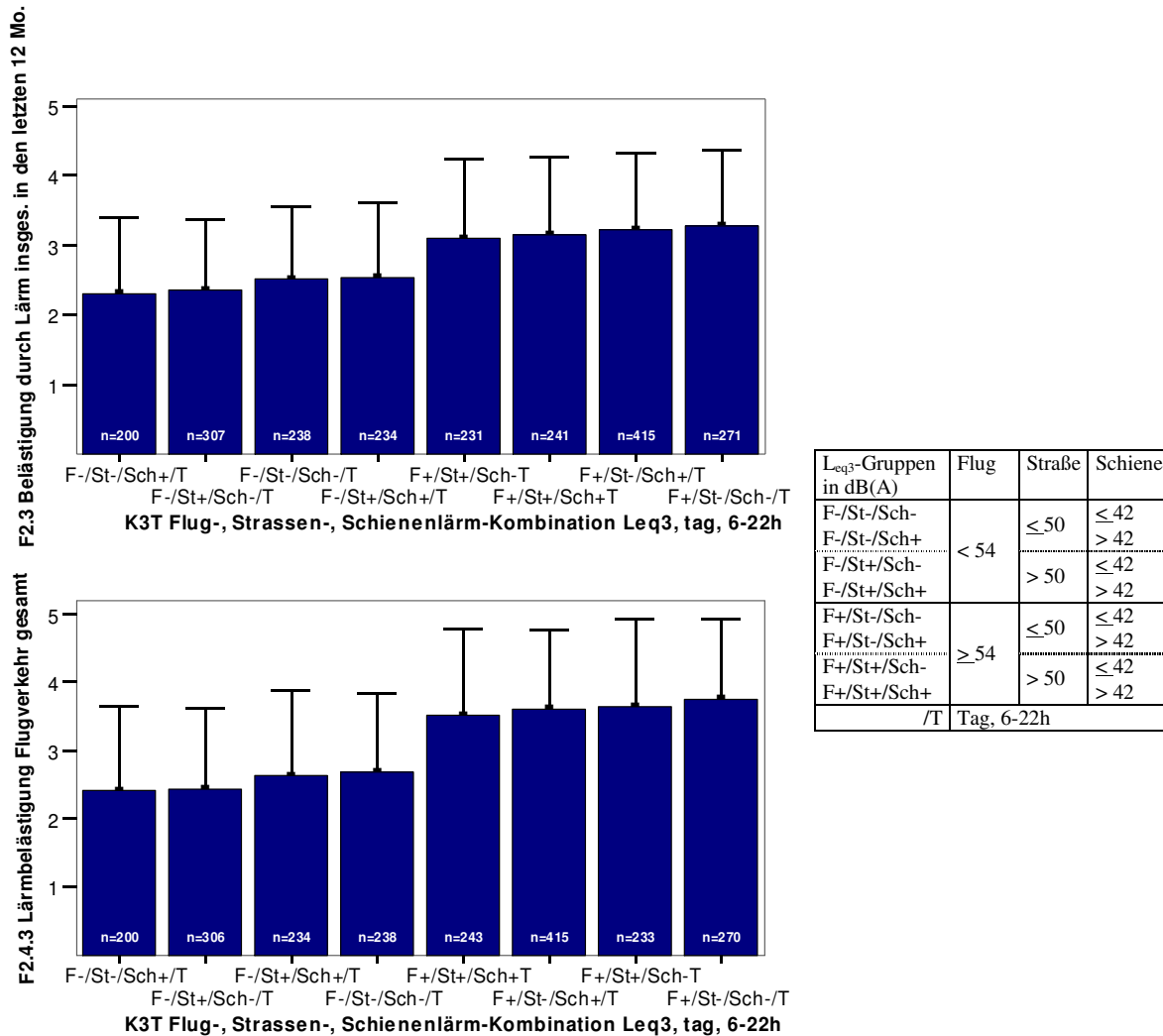
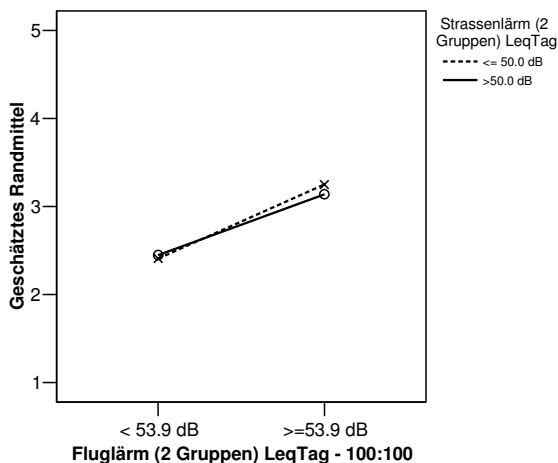


Abbildung 9-42a-b: Lärmbelästigung gesamt (a) und Fluglärmbelästigung (b) in Abhängigkeit der kombinierten Belastung durch Flug-, Straßen- und Schienenverkehrslärm tagsüber (jeweils $L_{eq3, tag, 6-22h}$ -Pegelklassen; beim Fluglärm berechnet nach der 100/100-Regel)

Während der Belastungsunterschied durch Flugverkehrsgeräusche deutliche Unterschiede in der mittleren Gesamtlärmbelästigung sowie Fluglärmbelästigung hervorruft, werden beide Belastungsurteile durch die Schienen- und Straßenverkehrslärmbelastung zusätzlich kaum beeinflusst. Dies zeigen auch die nachfolgenden Abbildungen, in denen jeweils der Einfluss zweier Lärmquellen auf die Belästigung gesamt und die Fluglärmbelästigung dargestellt ist. Die inferenzstatistischen Ergebnisse der zugehörigen Varianzanalysen sind im Anhang dargestellt.

Lärmbelastung insgesamt

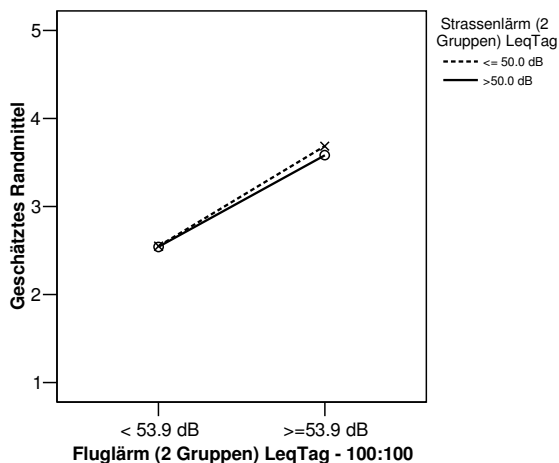
Geschätztes Randmittel von F2.3 Belästigung durch Lärm insges. in den letzten 12 Mo.



a)

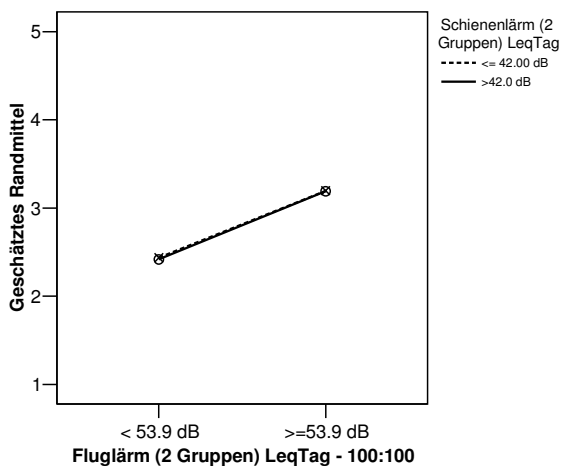
Lärmbelastung durch Flugverkehr

Geschätztes Randmittel von F2.4.3 Lärmbelastigung Flugverkehr gesamt



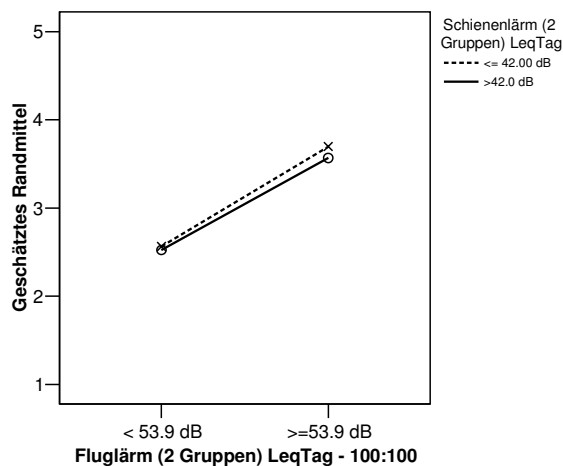
b)

Geschätztes Randmittel von F2.3 Belästigung durch Lärm insges. in den letzten 12 Mo.



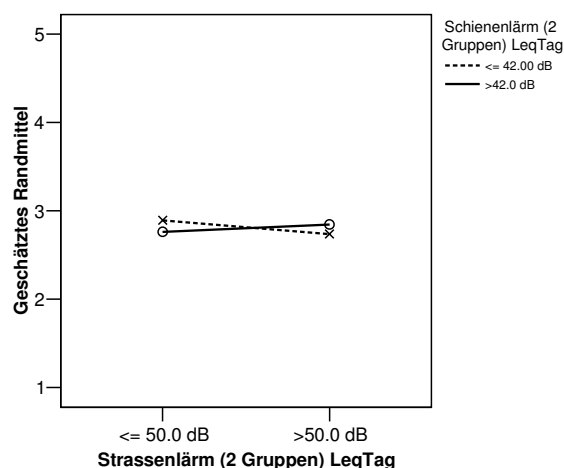
c)

Geschätztes Randmittel von F2.4.3 Lärmbelastigung Flugverkehr gesamt



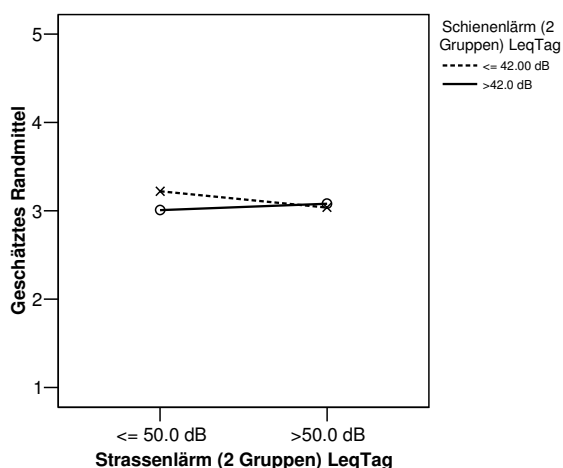
d)

Geschätztes Randmittel von F2.3 Belästigung durch Lärm insges. in den letzten 12 Mo.



e)

Geschätztes Randmittel von F2.4.3 Lärmbelastigung Flugverkehr gesamt



f)

Abbildung 9-43a-f: Gesamt- und Fluglärmelastigung bei paarweiser Betrachtung kombinierter Belastungen durch Verkehrslärm (Schiene, Flug, Straße) tagsüber.

Signifikante Wechselwirkungen (auf 1%-Signifikanzniveau) liegen nicht vor, zumindest in der Tendenz liegt eine Wechselwirkung von Schienen- und Straßenverkehrslärmbelastung (mit geringer Effektstärke) auf die Gesamt- und Fluglärmelastigung vor.

Die in Abbildung 9-43 e–f dargestellten Einflüsse einer kombinierten Wirkung von Schienen-/Straßenverkehrslärm auf die Gesamt- und Fluglärmbelästigung zeigen in der Tendenz¹³ ein etwas irritierendes Ergebnis: Danach scheint eine geringere Bahnlärmbelastung kombiniert mit einer unterdurchschnittlichen Straßenlärmbelastung eine eher steigende Wirkung auf die Fluglärmbelästigung zu haben, während bei der Gesamtlärmbelästigung sich die unterschiedlichen Wirkungen von geringerer/höherer Straßen/Schienenverkehrslärmbelastung insgesamt gegenseitig aufheben. Dieser Effekt ist in seiner Stärke mit einem $\eta_p^2 = 0.003$ allerdings äußerst gering. Eine inhaltliche Erklärung mag darin liegen, dass bei insgesamt geringer Wirkung des Straßenverkehrslärms die Flugverkehrsgeräusche deutlicher hervortreten, wenn gering ausgeprägte Schienenverkehrsgeräusche hinzukommen. Dies spiegelt sich dann in einer höheren Fluglärmbelästigung wieder.

¹³ statistisch auf einem 1%-Signifikanzniveau **nicht** signifikant

9.7.3 Wirkung kombinierter Verkehrslärmquellen nachts

Für die Wirkung nächtlicher kombinierter Verkehrslärmbelastungen wurde die Gesamtlärmelastung (hier wurde Tag/Nacht nicht unterschieden) sowie wie die nächtliche Fluglärmelastung betrachtet.

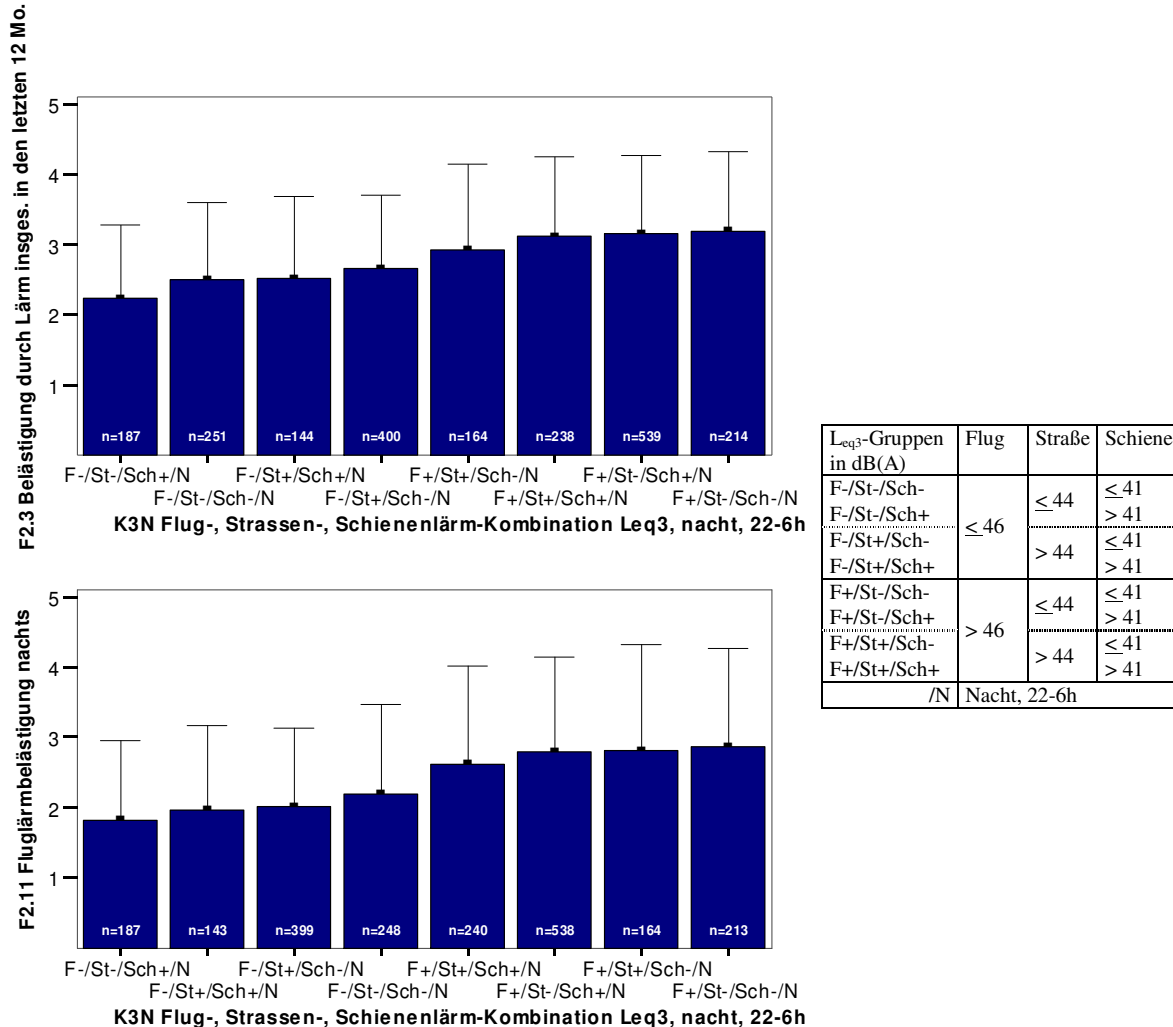


Abbildung 9-44ab: Lärmelastung gesamt (a) und Fluglärmelastung (b) in Abhängigkeit der kombinierten Belastung durch Flug-, Straßen- und Schienenverkehrslärm tagsüber (jeweils $L_{eq3, tag, 6-22h}$ -Pegelklassen; beim Fluglärm berechnet nach der 100/100-Regel)

Wie auch bei den Wirkungen tagsüber ist es in erster Linie die Fluggeräuschbelastung, die einen Effekt auf die mittlere Gesamtlärmelastung sowie Fluglärmelastung nachts ausübt (vgl. Abbildung 9-44 sowie die inferenzstatistischen Ergebnisse im Anhang). Ein Haupteffekt der Straßenverkehrslärmelastung liegt nicht vor. In Wechselwirkung mit der Flugverkehrsberäuschbelastung zeigt sich: Bei geringer Belastung durch Fluglärm ist die Gesamtbelastung bei zusätzlicher überdurchschnittlichen Straßenverkehrslärmelastung höher. In der oberen Fluglärmelastungsgruppe ist die Wirkung des Straßenverkehrslärms umgekehrt: Bei zusätzlicher unterdurchschnittlicher Straßenverkehrslärmelastung ist hier die Gesamtlärmelastung geringfügig höher als bei zusätzlich überdurchschnittlicher Straßenverkehrslärmelastung (vgl. Abbildung 9-45a). Insgesamt steigt die Gesamtlärmelastung

mit zunehmender nächtlicher Flugverkehrsgeräuschbelastung. Die Wechselwirkung der Geräuschbelastung durch Flug- und Straßenverkehr ist mit einem $\eta_p^2 = 0,006$ in der Effektstärke äußerst schwach.

Etwas anders ist es bei der Kombination von Flug- und Schienenverkehrsgeräuschen: Bei geringerer Fluglärmbelastung nachts ist die Gesamtlärmbelastung niedriger bei zusätzlich geringer Schienenverkehrsgeräuschbelastung. Diese Differenz verschwindet bei höherer nächtlicher Fluglärmbelastung. Auch diese Wechselwirkung ist statistisch signifikant, aber in der Effektstärke sehr klein ($\eta_p^2 = 0,003$). Weiterhin zeigt sich ein Haupteffekt der Belastung durch Schienenverkehrsgeräusche: In der oberen Schienenlärmbelastungsgruppe ist die Fluglärmbelastung geringer als in der unteren Belastungsgruppe (korr. Mittelwert: 2,47 vs. 2,30; $\eta_p^2 = 0,004$). Die inferenzstatistischen Ergebnisse zu diesen Analysen finden sich im Anhang.

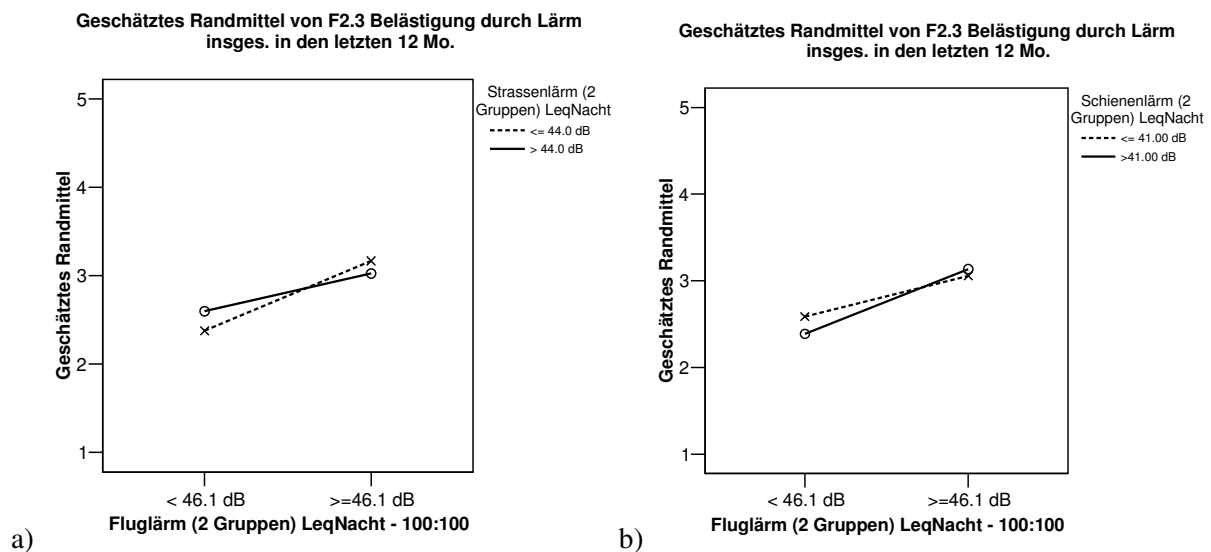


Abbildung 9-45a-b: Wechselwirkung der nächtlichen Fluglärmbelastung kombiniert mit Schienen- bzw. Straßenverkehrslärmbelastung auf die Gesamtlärmbelastung und nächtliche Fluglärmbelastung

9.8 Auswirkungen objektiver und subjektiver Veränderungen im Zusammenhang mit dem Ausbau des Frankfurter Flughafens auf die Fluglärmbelastung

Als Maß für die prognostizierte objektive Veränderung der Fluglärmbelastung im Zuge des geplanten Flughafenausbaus wurden für die Ausbauvariante 9b berechnete Prognosepegel herangezogen und für jeden Probanden die Differenz zum aktuellen Immissionspegel bestimmt. Die subjektiv erwartete Veränderung wurde in der Breitenerhebung wie folgt erfragt:

6.3 Sie haben vermutlich mitbekommen, dass ein Ausbau des Flughafens geplant ist. Was meinen Sie: Wird Ihre Wohnsituation nach einem Ausbau des Flughafens alles in allem genommen annähernd gleich bleiben, sich verbessern oder sich verschlechtern?

Verschlechtern / Gleichbleiben / Verbessern / Keine Angabe, kein Urteil möglich

Tabelle 9-17 zeigt die Verteilung der Befragten hinsichtlich der objektiven und subjektiv erwarteten Veränderungen nach dem Ausbau. Während sich für 60% der Befragten keine prognostizierte Veränderung in der Geräuschbelastung ($L_{eq3, tag}$) > 2 dB(A) ergibt und sich der Anteil derjenigen, die eine Erhöhung und eine Verringerung > 2dB(A) erfahren, in etwa in der Waage hält (20,5% bzw. 19,5%), erwarten 65% eine Verschlechterung ihrer Wohnsituation und lediglich 2,5% eine Verbesserung.

Tabelle 9-17: Häufigkeitsverteilung der Befragten nach prognostizierter objektiver Immissionspegelveränderung ($L_{eq3, tag}$) und erwartete subjektive Veränderung der Wohnsituation nach dem Ausbau des Flughafens (Ausbauvariante 9b)

Differenz Prognosepegel – akt. Pegel ($L_{eq3, tag}$) in dB(A)			F6.3 Veränderung d. Wohnsituation nach Ausbau d. Flughafens		
	Anzahl	%		Anzahl	%
Verringerung > 2dB	450	19,5%	verschlechtern	1251	65,4%
keine Veränderung	1387	60,0%	gleichbleiben	615	32,1%
Erhöhung > 2 dB	475	20,5%	verbessern	47	2,5%

Die aktuelle und künftig nach Ausbau erwartete Fluglärmbelästigung in Abhängigkeit der objektiven und subjektiven Veränderungen zeigen die nachfolgenden Abbildungen (Abbildung 9-46a-d und Abbildung 9-47a-d). Die Balkendiagramme zeigen, dass

- erwartungsgemäß in allen Subgruppen die aktuelle sowie auch die künftig erwartete Fluglärmbelästigung mit zunehmender aktueller Fluggeräuschbelastung steigt;
- die prognostizierten, objektiven Belastungsänderungen die Fluglärmbelästigung (aktuelle, künftige) kaum beeinflusst;
- die subjektiv wahrgenommene Veränderung mit deutlichen Belästigungsunterschieden verbunden ist.

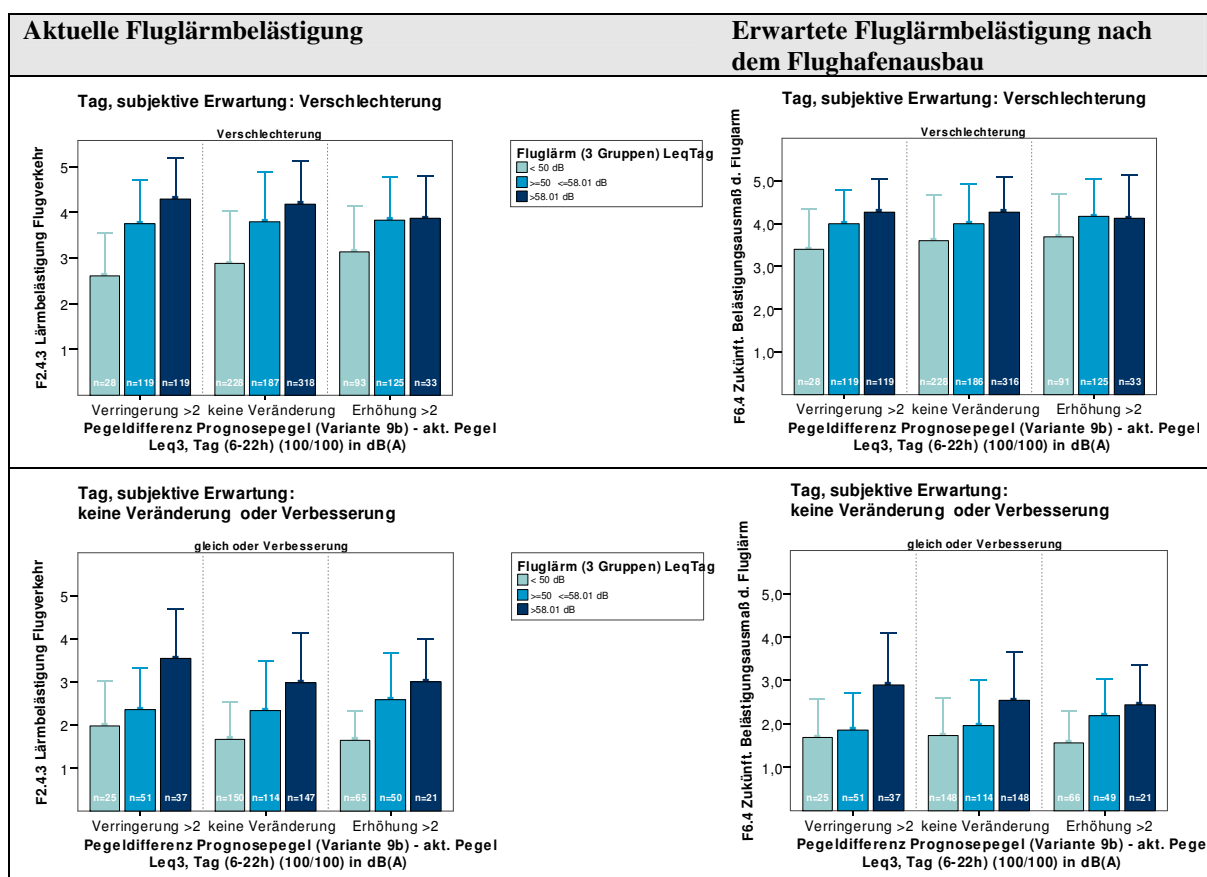


Abbildung 9-46a-d: Aktuelle (a, c) und erwartete künftige (b, d) Fluglärmbelastung gruppiert nach aktueller Fluglärmbelastung ($L_{eq3, tag}$) und prognostizierter, objektiver Veränderung – aufgeteilt nach Personengruppen, die eine Verschlechterung ihrer Wohnsituation erwarten (a-b) und die eine Verbesserung bzw. keine Veränderung erwarten (c-d)

Die unterschiedliche Wirkung der objektiven und subjektiven Veränderung zeigen auch die nachfolgenden Diagramme zur Wechselwirkung zwischen aktuellem Pegel und der subjektiven bzw. objektiven Veränderung auf die aktuelle und erwartete künftige Fluglärmbelastung (s. Abbildung 9-47). Hierfür wurden jeweils zwei Gruppen miteinander verglichen:

- Zum einen diejenigen, die eine Verschlechterung gegenüber denjenigen, die eine Verbesserung bzw. keine Veränderung erwarten,
- zum anderen diejenigen, die eine Erhöhung im Tagespegel um mehr 2dB(A) gegenüber denjenigen die eine Verringerung um mehr als 2 dB(A) erfahren.

Die Zellenbesetzung in den einzelnen gebildeten Subgruppen und die Ergebnisse der inferenzstatistischen Analysen sind im Anhang dargestellt.

Aus Abbildung 9-47a und c geht hervor, dass bei gleichem aktuellem Fluglärmpegel die Personen, die eine Verschlimmerung befürchten, deutlich höhere Lärmbelastungsurteile angeben, als die Personen, die keine Veränderung bzw. eine Verbesserung erwarten. Dies betrifft nicht nur die künftig erwartete sondern bereits die aktuelle Fluglärmbelastung. Insgesamt ergeben sich für die prognostizierten Pegeländerungen keine entsprechenden (Haupt-) Effekte. Lediglich im $L_{eq3, tag}$ -Pegelbereich 45 – 55 dB(A) gibt die Gruppe, die eine Erhöhung > 2 dB(A) zu erwarten hat eine höhere erwartete zukünftige

Fluglärmbelästigung an gegenüber der Gruppe, für die eine Verringerung > 2 dB(A) prognostiziert wurde.

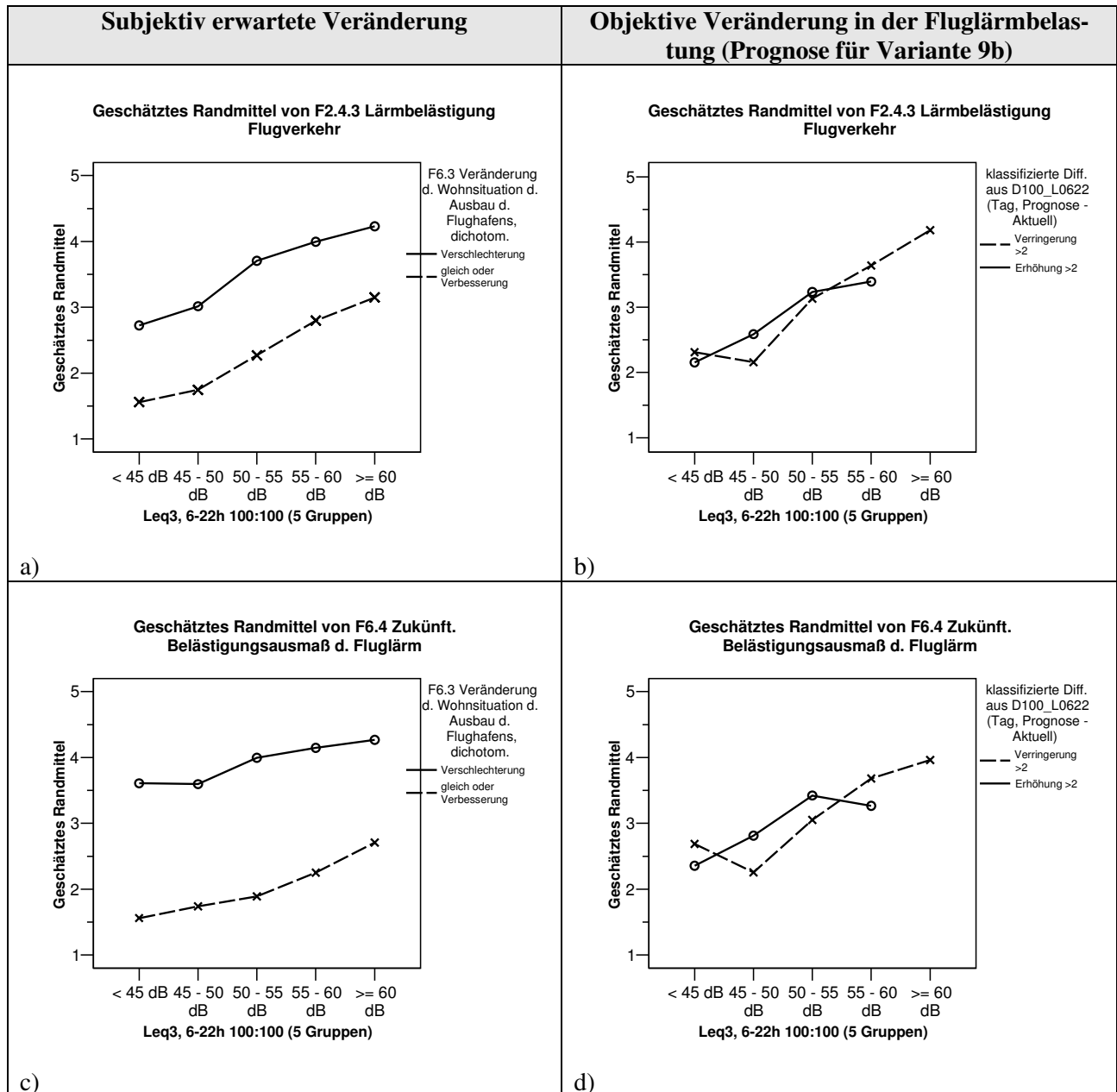


Abbildung 9-47a-d: Wechselwirkung zwischen aktuellem Fluglärmpegel ($L_{eq3, tag, 6-22h}$) und objektiver Pegeländerung (berechnet nach 100/100-Regel) bzw. subjektiv erwarteter Veränderung der Wohnsituation nach dem Ausbau des Frankfurter Flughafens (bezogen auf die Ausbauvariante 9b)

Betrachtet man nun die Anzahl der Probanden aufgeteilt danach, welche Veränderungen sie erwarten und welche Pegeländerungen für ihre Wohnadresse prognostiziert wurden (vgl. Tabelle 9-18) so fällt auf, dass immerhin 70% der Personen, die eine Verbesserung der Fluglärmsituation erfahren der Meinung sind, dass sich ihre Situation verschlechtern wird, während umgekehrt 65% derjenigen, die eine Pegelerhöhung zu erwarten haben, entsprechend auch eine Verschlechterung ihrer Wohnsituation angeben. Hier ergibt sich ein Ansatzpunkt für die Optimierung der Risikokommunikation zum Ausbau des Flughafens.

Tabelle 9-18: Anzahl Befragter aufgeteilt nach objektiver und subjektiver Veränderung nach Ausbau des Flughafens

Differenz zw. Prognose- und aktuel- lem Fluglärmpegel - L_{eq3} , tag, 6-22h – berechnet nach 100/100-Regel		F6.3 Veränderung d. Wohnsituation n. Ausbau d. Flughafens			Gesamt
		verschlechtern	gleichbleiben	verbessern	
Verringerung > 2 dB(A)	Anzahl % Zeile	266 70,2%	99 26,1%	14 3,7%	379 100,0%
keine Veränderung	Anzahl % Zeile	734 64,0%	389 33,9%	23 2,0%	1146 100,0%
Erhöhung > 2 dB(A)	Anzahl % Zeile	251 64,7%	127 32,7%	10 2,6%	388 100,0%
Gesamt	Anzahl % Zeile	1251 65,4%	615 32,1%	47 2,5%	1913 100,0%

9.9 Lärmbelästigung im Verlauf des Befragungszeitraums

Aus der Lärmwirkungsforschung ist bekannt, dass Lärmbelästigungswerte in ihrer Höhe saisonal schwanken, die Belästigung durch Lärm ist im Sommer höher als im Winter. Dies wird im Wesentlichen auf andere Fensterstellgewohnheiten und auf reduzierte Aufenthalte im Freien in den Wintermonaten zurückgeführt. Aus diesem Grund und aus Gründen besserer Vergleichbarkeit mit anderen Ergebnissen ist es wissenschaftliche Praxis, Befragungen zur Lärmbelästigung in den Sommermonaten bzw. in den sechs verkehrsreichsten Monate durchzuführen. Auch die Breitenerhebung dieser Studie wurde entsprechend geplant und im Zeitraum April – Oktober 2005 durchgeführt. Aufgrund der rigiden Qualitätskontrollen aller geführten Interviews (vgl. Kapitel 4.2) konnten insgesamt 279 Interviews nicht verwertet werden. Um diesen Datenverlust nicht hinnehmen zu müssen, wurde eine Nacherhebung anberaumt. Diese wurde unmittelbar im Anschluss an den Befragungszeitraum durchgeführt, reichte aber zeitlich bis in den Dezember 2005 hinein. Die folgenden Abbildungen (Abbildung 9-48 und Abbildung 9-49) zeigen die Fluglärmbelästigung gesamt bzw. nachts je Fluglärm-Pegelklasse (Tag/Nacht) für die im regulären Befragungszeitraum und für die in der Nacherhebung befragten Probanden Personen. Es zeigt sich erwartungsgemäß, dass die Personen in der Nacherhebung bei gleichem jahresgemittelten Pegel weniger belästigt sind als die im regulären Befragungszeitraum interviewten Personen¹⁴. Ein wesentlicher Grund wird darin liegen, dass die jahresgemittelte Fluglärmpegel über die sechs verkehrsreichsten Monate von April bis Oktober berechnet wurden und der Nacherhebungszeitraum darin nicht enthalten ist. Vermutlich ist der Fluglärmpegel zum Jahresende geringer, zudem nimmt auch in dieser Studie die Häufigkeit der Außennutzung ab¹⁵, wie Abbildung 9-50 zeigt. Somit liegen die Lärmbelästigungswerte, die in dieser Studie berechnet wurden, marginal (Effektstärke 0,05%) unterhalb der Werte, die erzielt worden wären, wenn die Studie wie ursprünglich geplant innerhalb der sechs verkehrsreichsten Monate hätte abgeschlossen werden können. Aufgrund der geringen Anzahl an nacherhobenen Interviews im Vergleich zur Gesamtzahl ist die Qualität und Aussagekraft der verwendeten Daten dadurch jedoch nicht beeinträchtigt.

¹⁴ Fluglärmbelästigung gesamt: $F_{[9,2299]} = 72,38$, $\eta^2 = .005$; $p < .001$; Fluglärmbelästigung nachts: $F_{[9,2299]} = 33,35$; $\eta^2 = .007$, $p < .001$

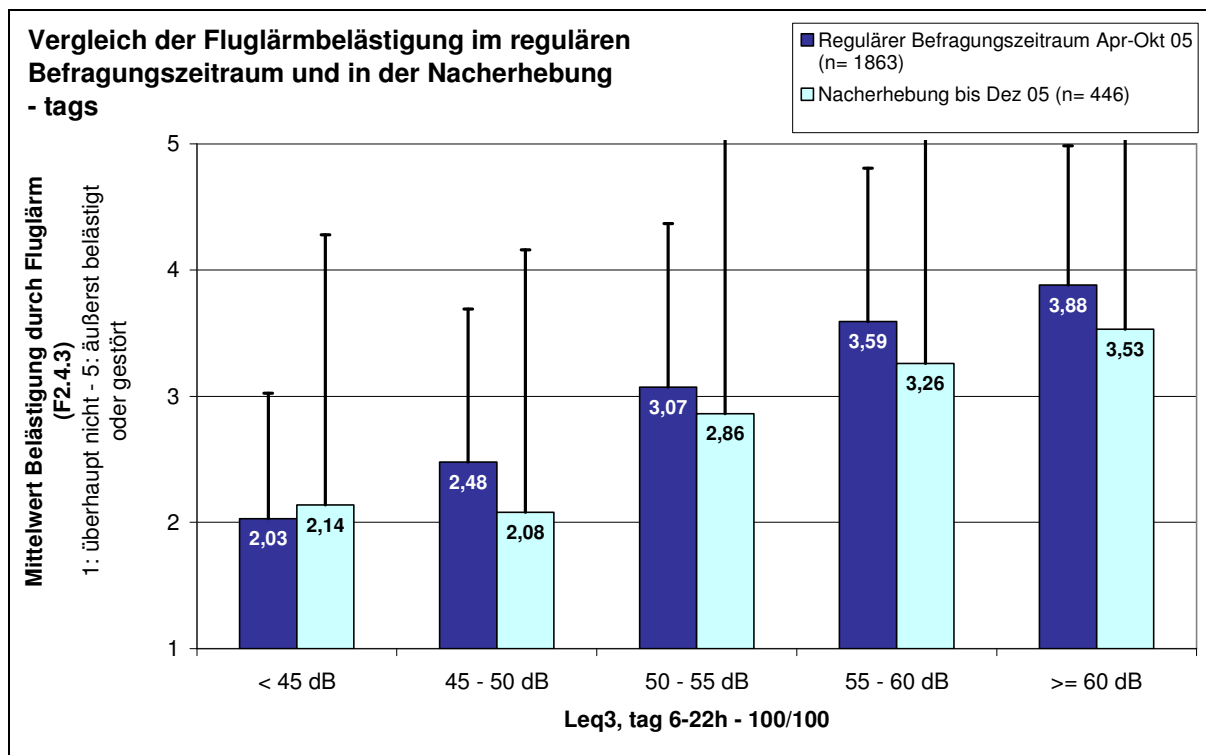


Abbildung 9-48: Fluglärmbelästigung gesamt (F2.4.3) in Abhängigkeit von der Fluglärmbelastung tags ($L_{eq3, 6-22h}$) und dem Befragungszeitraum (regulär vs. Nacherhebung)

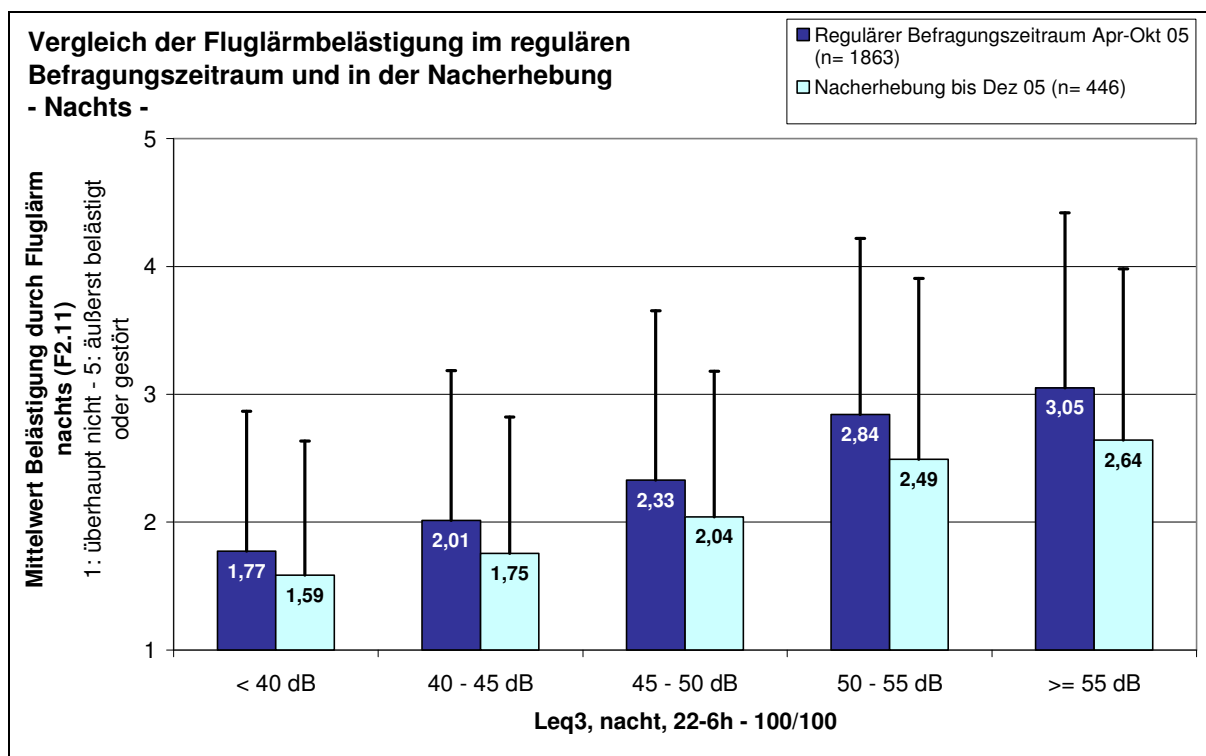
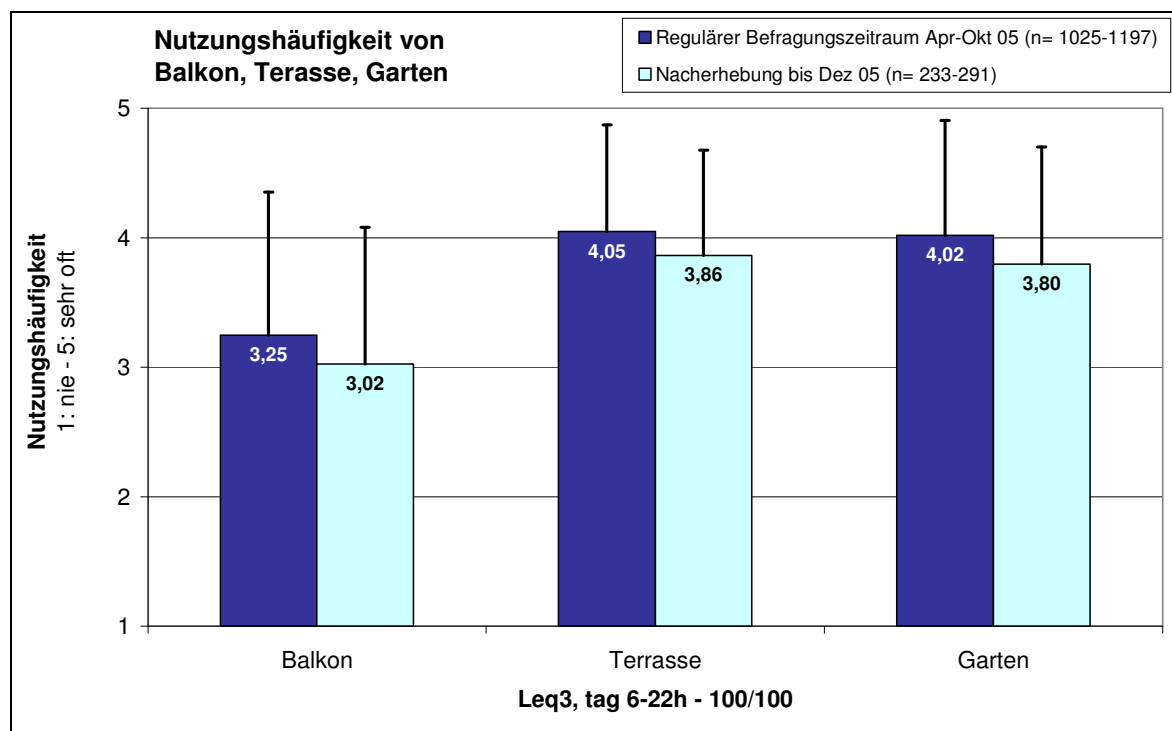


Abbildung 9-49: Fluglärmbelästigung nachts (F2.11) in Abhängigkeit von der Fluglärmbelastung nachts ($L_{eq3, 22-6h}$) und dem Befragungszeitraum (regulär vs. Nacherhebung)

¹⁵ $F_{Balkon[1,1392]} = 9,59$; $p = .002$; $F_{Terrasse[1,1256]} = 9,52$; $p = .002$; $F_{Garten[1,1465]} = 13,82$; $p < .001$



Antwortkategorien zur Häufigkeit der Außenbereichsnutzung: 1: nie, 2: selten, 3: gelegentlich, 4: oft, 5: sehr oft

Abbildung 9-50: Häufigkeit der Nutzung des Außenbereichs.

9.10 Zusammenfassende Ergebnisbetrachtung zur Belästigung und Gestörtheit durch Fluglärm

Die Anwohner im Rhein-Main-Gebiet weisen im Vergleich zu der Bevölkerung Hessens und auch im Bundesvergleich eine höhere Lärmbelastigung auf. Diese wird maßgeblich bestimmt durch die Fluglärmbelästigung. Unter den akustischen Maßen, mit denen sich der Fluglärm beschreiben lässt, steht der Mittelungspegel L_{eq3} in engster Beziehung zu den Belästigungs- und Störungsurteilen. Dabei spielt es für den Grad der Pegel-Belästigungsbeziehung den vorliegenden Daten zufolge insgesamt kaum eine Rolle, nach welchem Berechnungsverfahren (Realverteilung oder 100/100-Regel) die Pegel bestimmt wurden. Kein Verfahren kann als ungeeignet zur Beschreibung der Belästigungswirkung verworfen werden. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass, bezogen auf den nächtlichen Flugverkehr, bei Berechnung nach der 100/100-Regel die Pegel-Belästigungsbeziehung etwas enger ausfällt als bei der Realverteilung. Dieser Unterschied zwischen den Berechnungsverfahren kann für die Fluglärmbelastung tagsüber nicht in gleichem Maße festgestellt werden. Dass für die Nacht die Berechnung des jahresgemittelten Fluglärmpegels nach der 100/100-Regel und für den Tag die Berechnung nach Realverteilung erfolgt, ist aus der Perspektive des statistischen Pegel-Belästigungszusammenhangs zulässig.

Auf weiterer Detailebene (Gemeinde-/Wohngebietsebene) gibt es Unterschiede in der Eignung der Berechnungsverfahren, die aufgrund der komplexen Wechselwirkungen zwischen Pegelhöhe, Betriebsrichtungswechsel und Ortslage anhand der vorliegenden Daten nicht abschließend analysiert werden konnten. Es wurde festgestellt, dass die Menschen im Rhein-Main-Gebiet auf die Differenz zwischen der „Worst-Case-Situation“ (dargestellt durch die Ost-/Westumhüllende) und der jahresge-

mittelten, durchschnittlichen Belastung (dargestellt durch Pegel berechnet nach Realverteilung) in ihrem Belästigungsurteil reagieren (größere Belästigung durch Fluglärm bei größeren Unterschieden zwischen den beiden Berechnungsverfahren). Im Rahmen eines künftig im Rhein-Main-Gebiet etablierten Fluglärmwirkungsmonitorings sollten diese Bezüge differenzierter untersucht und im zeitlichen Trend verfolgt werden.

Es wurden Dosis-Wirkungs-Kurven für die Fluglärmbelästigung insgesamt, tagsüber (gemittelt aus Stundenbelastungen zw. 6-22 Uhr) und nachts dargestellt. Die durchschnittliche Fluglärmbelästigung insgesamt liegt über der nächtlichen und diese oberhalb der Kurve der 16h-Tagesbelastung. Einzelne Wohngebiete wurden getrennt nach vier Ortslagen hinsichtlich der mittleren Fluglärmbelästigung und der akustischen Belastung verortet. Fluglärm stört erwartungsgemäß am stärksten Tätigkeiten außerhalb der Wohnung (Kommunikation im Freien, Aufenthalt/Erholung im Freien). Dabei orientiert sich die geäußerte Fluglärmbelästigung im Niveau an den Außenstörungen und korreliert auch mit diesen am höchsten. Bei den berichteten nächtlichen Störungen stellt die Verkürzung der Schlafzeit eine bedeutsame Beeinträchtigung dar (Urteile zur Störung beim Einschlafen und Aufwachen liegen über den Störungsurteilen beim Nachtschlaf).

Auch in dieser Studie konnte gezeigt werden, dass neben dem Pegel einige nicht-akustische Faktoren zum Teil recht deutliche Effekte auf die aktuelle Fluglärmbelästigung ausüben. Zu nennen sind: die individuelle Lärmempfindlichkeit, das Vertrauen in die für Fluglärminderung Verantwortlichen, die erwartete Veränderung der Wohnsituation im Zusammenhang mit dem geplanten Flughafenausbau sowie situative Aspekte wie die Fensterstellung. Es zeigen sich auch – allerdings in geringer Effektstärke – Unterschiede in der Fluglärmbelästigung in Abhängigkeit soziodemografischer Faktoren wie Alter (Erwachsene im mittleren Alter sind belästigter als Jüngere und Ältere), Geschlecht (Frauen sind geringfügig belästigter als Männer) und Sozialschicht (Angehörige der Oberschicht sind belästigter als Angehörige der Mittel- und Unterschicht). Bei Betrachtung des Zusammenwirkens verschiedener Verkehrslärmquellen zeigt sich, dass die Gesamtlärmbelästigung im Wohngebiet am stärksten durch die Fluglärmbelastung und –belästigung bedingt ist. Weitere zusätzliche Lärmquellen haben auf die Gesamtbelästigung sowie speziell auf die Fluglärmbelästigung kaum einen Einfluss.

10. Einordnung der Ergebnisse zur Fluglärmbelastigung in den internationalen Kontext

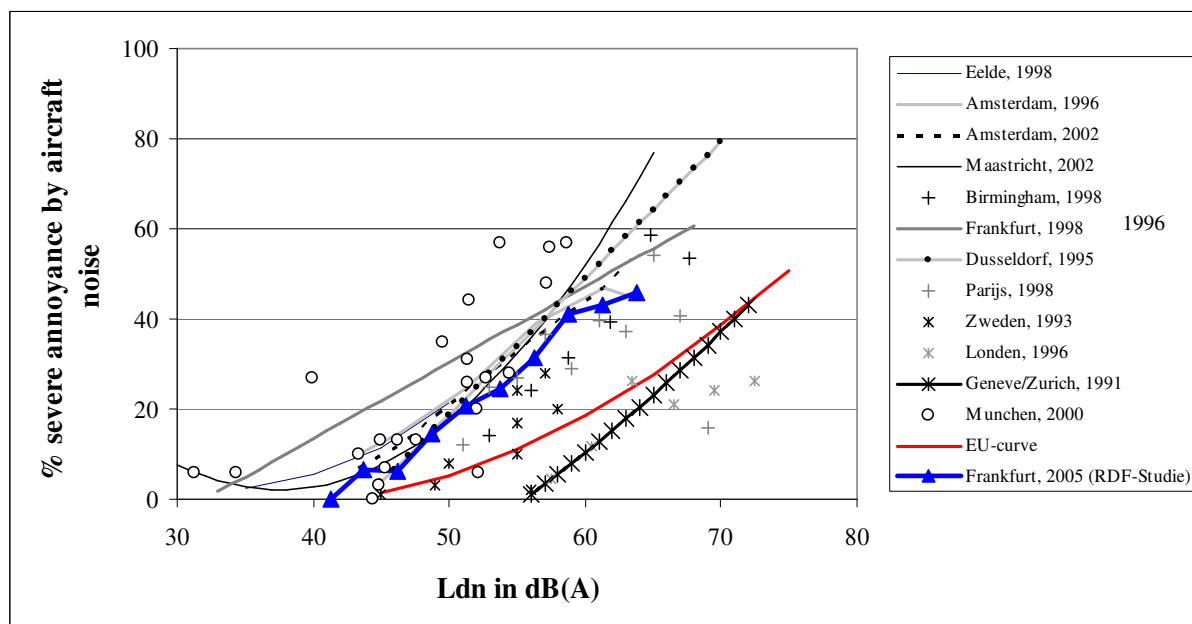
In diesem Kapitel wird dargestellt, inwieweit sich die Ergebnisse zur Fluglärmbelastigung in den internationalen Kontext einordnen lassen. Zunächst wird hierzu ein Vergleich der Ergebnisse zur Fluglärmbelastigung mit den an anderen europäischen Großflughäfen gewonnenen Dosis-Wirkungskurven dargestellt (Abschnitt 10.1). Anschließend wird die von den niederländischen Kollegen Vos und Miedema vom Institut TNO vorgenommene Modellierung der Frankfurter Belastigungsdaten im Vergleich zur generalisierten Dosis-Wirkungskurve, wie sie im EU-Positionspapier zur Lärmelastigung veröffentlicht wurde (EC/WG2, 2002; vgl. Miedema & Oudshoorn, 2001), beschrieben (Abschnitt 10.2).

10.1 Vergleich der Ergebnisse mit anderen europäischen Lärmwirkungsstudien zur Fluglärmelastigung

Von van Kempen und van Kamp (2005) vom niederländischen Nationalen Gesundheits- und Umweltinstitut (RIVM) liegt eine Veröffentlichung zur aktuellen Entwicklung der Belastigung durch Fluglärm in den letzten 15 Jahren vor. 28 internationale Studien zur Fluglärmelastigung wurden dabei von den Autorinnen verschiedenen metaanalytischen Betrachtungen unterzogen. Von 11 dieser Studien liegen Daten zum Anteil hoch Belastigter (%HA) vor, die für die Definition der Belastigung einen vergleichbaren cut-off-Wert (70-75% der Antwortskala) verwendet haben; in der RDF-Belastigungsstudie wurden die cut-off-Werte 72 und 73% angewandt.

Die nachfolgende Abbildung ist eine modifizierte Darstellung aus dem Bericht von van Kempen et al. (2005, S. 25, Fig. 3b). Sie zeigt eine Zusammenfassung der Dosis-Wirkungsdaten der 11 Studien für den Anteil hoch Belastigter in Abhängigkeit vom L_{dn} (international gebräuchlicher Tag-/Nachtpegel, der einen Zuschlag von 10 dB für die Nacht enthält). Die %HA-Daten der RDF-Belastigungsstudie bezogen auf den L_{dn} sind mit freundlicher Unterstützung der Autorinnen¹⁶ in das Diagramm integriert worden. Die 13. Kurve stellt die von Miedema und Oudshoorn (2001) metaanalytisch generalisierte Dosis-Wirkungskurve („generalised EU curve“) dar. Eine Auflistung der Vergleichsstudien findet sich im Anhang, Abschnitt 18.2.

¹⁶ An dieser Stelle geht der Dank der Gutachter an die Autoren Elise van Kempen und Irene van Kamp sowie an Danny Houthuijs für die Bereitstellung der Daten und und Modifizierung des Vergleichsdiagramms.



Quelle: van Kempen, und van Kamp (2005, S. 25, Fig 3b; ergänzt um Daten der RDF-Studie).

Die aus dem Original stammende niederländische Schreibweise der in der Legende aufgeführten Orte wurde hier beibehalten.

Abbildung 10-1: Zusammenfassung der Dosis-Wirkungsdaten von 11 Studien zum Anteil hoher Fluglärmbelastigung (%HA) und Vergleich mit der generalisierten EU-Kurve (rot) und dem %HA in der vorliegenden RDF-Belastigungsstudie (blau; %HA= Anteile der Antworten auf den Kategorien 8-10 der 11-stufig erfassten Belästigung, Fr. 2.13). Alle Belästigungsdaten sind in Abhängigkeit des Tag/Nacht-Pegels L_{dn} dargestellt

Wie die Abbildung 10-1 zeigt, fügt sich die aktuelle Dosis-Wirkungskurve für den Anteil hoher Fluglärmbelastigung im Umfeld des Frankfurter Flughafens (RDF-Daten) gut in das Set der Dosis-Wirkungskurven vergleichbarer europäischer Studien ein. Die RDF-Daten stellen bezüglich des Belästigungsniveaus keine Ausreißer dar bzw. sprechen nicht für eine Ausnahmesituation im Hinblick auf das Belästigungserleben.

Mit Ausnahme von %HA-Daten aus einer schweizerischen (Geneve/Zurich, 1991) und britischen (Londen, 1996) Studie liegen alle übrigen Ergebnisse über der EU-Kurve. Diese beruht allerdings auch auf Daten aus einem Untersuchungszeitraum von 1965 – 1992; das Durchschnittsalter der in der generalisierten Kurve berücksichtigten Studien beträgt 14 Jahre (bezogen auf 2006). Der seitdem veränderte Flugverkehr ist einer der Gründe, die für die Verschiebung von %HA-Anteilen gegenüber der generalisierten Kurve angeführt werden.

Insbesondere die im Umfeld des Flughafens Amsterdam-Schiphol ermittelten Belästigungskurven 1996 und 2002 liegen im Niveau und Verlauf nahe an den aktuellen RDF-Daten. So entspricht der leicht S-förmige Kurvenverlauf der eigenen Daten, der sich von dem exponentiellen Verlauf beispielsweise der EU-Kurve unterscheidet, dem Verlauf der Kurve „Amsterdam, 1996“, z.T. auch der Kurve „Birmingham, 1996“. Insbesondere im oberen Pegelbereich ist der Verlauf der RDF-Daten also keine Ausnahmeerscheinung. Zum Zeitpunkt der Datenerhebung am Flughafen Schiphol befand sich dieser vor einer Erweiterung (Eröffnung der 5. Bahn im Jahr 2003). Die ähnliche Entwicklung des Flughafens (Veränderungssituation durch Flughafenausbau) mag ein Grund für die annähernd gleichen Belästigungsanteile sein.

10.2 Comparison of L_{den} -Noise Annoyance Relationships found around Frankfurt Airport

Autoren: H. Vos und H.M.E. Miedema, TNO Environment and Health, Delft, NL

Vorbemerkung:

In diesem Textteil wird die Modellierung der Dosis-Wirkungsbeziehung zwischen der Fluglärmbelästigung und der Fluglärmbelastung, beschrieben durch den Tag-Abend-Nacht-Lärmindex L_{den} , dargestellt. Die resultierende Dosis-Wirkungskurve wird mit der generalisierten, auf gleicher Modellierungsart beruhenden Kurve, die im EU-Positionspapier zur Dosis-Wirkungsbeziehung für die Belästigung durch Lärm (EC/WG2, 2002) veröffentlicht wurde, verglichen. Die Modellierung wurde von H. Vos und H.M.E. Miedema vom niederländischen Institut TNO Environment and Health, Delft, NL, vorgenommen und die Dokumentation dazu in den nachfolgenden Abschnitten 10.2.1 bis 10.2.4 in englischer Sprache verfasst. Aus Abbildung 10-2 bis Abbildung 10-5 wird deutlich, dass ein größerer Teil der Bevölkerung des Rhein-Main-Gebiets bei vergleichbaren Pegeln hoch belästigt (%HA) bzw. belästigt (%A) ist als diejenigen Personen, die unter der sog. EU-Kurve zusammengefasst wurden. Gründe hierfür liegen zum einen in der Veränderungssituation, der der Flughafen Frankfurt seit geraumer Zeit unterliegt. Dies zeigte sich auch in den Niederlanden: Am Flughafen Schiphol sind im Zeitraum der Erweiterungsdiskussionen ebenfalls im Vergleich zur EU-Kurve erheblich größere Anteil der betroffenen Bevölkerung hoch belästigt gewesen (van Kempen & van Kamp, 2005; s. auch vorangegangenen Abschnitt 10.1). Zum anderen wird seitens der Lärmwirkungsforschung generell festgestellt, dass die Entwicklung in den letzten Jahrzehnten zu erhöhten Belästigungswerten bei vergleichbaren Pegeln geht (Guski, 2004; van Kempen & van Kamp, 2005). Dies kann an der gestiegenen Anzahl an Überflügen liegen, an dem Umstand, dass in Veränderung begriffene Flughäfen in Europa heutzutage eher die Regel als eine Ausnahmesituation darstellen, oder nicht zuletzt an einer gestiegenen Sensitivität der Bevölkerung gegenüber Umweltstressoren. So gesehen ist es nicht erstaunlich, dass die aktuellen Belästigungsdaten, die im Rahmen dieser Studie in der Umgebung des Frankfurter Flughafens gewonnen wurden, oberhalb der zum Teil Jahrzehnte alten Daten der EU-Kurve angesiedelt sind.

10.2.1 Summary

Analyses are conducted to establish the relationships between aircraft noise exposure (metric: L_{den}) and noise annoyance (percentage highly annoyed, %HA, and percentage annoyed, %A) on the basis of the data from the Frankfurt Airport study (RDF). These relationships for the RDF study are compared with the exposure-response curves presented in the EU Position Paper on noise annoyance (EC/WG2, 2002). For comparison, the curves found on the basis of the data from the RDF study are presented in plots together with the curves published in the EU Position Paper. Both the %HA and the %A estimates for the RDF study are well above the curves from the EU Position Paper. This is a further indication that there has been a shift towards higher annoyance at the same exposure level in the last 10 - 15 years.

10.2.2 L_{den} , %HA and %A

The Frankfurt dataset contained L_{den} (LR_LDEN) that could directly be used in the exposure-response analysis.

The annoyance measure used in these analyses is based on question F2.4.3 Lärmbelästigung Flugverkehr, with 5 response categories. Annoyance questions in different studies use different numbers of response categories. In order to obtain annoyance measures for different studies that are comparable, the response categories are translated into a scale of 0 to 100. This translation is based on the assumption that a set of annoyance categories divides the range of 0 to 100 in equally spaced intervals. The general rule that gives the position of an inner category boundary on the scale from 0 to 100 is: $score_{boundary\ i} = 100i/m$. Here i is the rank number of the category boundary, starting from 1 for the upper boundary of the lowest annoyance category, and m is the number of categories. The distribution of the annoyance scores in a population exposed to a given noise level is summarised by choosing a cut-off point on the scale of 0 to 100, and determining the percentage of the responses exceeding the cut-off. If the cut-off is 72 on a scale of 0 to 100, then the result is called the percentage ‘highly annoyed’ persons, with a cut-off at 50 it is called the percentage ‘annoyed’.

10.2.3 Exposure-Effect Model

A statistical model developed for analysing the relationship between exposures and effects reported with a rating scale, is applied here to study the relationship between noise annoyance and L_{den} . We refer to Miedema & Oudshoorn (2001) or Groothuis-Oudshoorn & Miedema (2006) for a more detailed description of the model. Using this model, the percentage highly annoyed or the percentage annoyed at a given exposure level (L_{den}) can be calculated as follows:

$$P_C(L_{den}) = 100 \times (1 - \Phi((C - [\beta_0 + \beta_1 L_{den}]) / \sigma)),$$

where $P_C(L_{den})$ is the percentage of people exposed to L_{den} with a annoyance score (scale 0-100) above cut-off point C , Φ is the cumulative standard normal distribution, and β_0 , β_1 , and $\sigma = \sqrt{(\sigma_0^2 + \sigma_1^2)}$ are model parameters which are discussed below. Substituting estimates of these parameters into the model and choosing a cut-off point C (72 for %HA or 50 for %A) gives the estimate of the exposure-effect relationship for that cut-off.

When deriving the relationships presented in the EU Position Paper, the model was applied to pooled data from different studies and it was taken into account that there is usually a study effect. This study effect is treated as a random error in the above model. The individual error and the study effect are assumed to be independent and to be randomly distributed. The distributions of the error components are assumed to be normal with a zero mean. The parameters σ_1^2 and σ_0^2 represent the variance of the individual error and the study effect, respectively. When the model is applied to a single study, which is the case when analysing the data from the RDF study, there is no study effect variance σ_0^2 , and σ is equal to the standard deviation of the individual errors.

The parameter β_0 is the intercept, and β_1 is the slope that describes the increase in noise annoyance as a function of the average exposure level (L_{den}).

10.2.4 Results

After removal of non-valid categories, the following distribution of responses to the annoyance question (F2.4.3 Lärmbelästigung Flugverkehr) is found:

Tabelle 10-1: *Lärmbelästigung Flugverkehr*

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 1 überhaupt nicht	361	15.6	15.6	15.6
2 etwas	472	20.4	20.4	36.1
3 mittelmäßig	533	23.1	23.1	59.2
4 stark	526	22.8	22.8	81.9
5 äußerst	417	18.1	18.1	100.0
Total	2309	100.0	100.0	

When the parameters of the above described exposure–effect model are estimated on the basis of the data from the RDF study the following results are obtained:

Tabelle 10-2: *Parameter estimates*

	estimate	standard error
intercept β_0	-71.4	5.6
coefficient β_1 of L_{den}	2.25	0.10
variance σ_1^2	782	

Tabelle 10-3: *Covariance matrix of the estimates:*

	intercept β_0	coefficient β_1 of L_{den}
intercept β_0	31.81	-0.575
coefficient β_1 of L_{den}	-0.575	0.0105

By substituting the above parameter values in the above equation of the exposure–effect model and choosing a value for C (72 for %HA and 50 for %A), the exposure-response relationships for the RDF study are obtained. The corresponding curves together with the curves from the EU Position Paper, are presented in Abbildung 10-2 and Abbildung 10-3 (%HA) and Abbildung 10-4 and Abbildung 10-5 (%A).

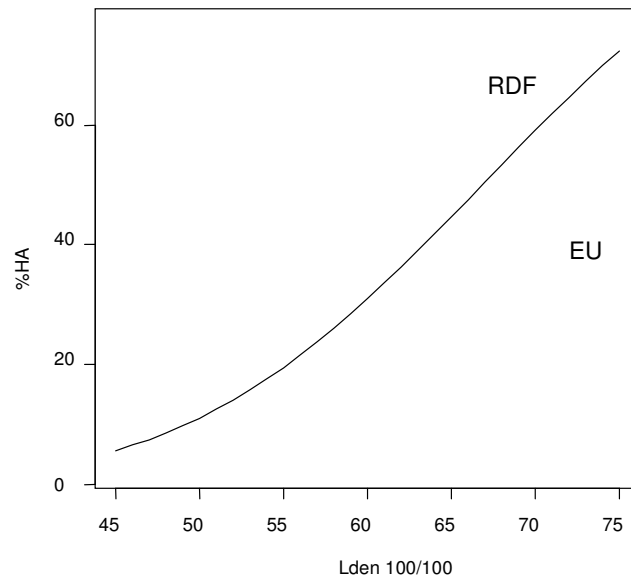


Abbildung 10-2: The %HA cuves from the EU Position Paper (lower solid line) and for RDF (upper solid line). Dotted lines are 95 % confidence intervals. LDEN is calculated for 100/100 situation.

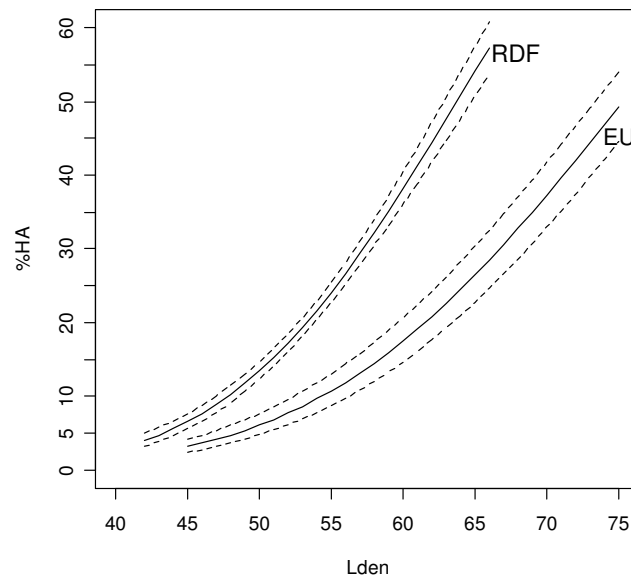


Abbildung 10-3: The %HA curves from the EU Position Paper (lower solid line) and for RDF (upper solid line). Dotted lines are 95 % confidence intervals. LDEN is calculated regarding the real number of overflights for east/west situation

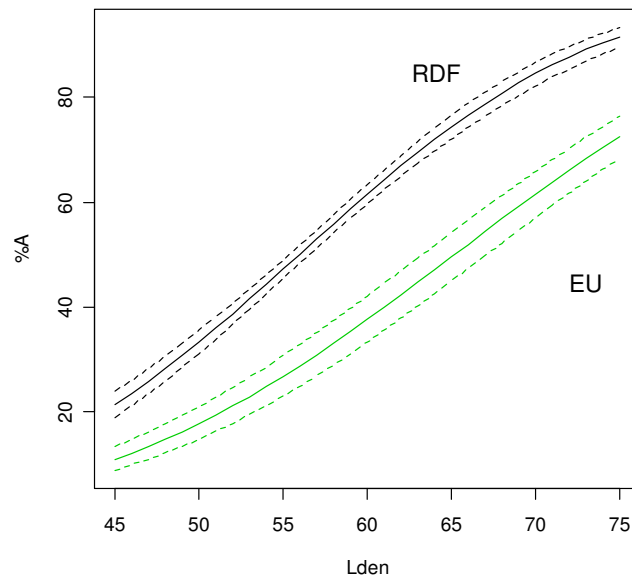


Abbildung 10-4: The %A curves from the EU Position Paper (lower solid line) and for RDF (upper solid line). Dotted lines are 95 % confidence intervals. LDEN is calculated for 100/100 situation.

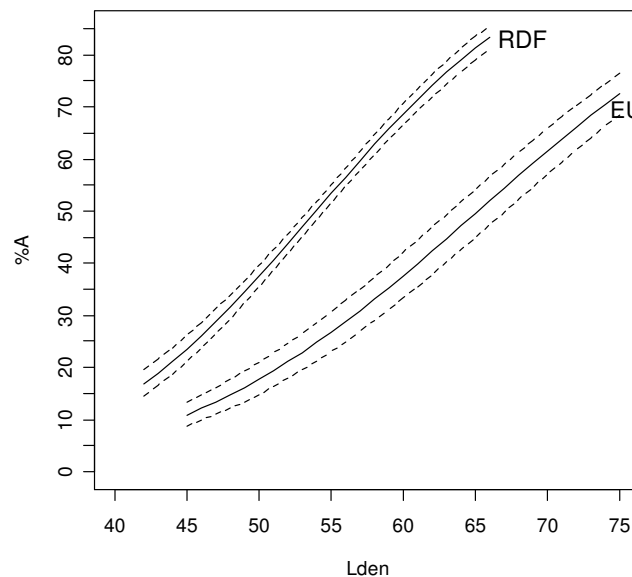


Abbildung 10-5: The %A curves from the EU Position Paper (lower solid line) and for RDF (upper solid line). Dotted lines are 95 % confidence intervals. LDEN is calculated regarding the real number of overflights for east/west situation

The figures also show the 95 % confidence intervals. The confidence intervals of the curves from the EU Position Paper indicate the uncertainty regarding the true position of the relationship that best represents the data from different studies carried out in different countries (before 1990). The confidence intervals of the curves for the RDF study give an indication of the uncertainty regarding the true position of the relationship that holds around Frankfurt Airport in 2005/2006. Both the %HA and the %A estimates for the RDF study are well above the curves from the EU Position Paper. This is a further indication that there has been a shift towards higher annoyance at the same exposure level in the last 10-15 years. Also in various studies carried out since 1995 around Schiphol Amsterdam Airport, curves had been found that give estimates of %HA and the %A considerably above the curves from the EU Position Paper (see e.g. RIVM & RIGO, 2006).

11. Subjektive Gesundheit

11.1 Gesundheitsbezogene Lebensqualität

Bei den Anwohnern wurde auch nach ihrem Gesundheitszustand und ihrer Lebensqualität gefragt. Bei der vorliegenden Studie ist zu beachten, dass sämtliche erhobenen Gesundheitsdaten von den Anwohnern abgefragt wurden. Diese Daten spiegeln die subjektiv empfundene Gesundheit der Befragten wider. Es wurden keine ärztlichen Untersuchungen durchgeführt.

11.1.1 Einleitung

Verfahren zur gesundheitsbezogenen Lebensqualität („Health-Related Quality of Life“: HRQoL) sind originär krankheitsunspezifisch und haben sich zur Bestimmung der Ergebnisqualität in medizinpsychologischen und gesundheitsökonomischen Studien bewährt. Sie sind außerdem in Umweltstudien zum Einsatz gekommen (vgl. Bullinger, 1998).

Gesundheitsbezogene Lebensqualität ist mit subjektiven Gesundheitsindikatoren gleichzusetzen und bezeichnet ein multidimensionales psychologisches Konstrukt. Dieses Konstrukt setzt sich aus der körperlichen Verfassung (krankheits- und therapiebedingte Beschwerden), dem psychischen Befinden (Stimmungsdimension), der sozialen Integration (Anzahl und Güte der Beziehungen zu anderen Menschen) und der funktionalen Kompetenz (Aktivitäten im Beruf, Haushalt und Freizeit) zusammen (vgl. Bullinger, 1992).

In der Machbarkeitsstudie Fluglärm und Lebensqualität (Bullinger et al., 2003) wurde der SF-12/SF-36 als wesentliches Instrument zur Erfassung der Lebensqualität vorgeschlagen und wird hiermit zur Messung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität im Rhein-Main-Gebiet eingesetzt.

11.1.2 Psychometrie und Operationalisierung

Der SF-36 ist das 1992 von Ware und Sherbourne autorisierte Produkt eines Teams im Rahmen der Medical Outcomes Study. Aufgrund der fundierten Entwicklung (1985-1992) und der in den USA dokumentierten methodischen Güte des SF-36 wuchs das Interesse an dem Fragebogen als einem kurzen, ökonomischen, krankheitsübergreifenden Messinstrument zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität weltweit. Die meisten Fragen wurden Fragebögen entnommen, die bereits zwei Jahrzehnte in Gebrauch waren.

Die Herleitung, Konstruktion sowie die psychometrischen Gütekriterien sind Bullinger & Kirchberger (1998) zu entnehmen. So bescheinigte die in 10 Ländern durchgeführte Prüfung hinsichtlich Reliabilität, Validität und Sensitivität dem SF-36 hervorragende psychometrische Eigenschaften. Die Antwortskalen wurden nach dem Thurstone-Skalierungsverfahren hinsichtlich Ordinalität und Intervallskalierbarkeit durch eine Gruppe im Gesundheitswesen Tätiger in allen 10 Sprachen mit positivem Ergebnis geprüft. Der SF-36 fasst die am häufigsten verwendeten Konzepte zur gesundheitsbezogenen Lebensqualität in 8 Subskalen verständlich und in dennoch aussagefähiger Kürze zusammen (vgl. Abbildung 11-1).

Aufgrund der Durchführungsökonomie wurde nicht der komplette SF-36, sondern die verkürzte Variante, der SF-12 (vgl. Bullinger & Kirchberger, ebd.) in diesem Gutachten eingesetzt. Es wurden gemäß der Handanweisung die Skalen Körperliche und Psychische Summenskala gebildet (vgl. Abbildung 11-1). Dabei ist zu beachten, dass die SF-12Items 87-94% der Varianz der SF-36 Summenscores erklären konnten, so dass der Gebrauch der verkürzten Version angebracht ist. Zusätzlich wurden aber noch zwei Skalen des SF-36 eingesetzt, die schon in anderen Umweltstudien zum Einsatz kamen: Die Subskala „Psychisches Wohlbefinden (MHI)“ und „Vitalität (VITA)“, die auch Abbildung 11-1 zu entnehmen sind. Wie in der Machbarkeitsstudie des RDF deutlich wurde, wird der Fokus bei der vorliegenden Untersuchung auf die psychischen Skalen gelegt.

Die Auswertungsprozedur hat sich sehr streng an die in der Handanweisung beschriebene gehalten, um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten.

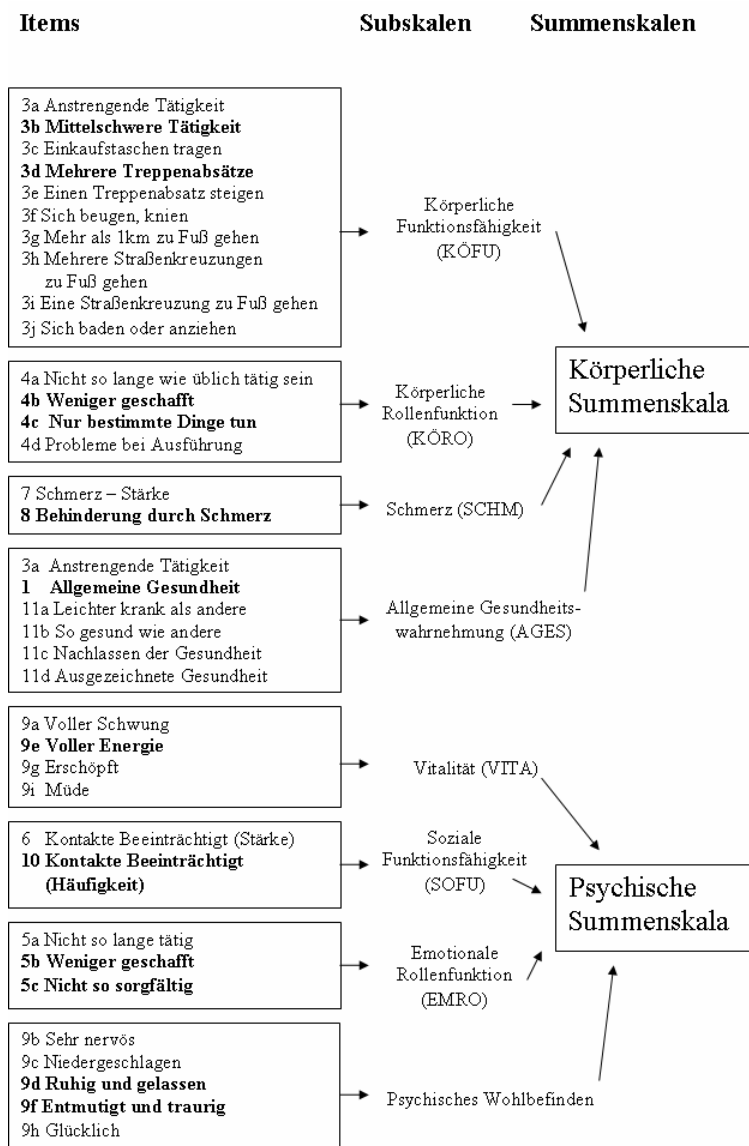


Abbildung 11-1: Skalenstruktur des SF-36 (in Fettdruck die Items des SF-12). Quelle: Bullinger & Kirchberger (1998, p. 66)

11.1.3 Referenzstichproben: Daten der deutschen Normstichprobe des SF-36/ SF-12

Die Ergebnisse des SF-36 und des SF-12 gestatten einen Normabgleich. Die beiden Summenskalen sind standardisierte Skalen, die den Mittelwert von $M=50$ bei einer Standardabweichung von $SD=10$ aufweisen. Die Standardisierung erfolgte analog der amerikanischen Normstichprobe, die mit der deutschen Normstichprobe vergleichbar ist. Höhere Werte bedeuten dabei für jede Skala eine höhere Lebensqualität.

Die deutsche Normierungsstichprobe weist ein Durchschnittsalter von $M=47,7$ Jahren auf, der Frauenanteil lag bei 55,6% (vgl. auch Ellert & Bellach, 1999). Wie dem Kapitel „Beschreibung der Stichprobe“ zu entnehmen ist, liegt das Durchschnittsalter der Breitenerhebung bei $M=52,7$ (Frauenanteil von 55,3%), so dass hier die Normstichprobe des SF-36 sehr gut mit der vorliegenden Stichprobe vergleichbar ist.

Bei den Subskalen „Psychisches Wohlbefinden (MHI)“ und „Vitalität (VITA)“ handelt es sich um die Originalsubskalen des SF-36 (Abbildung 11-1). Hierbei ist zu beachten, dass die Subskalen des SF-36 Werte von 0 - 100% annehmen können. Wiederum bedeuten höhere Werte auch eine höhere Lebensqualität. Die Normwerte der beiden Subskalen sind der folgenden Abbildung 11-2 zu entnehmen.

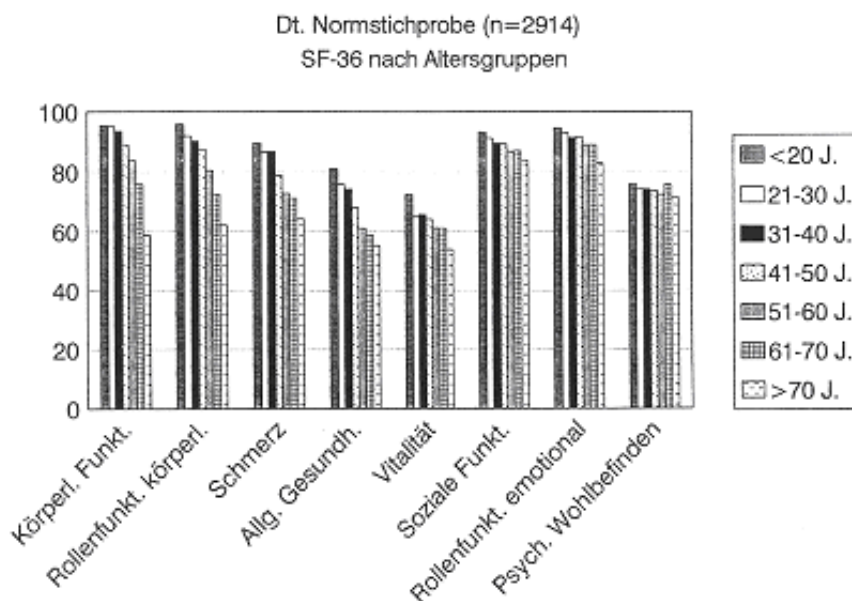


Abbildung 11-2 : Darstellung der Normstichprobe Quelle: Bullinger & Kirchberger (1998, p. 41)

Aus der Abbildung 11-2 ist weiter abzulesen, dass mit zunehmendem Alter auch die Lebensqualität sinkt. Dieser Alterseffekt ist für die körperlichen Skalen wesentlich stärker ausgeprägt. Auch deutliche Geschlechtsunterschiede sind zu beobachten, welche eine bis zu 5% schlechtere Lebensqualität bei Frauen andeuten.

Bereits an dieser Stelle ist anzusprechen, dass bei der vorliegenden Untersuchung die Faktoren Alter, Geschlecht und Schichtgehörigkeit in die Varianzanalysen hinsichtlich der Gebietsvergleiche als Co-Faktoren einbezogen werden, um zum einen die Effekte auf Pegelebene zu kontrollieren und zum anderen sie als Moderatoren zur Erhöhung der Varianzaufklärung einzusetzen. Dieses Prozedere wurde

auch bei dem anderen Verfahren zur subjektiven Gesundheit, dem Gießener Beschwerdebogen GBB-24 (Brähler, Hinz & Scheer, in press) und bei der Lebenszufriedenheit (s. u.) angewendet.

11.1.4 Auswertungskonzept Subjektive Gesundheit / Lebenszufriedenheit

Bei den hier durchzuführenden Auswertungen geht es aufgrund des kurzen Bearbeitungszeitraums zunächst darum, in komprimierter Form die wesentlichen Daten mittels varianzanalytischer Form darzustellen, um einen Überblick der einzelnen Verfahren zu bekommen. Die Mittelwertvergleiche gestatten zudem einen Vergleich mit den Normdaten.

Da sich die Einteilung in 2,5dB(A)Stufen für die Gesundheitsfragen als zu fein erweisen hat, wird in der Regel eine Stufung in 5dB(A)Schritten eingehalten (vgl. auch v. Kempen, Staatsen & v. Kamp, 2005). Weiterhin sprechen für die Verwendung von 5dB(A)Pegelklassen etwaige Ungenauigkeiten bei den Berechnungsverfahren. Exemplarisch erfolgen auch Darstellungen in 2,5dB(A)Stufen, um die Verteilungen ausgewählter Lebensqualitäts- und Gesundheitsindices auch für die Feinabstufung zu zeigen.

GLM Subjektive Gesundheit Typ 1: Hauptanalyse und Soziodemographie (Basisanalysen)

Hierbei werden im Wesentlichen die Fluglärmpegel der 100/100Regel der Tageszeit ($LA_{eq3, 06-22}$) als unabhängige und die entsprechenden Lebensqualitätsscores als abhängige Variable berechnet. Die wesentlichen Ergebnisse der deskriptiven Statistik bezüglich der Realverteilung werden an entsprechenden Stellen dokumentiert; die Signifikanzprüfungen erfolgen überwiegend gemäß der 100/100Regel. Die Abweichungen zur Realverteilung sind aber als marginal anzusehen. Zur Kontrolle und als mögliche Moderatoren werden das Alter als dreistufige Variable (gemäß der Einteilung der GBB-24, vgl. Brähler, Hinz & Scheer, in press), die Geschlechts- und die Schichtzugehörigkeit (vgl. Beschreibung der Stichprobe: Scheuch-Winkler-Index) einbezogen.

Es werden die Haupteffekte berechnet. Bei signifikanten Haupteffekten werden Posthoc-Analysen mittels des konservativen Scheffé-Test durchgeführt. Wegen einer übersichtlichen Darstellungsform werden maximal zweifache Interaktionen berechnet. Bei den zweifachen Interaktionen wird immer nach dem Schema Schallpegel x Soziodemographische Variable vorgegangen.

GLM Subjektive Gesundheit Typ 2: Prüfung von weiteren Moderatoren

Bei dieser Analyse werden weitere Moderatoren wie Lärmempfindlichkeit (zweifach gestuft durch Mediansplit: empfindlich vs. unempfindlich), Fensterstellung (dreifach gestuft: überwiegend geöffnet, gekippt oder geschlossen), Morbidität (subjektiv berichtete Krankheiten: 0-1 vs. 2 jemals durch den Arzt diagnostizierte Krankheiten, gemäß Krankheitsliste des BGS 98) und Erwartung der Folgen des Flughafenausbaus (gleich bleibend / verbessern vs. verschlechtern). Hier werden nur die Haupteffekte der Moderatoren und die Interaktion Schallpegel x Moderator berechnet. Diese zweite zusätzliche Analyse ist notwendig, um Verluste der Stichprobengröße, wie sie bei nur einer Analyse aufgetreten wären, zu vermeiden.

Die Prüfung des Moderators „Morbidity“ (selbst berichtete Krankheiten) ist wesentlich, um vulnerable Subgruppen mit einem hohen vs. niedrigen morbidem Zustand am Frankfurter Flughafen identifizieren zu können. Darüber hinaus sind der SF-36 und auch der GBB-24 hochsensitiv gegenüber verschiedenen chronischen und akuten Erkrankungen (vgl. die Manuale des GBB-24 und SF-36).

Um mögliche Konfundierungen mit dem Faktor Morbidity in den nachfolgenden Varianzanalysen über die Pegelklassen $LA_{eq3, 06-22}$ der 100/100 Regel und der Realverteilung analysieren zu können, ist in Abbildung 11-3 und Abbildung 11-4 der dichotomisierte Faktor Morbidity über die Pegelklassen in Prozentwerten dargestellt.

Wie Abbildung 11-3 und Abbildung 11-4 zu entnehmen ist, verteilen sich die Personen mit einem unterschiedlichen Morbiditygrad über die Pegelgruppen gleich ($\chi^2=2.5$; $df=4$, 2312 $p=0,65$). Ein vergleichbares Ergebnismuster gilt für die Realverteilung ($\chi^2=2.4$; $df=4$, 2312 $p=0,66$).

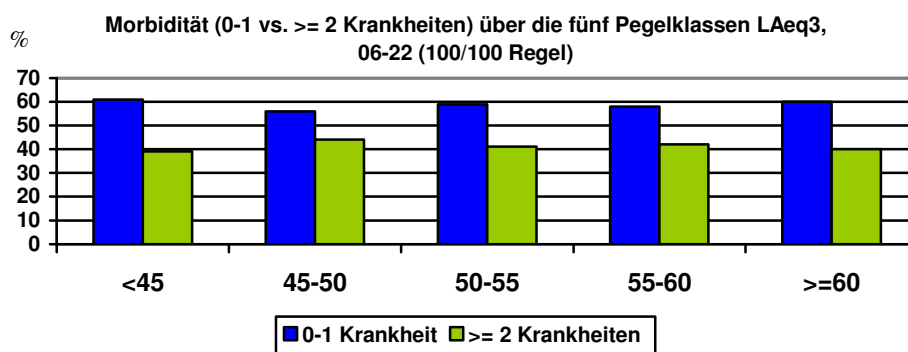


Abbildung 11-3: Morbidity (0-1 vs. ≥ 2 Krankheiten) über die fünf Pegelklassen $LA_{eq3, 06-22}$ (100/100 Regel)

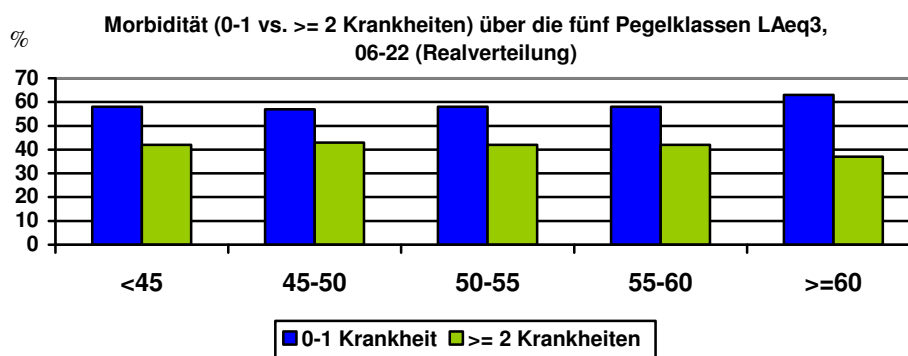


Abbildung 11-4: Morbidity (0-1 vs. ≥ 2 Krankheiten) über die fünf Pegelklassen $LA_{eq3, 06-22}$ (Realverteilung)

Weiterhin wurde geprüft, ob Kritische Lebensereignisse (KLE) als mögliche konfundierende Variablen in Frage kommen. Die Analysen zeigten, dass nur 7% aller Befragten ein kritisches Lebensereignis angaben. Es wurden folgende KLE berichtet: 53% der insgesamt 161 Fälle gab als KLE eigene Krankheiten oder die des Partners, Todesfall (32%), Scheidung, Trennung (2%), gefolgt von Arbeits-

losigkeit und sonstigen Gründen (13%) an. Die berichteten KLE verteilten sich über die Pegelstufen nicht signifikant unterschiedlich ($\chi^2=6.4$; $df=4$, 2309, $p=0.17$; Range über die Pegelgruppen: 6-9%), so dass dieses Variable auch aufgrund des geringen Auftretens nicht näher analysiert wird.

GLM Subjektive Gesundheit Typ 3: Kombinationslärm

Hier werden Varianzanalysen bezüglich zusätzlicher Verkehrslärmquellen der Straße und der Schiene berechnet. Hierbei wurden die tagesbezogenen Pegel $LA_{eq, 06-22}$ der Straße und Schiene in Terzile aufgeteilt: „niedrig“, „mittel“, „hoch“. Es werden Varianzanalysen bezüglich Fluglärmpegelterzile der 100/100 Regel $LA_{eq3, 06-22}$ sowie der Terzile der beiden anderen hier interessierenden Quellen in zwei separaten Varianzanalysen berechnet (Terzile Fluglärm: < 50 , ≥ 50 und ≤ 58.01 , > 58.01 dB(A); Straße: < 48 , ≥ 48 und < 53 dB(A), > 53 dB(A); Schiene: < 40 , ≥ 40 und < 45 , ≥ 45 dB(A)). Das Kriterium homogener Zellenbesetzungen hatte hier den Vorrang bezüglich homogener Pegelklassen. Bei Kontrolle der soziodemographischen Variablen wird nur die interaktive Wirkung bezüglich der jeweils abhängigen Variablen geprüft. Weiterhin wird in einer abschließenden Varianzanalyse der Gesamtlärm der Pegelmediane Fluglärm (100/100 Regel, $LA_{eq3, 06-22}$), Straße und Schiene mit acht resultierenden Gruppen berechnet (Mediane Fluglärm: 53.9, Straße: 50.0 und Schiene: 42.0 dB(A)).

Diese Schemata gelten auch für die Auswertungen des Gießener Beschwerdebogens (GBB-24), der Lebenszufriedenheit, und wenn nichts anderes berichtet wird, für die Prüfungen der Umwelt- und Sozialprobleme (subjektive Umwelt- und Wohnqualität).

11.1.5 Ergebnisse (Psychische Summenskala [SF-12])

Auswertung gemäß Subjektive Gesundheit Typ 1 (Basisanalysen)

Die Ergebnisse der Varianzanalyse gemäß Schema „Subjektive Gesundheit Typ 1“ zeigt einen signifikanten Effekt mit $F(4,2134)=5.7$, $p=0.00$ ($\eta_p^2=0.011$) des Schallpegels hinsichtlich des Summenwertes der Psychischen Summenskala.

Wie Abbildung 11-5a+b zu entnehmen ist, und dies zeigen auch die Posthoc Scheffé-Testungen, unterscheidet sich jeweils die mittlere Pegelgruppe (50 dB(A) - 55 dB(A)) sowohl von der niedrigen Pegelgruppe (< 45 dB(A)) als auch von den beiden oberen Pegelklassen statistisch signifikant.

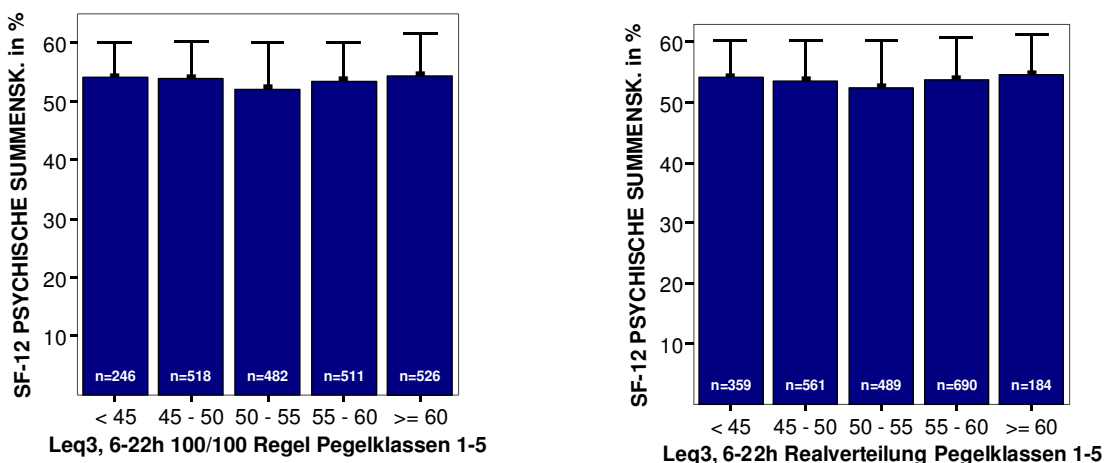


Abbildung 11-5a+b: Mittelwerte und Standardabweichungen der Psychischen Summenskala in Abhängigkeit des Fluglärmschallpegels in 5dB(A)Schritten ($LA_{eq3, 06-22}$, 100/100-Regel und Realverteilung)

Die mittlere Pegelgruppe von 50 dB(A)–55 (A) zeigt also hier die schlechteste selbst berichtete Lebensqualität hinsichtlich der Psychischen Summenskala. Die geschätzten Randmittel deuten an, dass sich die Stichprobe im Bereich der deutschen Normstichprobe bewegt (SF-36 Norm über alle Gruppen: $M=52.2$). Die unterste Pegelklasse (< 45 dB(A)) hatte ein Randmittel von $M=54.0$, die mittlere einen von $M=52.0$, die oberste ein Randmittel von $M=54.4$. Es wurden darüber hinaus mehrere Prüfungen unterschiedlicher Messverfahren durchgeführt (Realverteilung, Betriebsrichtungen Ost und West, sowie NAT 70). Exemplarisch sind hier die Mittelwerte der Realverteilung dargestellt (Abbildung 11-5b). Sämtliche, wie auch nachfolgende Analysen zum SF-12/ SF-36, erbrachten keinen erwähnenswerten Unterschied zu den Wirkungen gemäß der 100/100-Regel, wenn andere Berechnungsverfahren durchgeführt werden. Bei einer Feinauflösung hinsichtlich der neun Pegelgruppen in 2.5dB(A)Schritten zeigt sich ein ähnliches Bild (Abbildung 11-6).

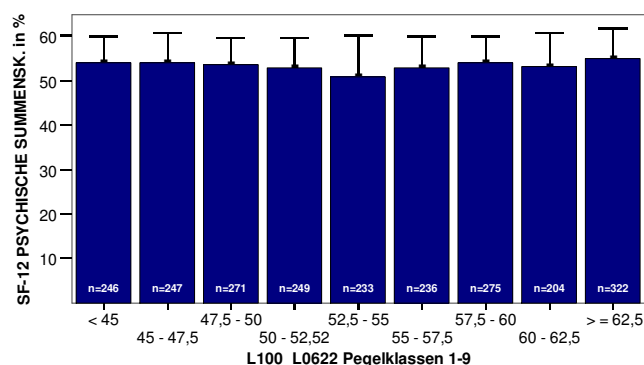


Abbildung 11-6: Mittelwerte und Standardabweichungen der Psychischen Summenskala in Abhängigkeit des Fluglärmschallpegels in 2.5dB(A)Schritten (100/100-Regel, $LA_{eq3, 06-22}$)

Wie den Daten zur Beschreibung der Stichprobe zu entnehmen ist, ist eine soziodemographische Schiefelage zur Erklärung des Phänomens als eher unwahrscheinlich anzusehen. Sowohl die Altersverteilungen, als auch die Verteilung der Geschlechtszugehörigkeit können für dieses Ergebnismuster nicht herangezogen werden. Die Schichtzugehörigkeit zeigt zwar für die mittleren Pegelklasse(n) eine leichte Erhöhung der Ober- gegenüber der Mittelschicht an, doch ist eine Verringerung der Lebensqualität eher mit einer niedrigen Schichtzugehörigkeit assoziiert. Außerdem konnte bezüglich der Psychischen Summenskala kein Schichteffekt ermittelt werden ($F(2,2154) < 1$, $p=0.54$). Weitere alternative Erklärungsmöglichkeiten, wie eine Konfundierung mit den Kritischen Lebensereignissen oder dem Faktor Morbidität, scheiden, wie oben gezeigt, ebenfalls aus.

Nachfolgend werden exemplarisch die Randmittel Pegel x Schichtzugehörigkeit und Pegel x Geschlecht (Abbildung 11-7a+b) dargestellt, um die Zusammenhänge dieser Variablen mit dem Fluglärmpegel zu zeigen.

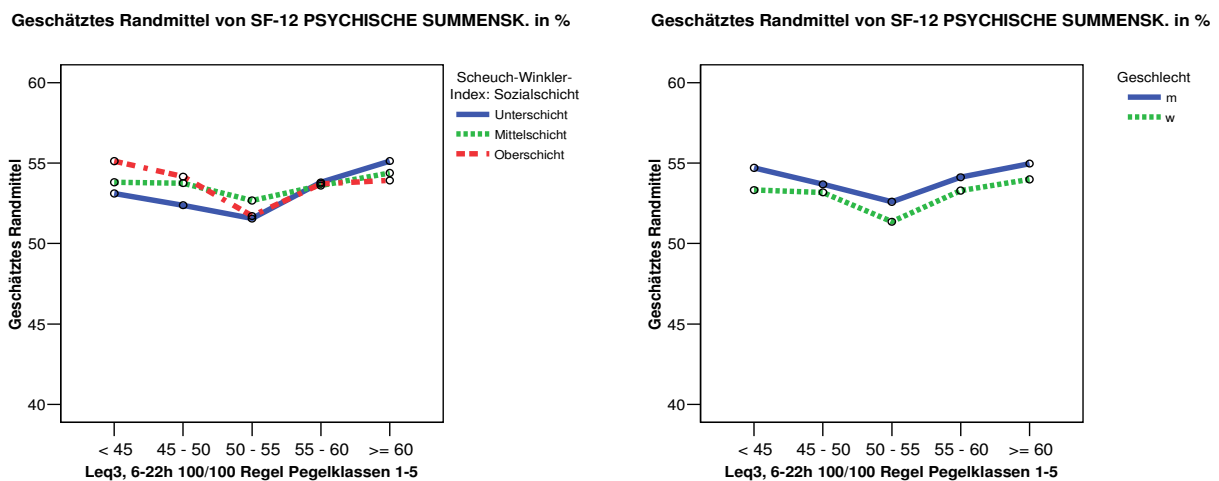


Abbildung 11-7a+b Randmittel Psych. Summenskala Schicht und Geschlecht x Pegel LAeq3, 06-22, 100/100Regel)

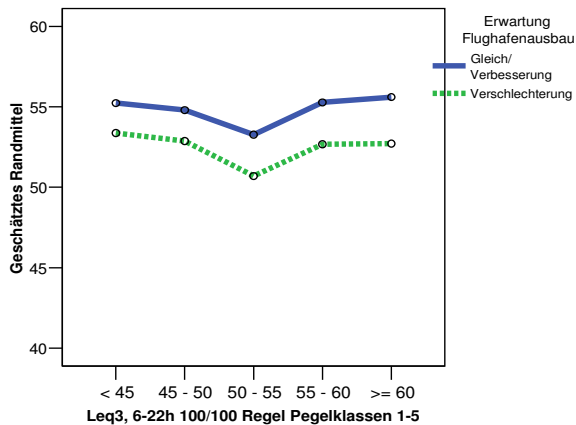
In Übereinstimmung mit der Normstichprobe berichten Frauen über eine leicht verschlechterte Lebensqualität. Dieser Effekt ist aber nur als Haupteffekt nachweisbar. Bei beiden soziodemographischen Variablen ist die Wirkung wiederum nur im mittleren Pegelbereich bei 50-55 dB(A) zu beobachten, so dass diese und auch weitere Prüfungen einen Wirkzusammenhang nahe legen, da eine systematische Verzerrung als Erklärung nicht in Frage kommt. So auch bei der Sozialschicht: In den unteren Pegelbereichen berichten Angehörige von höheren Schichten über eine bessere Lebensqualität als Angehörige der unteren Schicht. Obwohl nicht signifikant, aber dennoch bemerkenswert, ist der Trend zu sehen, dass dieses Muster sich zu den oberen Pegelklassen leicht umkehrt.

Auswertung gemäß Subjektive Gesundheit Typ 2 (Moderatoranalysen)

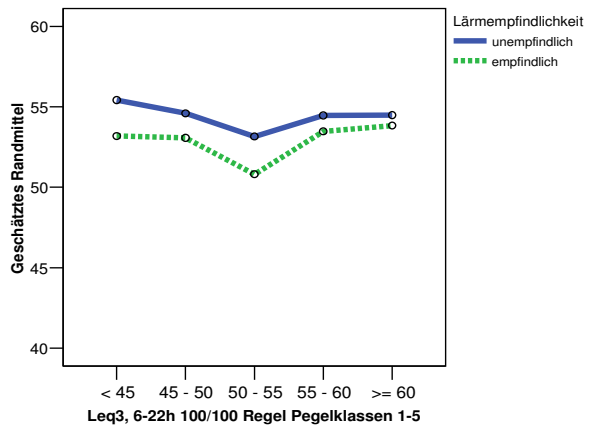
Die Prüfung mit den Moderatoren erbrachte drei Haupteffekte: Lärmempfindliche berichten im Gegensatz zu weniger Lärmempfindlichen über eine geringere Lebensqualität hinsichtlich der psychischen Summenskala ($F(1,1882)=19.3$, $p=0.00$). Dies gilt auch für Multimorbide (≥ 2 selbst berichtete

Krankheiten) mit ($F(1,1882)=26.7$, $p=0,00$) und für die Personen, die eine negative Erwartung hinsichtlich des Flughafenausbaus haben ($F(1,1882)=42.8$, $p=0,00$). Wie die Abbildung 11-8a-c aber andeutet, und dies belegen auch die Effektstärken, ist der Zusammenhang mit der Erwartung des Flugverkehrs in der untersuchten Region im Vergleich zu den anderen beiden signifikanten Haupteffekten der stärkste Effekt ($\eta_p^2=0.023$). Die Lärmempfindlichkeit hatte eine Effektstärke von $\eta_p^2=0.010$ und der Faktor Morbidität eine Effektstärke von $\eta_p^2=0.014$.

Geschätztes Randmittel von SF-12 PSYCHISCHE SUMMENSK. in %



Geschätztes Randmittel von SF-12 PSYCHISCHE SUMMENSK. in %



Geschätztes Randmittel von SF-12 PSYCHISCHE SUMMENSK. in %

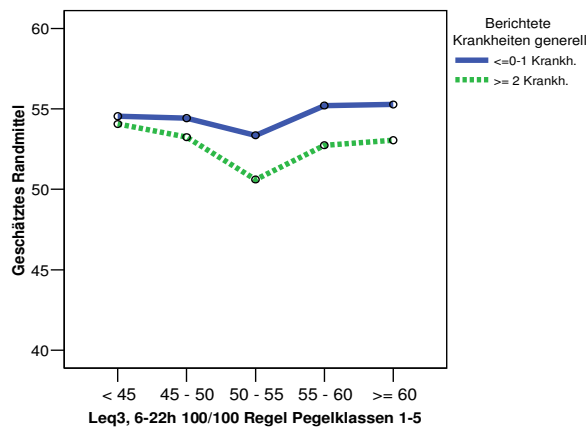
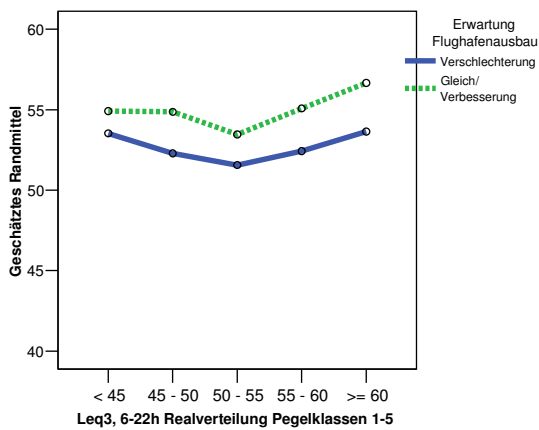


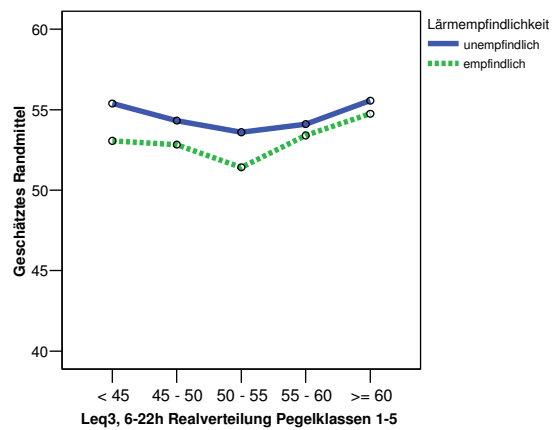
Abbildung 11-8a-c: Randmittel Psych. Summenskala Erwartung Flughafenausbau, Lärmempfindlichkeit und Morbidität x Pegel ($LA_{eq3, 06-22, 100/100\text{Regel}}$)

Abbildung 11-9 sind die Moderatoren gemäß der Realverteilung zu entnehmen. Von der Tendenz sind vergleichbare Ergebnismuster wie bei der 100/100Regel zu beobachten.

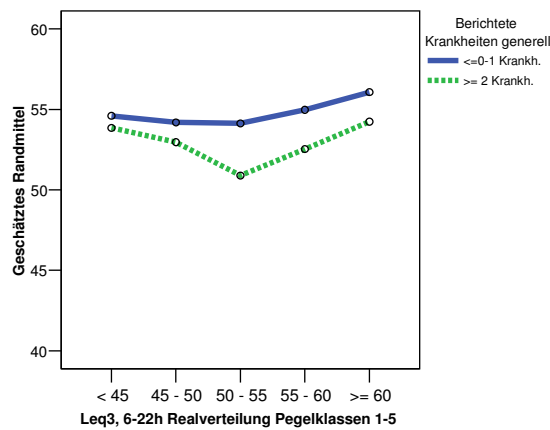
Geschätztes Randmittel von SF-12 PSYCHISCHE SUMMENSK. in %



Geschätztes Randmittel von SF-12 PSYCHISCHE SUMMENSK. in %



Geschätztes Randmittel von SF-12 PSYCHISCHE SUMMENSK. in %


Abbildung 11-9a-c: Randmittel Psych. Summenskala Erwartung Flughafenausbau, Lärmempfindlichkeit und Morbidität x Pegel ($LA_{eq3, 06-22}$, Realverteilung)

Bemerkenswert sind zwei Aspekte, die bei der Betrachtung der Subskala „Psychisches Wohlbefinden“ (s. u.) noch stärker aufgetreten sind: Zum einen hängt die Erwartung des Ausbaus des Flughafens signifikant mit der psychischen Befindlichkeit zusammen, wobei es mit dem momentan zur Verfügung stehenden Material nicht möglich ist, eine eindeutige Kausalaussage zu machen. Zum anderen variiert die psychische Befindlichkeit mit steigendem Schallpegel dann, wenn die Personen stärker an selbst berichteten Krankheiten leiden. Einschränkend ist zu betonen, dass der betreffende Moderator gegenüber dem Pegel dominiert, auch bei signifikanten Interaktionen.

11.1.6 Subskala Psychisches Wohlbefinden (SF-36)

Durch die Qualitätssicherung wurde vorgegeben, dass neben der Psychischen Summenskala des SF-12 auch die psychischen Subskalen „Psychisches Wohlbefinden“ und „Vitalität“ des SF-36 analysiert werden sollen, auch wenn sich die Analysen überschneiden, da die Items der Subskalen auch in der Summenskala enthalten sind.

Auswertung gemäß Subjektive Gesundheit Typ 1 und Typ 2 (Basis- und Moderatoranalysen)

Die Ergebnisse der Varianzanalyse gemäß Schema „Subjektive Gesundheit Typ 1“ zeigt ebenfalls einen signifikanten Effekt für die Subskala Psychisches Wohlbefinden mit $F(4,2159)=6.8$, $p=0.00$ bei einer leicht höheren Effektstärke ($\eta_p^2=0.013$) des Fluglärms ($LA_{eq3, 06-22, 100/100}$ Regel) im Vergleich zur Psychischen Summenskala.

Wie Abbildung 11-10a+b zu entnehmen ist, und dies zeigen auch die Posthoc Scheffé-Testungen, unterscheidet sich die mittlere Pegelgruppe (50 dB(A) - 55 dB(A)) sowohl von den beiden niedrigen Pegelgruppen (< 45 dB(A) und 45 dB(A) - 50 dB(A)) als auch von der hohen Pegelgruppe (≥ 60 dB(A)) statistisch signifikant. Diese Ergebnisse folgen dem Muster der Psychischen Summenskala.

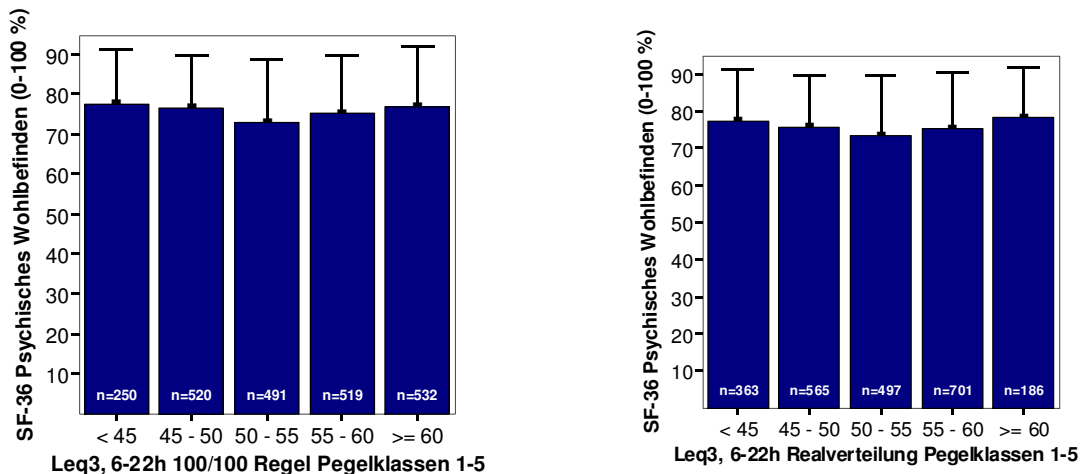
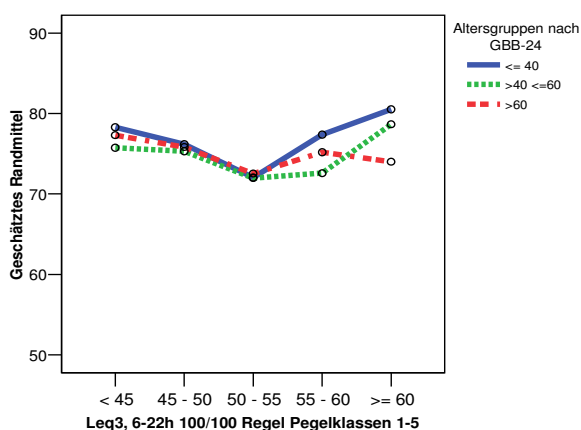


Abbildung 11-10a+b: Mittelwerte und Standardabweichungen der Subskala Psychisches Wohlbefindens in Abhängigkeit des Fluglärmschallpegels in 5 dB(A) Schritten, Fluglärm ($LA_{eq3, 06-22}$ 100/100 Regel und Realverteilung)

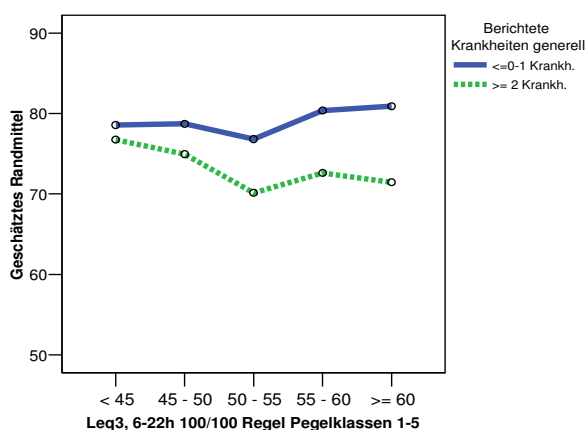
Die mittlere Pegelgruppe von 50 dB(A) - 55 dB(A) zeigt also hier die schlechteste selbst berichtete Lebensqualität hinsichtlich der Skala „Psychisches Wohlbefinden“. Die geschätzten Randmittel deuten an, dass die RDF-Stichprobe sich im Bereich der bundesdeutschen Norm bewegt (SF-36 Norm über alle Gruppen: $M=73.9$). Die unterste Pegelgruppe (< 45 dB(A)) hatte ein geschätztes Randmittel von 77.1, die mittlere eines von 72.2, die oberste ein Randmittel von 77.7. Für die Realverteilung wurden vergleichbare Werte ermittelt (Abbildung 11-10b).

Abweichend von den Analysen der Psychischen Summenskala waren zwei Moderatoren hinsichtlich der Interaktion mit dem Fluglärmpegel signifikant. Die Abbildung 11-11a+b verdeutlicht den Zusammenhang.

Geschätztes Randmittel von Psychisches Wohlbefinden (0-100) in %



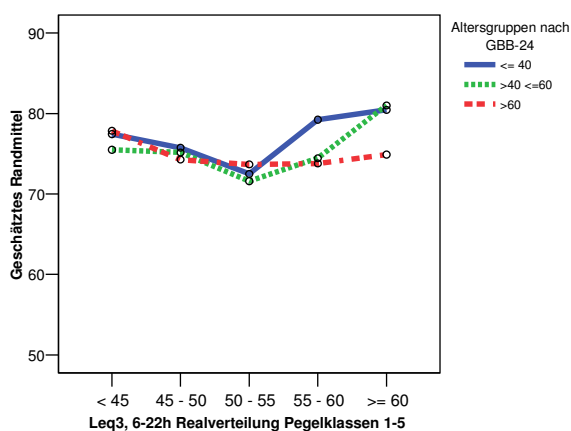
Geschätztes Randmittel von Psychisches Wohlbefinden (0-100) in %


Abbildung 11-11a+b: Randmittel Psychisches Wohlbefinden Alter und Morbidität x Pegel ($LA_{eq3, 06-22, 100/100}$ Regel)

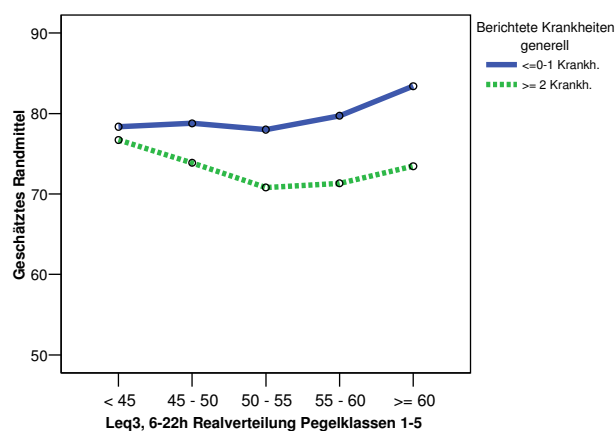
Den Abbildungen ist zu entnehmen, dass die Senke über die Pegel besonders durch den Moderator Morbidität partiell aufgebrochen wird. Personen mit zwei oder mehr Krankheiten berichten mit steigendem Fluglärmpegel über ein schlechteres psychisches Wohlbefinden (bei ≥ 60 dB(A): $M=71.5$), während bei den Personen, die weniger Krankheiten berichten, bei ≥ 60 dB(A) einen Mittelwert von $M=81.0$ aufweisen ($F(4,1907)=3.7$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.008$). Erst ab einem Pegel von 50 - 55 dB(A) unterscheiden sich die Multimorbiden von der anderen Gruppe. Ein tendenziell ähnliches Ergebnismuster ist zu verzeichnen, wenn man die jüngere Altersgruppe (≤ 40 Jahre: $M=80.0$) mit der älteren Gruppe (> 60 Jahre: $M=74.0$) vergleicht ($F(4,2160)=2.3$, $p=0.02$, $\eta_p^2=0.003$).

Für die Realverteilung ergibt sich ein ähnliches Bild (vgl. Abbildung 11-12).

Geschätztes Randmittel von SF-36 Psychisches Wohlbefinden (0-100 %)



Geschätztes Randmittel von SF-36 Psychisches Wohlbefinden (0-100 %)


Abbildung 11-12a+b: Randmittel Psychisches Wohlbefinden Alter und Morbidität x Pegel ($LA_{eq3, 06-22, Realverteilung}$)

Ferner war als Haupteffekt die Fensterstellung signifikant: Personen, die tagsüber ihr Fenster überwiegend geöffnet vs. überwiegend gekippt oder geschlossen halten, berichten über eine signifikant schlechtere Lebensqualität (ca. 3%), allerdings über alle Pegelklassen ($F(2,1907)=4.1$, $p=0.02$, $\eta_p^2=0.004$).

Analysen des Typus 3 für die kombinierten Verkehrslärmwirkungen zeigten kein unterschiedliches Bild, wie es bei der Psychischen Summenskala zu beobachten war. Auch hier konnten keine signifikanten Gruppenunterschiede mit Hilfe von Posthoc Scheffé-Testungen gezeigt werden. Daher wird hier auf eine eingehende Darstellung verzichtet.

Bei der Subskala Vitalität zeigte sich ein vergleichbares Ergebnismuster, so dass auf eine eingehende Darstellung verzichtet wird.

11.1.7 Körperliche Summenskala (SF-12)

Auswertung gemäß Subjektive Gesundheit Typ 1 und Typ 2 (Basis- und Moderatoranalysen)

Die Auswertung der Körperlichen Summenskala erbrachte keinen signifikanten Effekt ($F(4,2134)=2.2$, $p=0.07$, $\eta_p^2=0.004$). Die Mittelwerte sind Abbildung 11-13a+b zu entnehmen.

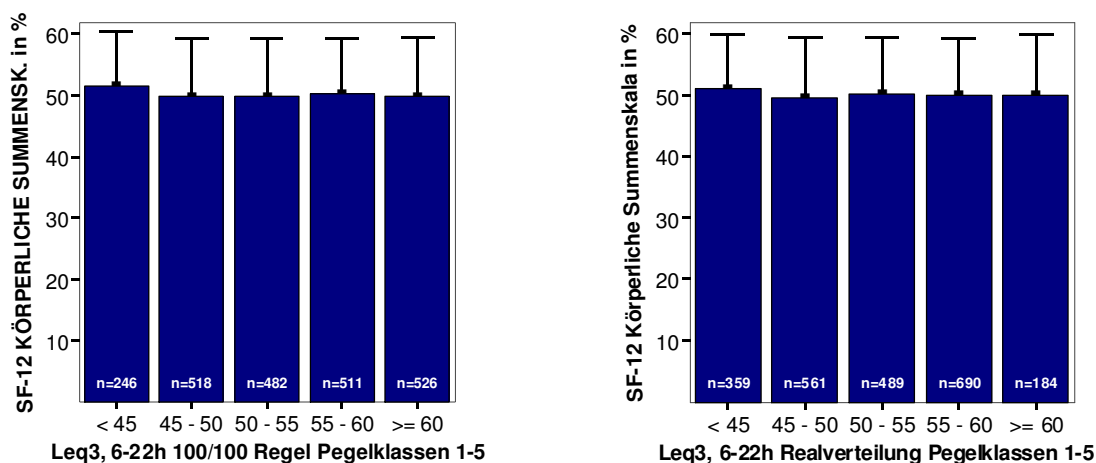


Abbildung 11-13a+b: Mittelwerte und Standardabweichungen der Körperlichen Summenskala in Abhängigkeit des Fluglärmpegels in 5 dB(A) Schritten ($LA_{eq3, 06-22}$ 100/100 Regel und Realverteilung)

Für die RDF-Stichprobe wurde ein Gesamtmittelwert von $M=50.0$ ($SD=9.4$) erreicht; und ist dadurch mit der Normstichprobe ($M=49.0$; $SD=9.4$) gut vergleichbar.

Dennoch sind einige Ergebnisse bemerkenswert, die sich wie ein Muster durch diese Analysen ziehen: Sowohl das Alter ($F(8,2134)=2.2$, $p=0.03$, $\eta_p^2=0.007$), als auch die selbst berichteten Krankheiten ($F(4,1832)=2.2$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.004$) zeigen in Interaktion mit dem Schallpegel signifikante Ergebnisse. Ältere und multimorbide Personen berichten besonders dann Befindlichkeitsstörungen im körperlichen Bereich, wenn sie einem höheren Schallpegel ausgesetzt sind. Das bedeutet, dass ältere Personen bei niedrigen Schallpegeln leicht über der Normstichprobe liegen (Norm: $M=44.4$, $SD=9.5$ für die 61 –

70-jährigen). Wenn sie höheren Pegeln ausgesetzt sind, nähern sie sich den Normwerten an. Für Personen mit aktuellen oder chronischen Erkrankungen aller Altersgruppen werden Normwerte von $M=46.3$ ($SD=10.1$) berichtet. Bei einem Schallpegel von ≥ 60 dB(A) ist bei den multimorbiden Personen ein Mittelwert von $M=42.7$ ($SD=11.2$) zu verzeichnen.

Bei den Kombinationswirkungen zeigten sich keinerlei Haupt- oder Interaktionseffekte. Bei den dreifachen Interaktionen (Flug-, Straßen- und Schienenlärm) schwankten die Werte hinsichtlich der Körperlichen Summenskala zwischen Mittelwerten von $M=49.0$ und $M=51.1$.

11.1.8 Zusammenhangsanalysen zur gesundheitsbezogenen Lebensqualität

Bezüglich der medizinpsychologischen Auswertungen wurden noch umfangreiche Moderatorprüfungen und weitere Zusammenhangsanalysen durchgeführt. Diese Analysen umfassten die Moderatoren Einbau von Thermopenfenstern, Wohndauer im Wohngebiet etc. Das grundsätzliche Ergebnismuster der Lebensqualitätsdaten, wie auch die 50-55 Senke, blieben auch nach der Analyse dieser Moderatoren bestehen.

Zwei prominente Einflussfaktoren, die Belästigungswirkungen und das Bewältigungsverhalten fluglärmexponierter Personen, werden aber noch dargestellt, da sie in der Literatur zur Lärmwirkungsforschung eine bedeutende Rolle spielen.

Die Belästigungswirkungen wurden explizit in der Studie von Houthuijs & Wiechen (2006) am Flughafen Schiphol als Zusammenhangsvariable berücksichtigt. Dabei wurden Odd's Ratio Berechnungen in Abhängigkeit der Belästigungsreaktionen durch Fluglärm angestellt. Als *Kontrollvariable* wurde der Schallpegel eingesetzt. Es stellte sich heraus, dass die Belästigungsvariable bezüglich der Skala „Mental Health“ des General Health Questionnaire (GHQ) im Vergleich zum Schallpegel hochsensitiv war¹⁷.

Kastka (1999) analysierte so genannte „aktive“ und „passive“ Bewohner in Bezug auf das Bewältigungsverhalten von Anwohnern des Frankfurter Flughafens. Er stellte fest, dass aktive Anwohner vermehrt über psychosomatische Symptome berichten.

In der vorliegenden Studie hängen beide Variablen im hohen Maße von der Fluglärmexposition ab und kommen daher nicht als klassische Moderatoren in Frage. Die Wirkrichtung, ob die Belästigung durch Fluglärm auf die Lebensqualität/Befindlichkeit wirkt oder eine eingeschränkte Lebensqualität zu einer erhöhten Belästigungsreaktion führt, kann nicht abschließend geklärt werden (vgl. Fußnote).

Lebensqualität und Belästigung durch Fluglärm (F2.4.3)

Wie Tabelle 11-1 zu entnehmen ist, korrelieren die Belästigungsreaktionen signifikant mit den Skalen und Subskalen des SF-12 und SF-36. Je niedriger die Belästigung durch den Flugverkehr war, desto höher die subjektive Lebensqualität.

¹⁷ Über den Aspekt der Kausalität Belästigung und Lebensqualität/ Befindlichkeit wurde mit den Autoren der Amsterdamer Studie diskutiert. Das Ergebnis war, dass signifikante Zusammenhänge der Mental Health Skala mit der Belästigung durch Fluglärm in beiden Studien nachweisbar waren, die Wirkrichtung konnte aber nicht abschließend geklärt werden.

Ähnlich wie Houthuijs und v. Wiechen (2006) wurden im Rahmen kausalanalytischer Verfahren (hier GLM Modelle) die psychischen Skalen und Subskalen des SF-12 und SF-36 in Abhängigkeit des Schallpegels und der Belästigung durch Fluglärm (Kontrollvariablen: Sozialschicht, Alter und Geschlecht) berechnet. Es konnten deutliche und statistisch signifikante Zusammenhänge zwischen der Belästigung einerseits und der psychischen Subskala „Psychisches Wohlbefinden (Mental Health Index)“ ($F(4,2157)=9.3$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.017$) nachgewiesen werden. Auch bei der Prüfung der Subskala „Vitalität“ ($F(4,2157)=14.7$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.027$) konnten Zusammenhänge zur Belästigung nachgewiesen werden.

Tabelle 11-1: Korrelationen der SF-12/Sf-36 Skalen mit Belästigungsreaktionen durch den Flugverkehr sowie des Schallpegels, dabei 8h und 16 LAeq jeweils für die Realverteilung und 100/100 Regel

		F2.4.3 Lärmbelästigung Flugverkehr	Leq3, 6-22h -- Tages-Leq, 16h -- RV	Leq3, 22-6h - Nacht-Leq 8h -- RV	Leq3, 6-22h -- Tages-Leq, 16h -- 100/100	Leq3, 22-6h -- Nacht-Leq - 8h -- 100/100
SF-12 Psychische Summenskala in %	r Pearson	-,162	,006	,025	,022	,035
	p (2-seitig)	,000	,758	,239	,303	,092
	N	2280	2283	2283	2283	2283
SF-36 Psychisches Wohlbefinden in %	r Pearson	-,189	-,007	,018	,008	,031
	p (2-seitig)	,000	,724	,383	,700	,135
	N	2309	2312	2312	2312	2312
SF-36 Vitalitaet in %	r Pearson	-,230	-,023	,019	-,016	,020
	p (2-seitig)	,000	,273	,350	,436	,336
	N	2309	2312	2312	2312	2312
SF-12 Körperliche Summenskala in %	r Pearson	-,111	-,019	,019	-,025	,012
	p (2-seitig)	,000	,363	,363	,231	,561
	N	2280	2283	2283	2283	2283

Wenn partielle Korrelationen mit dem Schallpegel als Kontrollfaktor durchgeführt wurden, zeigten sich tendenziell *deutlichere* Zusammenhänge zwischen den Lebensqualitätsmaßen und der Belästigung durch den Flugverkehr.

Lebensqualität und aktive vs. passive Anwohner (F.3.3)

Die Ja-Antworten der Fragen F3.3.1 bis F3.3.8 wurden aufsummiert und dann dichotomisiert. Es wurden die Personen, die wegen des Lärms bei allen acht Fragen nichts unternommen haben, als „Passive“, ($n=1.206$) und solche, die eine oder mehr Maßnahmen gegen den Fluglärm unternommen haben, als „Aktive“ ($n=1.109$) eingeteilt.

Die stärksten Effekte waren bei der Subskala „Psychisches Wohlbefinden“ zu beobachten. Aktive Anwohner berichten über ein schlechteres psychisches Wohlbefinden als passive Anwohner ($F(1,2160)=29.7$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.014$). Dieser Effekt war nur als Haupteffekt nachzuweisen, wie Abbildung 11-14a+b verdeutlicht.

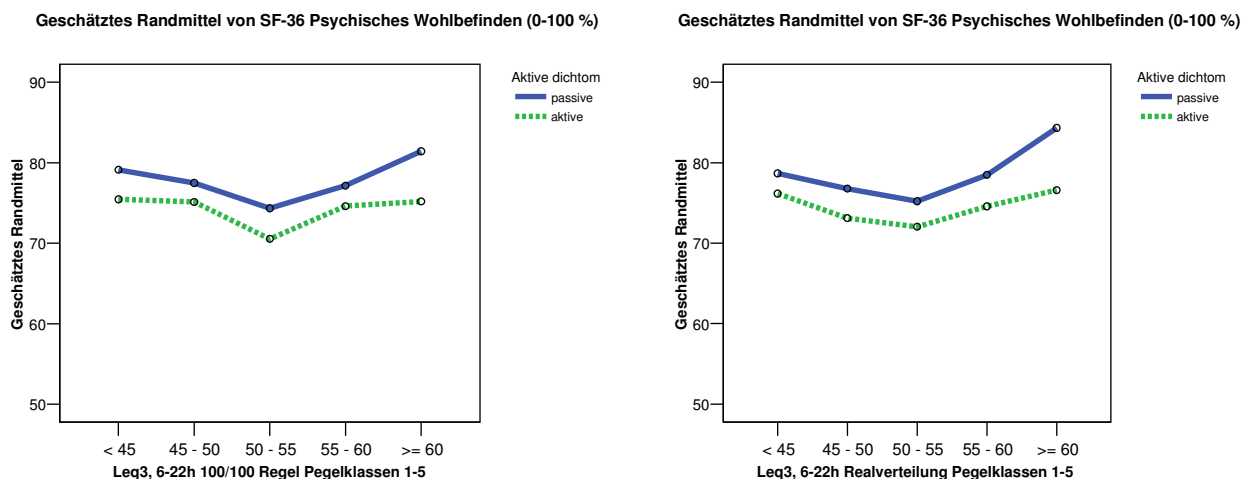


Abbildung 11-14a+b: Zusammenhang zwischen aktiven Bewältigungsverhalten und Subskala „Psychisches Wohlbefinden“; Berechnungsverfahren 100/100 Regel und Realverteilung.

11.1.9 Zusammenfassung und Diskussion SF-12 und SF-36

Deskriptive Statistik der SF-12-Skalen und SF-36 Subskalen

Die Daten zur deskriptiven Statistik der Skalen und Subskalen des SF-12 und SF-36 sind nachfolgenden Tabellen für die 100/100Regel und Realverteilung zu entnehmen.

Tabelle 11-2: Mittelwerte der SF-12/ SF-36 Skalen für die 100/100Regel

Mittelwerte und Standardabweichungen der Scores des SF-36/ SF-12 nach 100/100 Regel Pegelklassen 1-5					
Leq3, 6-22h 100/100 Regel Pegelklassen 1-5		SF-12 Psychische Summenskala in %	SF-36 Psychisches Wohlbefinden (0-100 %)	SF-36 Vitalität (0-100 %)	SF-12 Körperliche Summenskala in %
1,00 < 45	Mittelwert	54,1313	77,4800	71,6000	51,5325
	N	246	250	250	246
	Standardabweichung	5,76864	13,82164	17,86383	8,71463
2,00 45 - 50	Mittelwert	53,7417	76,4942	67,6154	49,7923
	N	518	520	520	518
	Standardabweichung	6,47992	13,29914	18,17773	9,49914
3,00 50 - 55	Mittelwert	51,9958	72,8921	64,6164	49,7813
	N	482	491	491	482
	Standardabweichung	8,03274	15,85169	18,48469	9,50264
4,00 55 - 60	Mittelwert	53,4306	75,0559	67,0006	50,1094
	N	511	519	519	511
	Standardabweichung	6,50206	14,73402	18,33964	9,18520
5,00 >= 60	Mittelwert	54,1856	76,9480	68,5871	49,7953
	N	526	532	532	526
	Standardabweichung	7,22634	15,16174	19,27118	9,55893
Insgesamt	Mittelwert	53,4477	75,6174	67,4950	50,0492
	N	2283	2312	2312	2283
	Standardabweichung	6,98493	14,75351	18,59234	9,36961

Tabelle 11-3: Mittelwerte der SF-12/ Sf-36 Skalen für die Realverteilung

Mittelwerte und Standardabweichungen der Scores des SF-36/ SF-12 nach Realverteilung Pegelklassen 1-5					
Leq3, 6-22h Realverteilung Pegelklassen 1-5		SF-12 Psychische Summenskala in %	SF-36 Psychisches Wohlbefinden (0-100 %)	SF-36 Vitalität (0-100 %)	SF-12 Körperliche Summenskala in %
1,00 < 45	Mittelwert	54,1056	77,3499	70,7989	51,1197
	N	359	363	363	359
	Standardabweichung	6,08457	13,76024	18,66159	8,74683
2,00 45 - 50	Mittelwert	53,3582	75,6336	65,9381	49,4637
	N	561	565	565	561
	Standardabweichung	6,89326	14,01147	17,77783	9,88869
3,00 50 - 55	Mittelwert	52,3970	73,4970	66,6130	50,1186
	N	489	497	497	489
	Standardabweichung	7,75891	15,91245	18,72467	9,24215
4,00 55 - 60	Mittelwert	53,6417	75,5040	67,5701	49,9176
	N	690	701	701	690
	Standardabweichung	6,93672	15,06799	19,14585	9,21706
5,00 >= 60	Mittelwert	54,5014	78,2796	67,8495	50,0543
	N	184	186	186	184
	Standardabweichung	6,61685	13,67291	17,75049	9,73727
Insgesamt	Mittelwert	53,4477	75,6174	67,4950	50,0492
	N	2283	2312	2312	2283
	Standardabweichung	6,98493	14,75351	18,59234	9,36961

Bei der Gesamtsicht der Ergebnisse zur gesundheitsbezogenen Lebensqualität fällt zunächst auf, dass bei allen psychischen Bereichen der Lebensqualität normgerechte Werte erreicht wurden. Dieses Ergebnismuster ist auch bei der Betrachtung der anderen Verfahren zur subjektiven Gesundheit zu beobachten (s.u.), so dass sich insgesamt ein systematisches Ergebnismuster zur subjektiven Gesundheit abzeichnet.

Generell ist festzustellen, dass die hier eingesetzten Skalen zur gesundheitsbezogenen Lebensqualität kaum Unterschiede bezüglich des Schallpegels aufdecken können. Auch konnten Dosis-Wirkungs-Beziehungen oder Schwellenwerte für subjektive Gesundheitsbeeinträchtigungen nicht nachgewiesen werden. Entgegen der in der Machbarkeitsstudie aufgestellten Hypothesen scheinen die Fluglärmwirkungen auf globale Maße der *subjektiven* Gesundheit, wie der Lebensqualität, sich in dieser Studie nicht niederzuschlagen.

Die Befundlage der internationalen Lärmwirkungsforschung bezüglich der Lebensqualität in Abhängigkeit der Fluglärmexposition ist nicht geklärt: In einer Studie am Flughafen von Sydney (Issarayan-yyun et al. 2005) konnten Effekte der Mental Health Skala des SF-36 nachgewiesen werden (Extremgruppenvergleich), wohingegen in der Studie von v. Wiechen & Houthuijs (2006) am Amsterdamer Flughafen Schiphol keine direkten Fluglärmwirkungen (Dosis-Wirkung) nachgewiesen werden konnten.

In der v. Wiechen & Houthuijs-Studie konnten, wie auch in der vorliegenden Studie, deutliche Zusammenhänge mit Kennwerten der Belästigung durch Fluglärm nachgewiesen werden, was andeutet, dass bei eher unspezifischen Instrumenten der gesundheitsbezogenen Lebensqualität weniger physikalische als vielmehr subjektive oder personale Variablen wesentlich sind.

Ein Ergebnismuster aber ist konsistent und augenfällig: Bei der psychischen Summenskala und den Subskalen „Vitalität“ und „Psychisches Wohlbefinden“ ist der Trend zu beobachten, dass sich eine leichte Verschlechterung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität zu den mittleren Pegelstufen bis

50-55 dB(A) ($LA_{eq3, 06-22}$) abzeichnet. Die Befragten der Pegelklassen 55-60 dB(A) und über 60 dB(A) sind weniger in ihrer Lebensqualität durch den Fluglärm beeinflusst. Dieses Bild zeigt sich ebenfalls bei einer differenzierteren Betrachtung über die neun Pegelstufen in 2.5 dB(A)-Schritten. Es wurden umfangreiche Prüfungen gemacht, ob soziodemographische Variablen, Wohndauer im Gebiet, Ortslagen etc. zu diesem Ergebnismuster beigetragen haben können. Es konnten keine diesbezüglichen Indizien gefunden werden.

Bei allen eingesetzten psychischen Prüfverfahren des SF-12/SF-36 fällt auf, dass zum einen die Ergebnismuster sehr parallel verlaufen und zum anderen, dass die stärksten Effekte bei der Subskala „Psychisches Wohlbefinden“ zu beobachten sind. Neben dem bereits beschriebenen Haupteffekt der 50-55 dB Senke, waren noch signifikante Moderatoreffekte zu verzeichnen: Multimorbide Personen (mit zwei oder mehr Krankheiten) berichten mit steigendem Fluglärmpegel über ein schlechteres psychisches Wohlbefinden, während bei den Personen, die weniger Krankheiten berichten, eine geringere Wirkung zu beobachten ist. Auch ältere Befragte berichteten über ein schlechteres psychisches Wohlbefinden, wenn sie aus höher belasteten Fluglärm-Gebieten (über 60 dB(A), $LA_{eq3, 06-22}$ 100/100Regel) kommen.

Weiterhin sind Haupteffekte der Geschlechts- und Schichtzugehörigkeit zu konstatieren: Frauen und Angehörige der Unterschicht berichten über eine geringere Lebensqualität, ohne dass bedeutsame Interaktionen mit dem Fluglärmpegel zu beobachten sind.

Ein weiterer Haupteffekt war die Erwartung bezüglich des Flughafenausbaus: Personen, die von keiner Verschlechterung ihrer persönlichen Lage ausgehen, berichten über eine höhere Lebensqualität als die Personen, die eine Verschlechterung ihrer Situation annehmen. Der Zusammenhang ist bemerkenswert. Auch lärmempfindliche Personen berichten über eine schlechtere psychische Lebensqualität. Die beiden letzten Wirkungen waren nicht vom Schallpegel abhängig.

Ähnlich wie in der Untersuchung am Frankfurter Flughafen von Kastka (1999) konnte gezeigt werden, dass Personen, die bezüglich der Fluglärmsituation aktiv sind (in der RDF-Studie: Protestlisten, Räume verlegen, Beschwerdebriefe etc.), ein schlechteres Befinden berichten. Auch hier ist, ähnlich wie bei der Diskussion zum Erwartungseffekt des Flughafenausbaus oder der Belästigung, die Wirkrichtung nicht geklärt.

Bei der „Körperlichen Summenskala“ ist keine statistisch bedeutsame Abhängigkeit vom Fluglärmpegel nachgewiesen worden. Die 50 - 55 dB(A)-Senke ist hier nicht zu beobachten, so dass davon auszugehen ist, dass die Senke, die bei den psychischen Skalen gefunden wurde, zumindest partiell durch psychische Faktoren erklärt werden könnte.

Hinsichtlich der Wirkung des Kombinationslärms ist festzuhalten, dass sich kein systematisches Ergebnismuster einer kombinierten Wirkung durch Straßen-, Schienen- und Fluglärm auf die gesundheitsbezogene Lebensqualität ergibt. Die zu erwartenden Muster, dass kombinierte hohe Pegel oder auch dominante Quellen zu besonderen Beeinträchtigungen führen, lassen sich aus diesen Daten nicht ableiten.

11.2 Gesundheitsbeschwerden

11.2.1 Einleitung

Die Gesundheitsbeschwerden werden mit der Kurzform des Gießener Beschwerdenbogens (GBB-24) erfasst (Brähler, Hinz & Scheer, in press). Die GBB-24 ist nicht als Symptom-Checkliste zu verstehen, sondern erfasst die subjektiv erlebten Beschwerden der Befragten. So unterscheiden Brähler et al. die psychologisch subjektiven Beschwerden (Befinden), um welche es hier geht, von den medizinisch objektiven Befunden. Insofern geht es bei dem Einsatz der GBB-24 um die Subjektivität des Befindens in Abhängigkeit von Umweltstressoren, wie dem Fluglärm. In der Machbarkeitsstudie (2003) wurde der Einsatz des GBB-24 explizit gefordert.

Der GBB-24 ist ein zeitökonomisch einsetzbarer Fragebogen zur Erfassung subjektiver körperlicher Beschwerden. Die Erfassung solcher subjektiver Beschwerden ist von großer praktischer Relevanz, da oftmals objektive somatische Befunde und das subjektive Befinden der Patienten nur mäßig oder überhaupt nicht miteinander korrespondieren. Insbesondere gilt dies für psychosomatische und somatoforme Störungen, die in der Bevölkerung sehr häufig anzutreffen sind.

11.2.2 Psychometrie und Operationalisierung

Der GBB-24 besteht aus den folgenden vier Skalen, die jeweils sechs Items umfassen: „Erschöpfung“, „Magenbeschwerden“, „Gliederschmerzen“ sowie „Herzbeschwerden“. Die Neuauflage bezieht sich ausschließlich auf die Kurzform des GBB mit 24 Items (GBB-24).

Die 24 Items müssen auf einer fünfstufigen Antwortskala mit den Stufen 0=„nie“, 1=„kaum“, 2=„einigermaßen“, 3=„erheblich“ sowie 4=„stark“ beantwortet werden.

Die vier Skalen lassen sich auch durch einen Gesamtwert, den „Beschwerdedruck“, abbilden (Tabelle 11-4).

Tabelle 11-4: Skalenstruktur des GBB-24

Gießener Beschwerdebogen (GBB-24)	
Skala 1: Erschöpfung	Skala 2: Magenbeschwerden
Schwächegefühl	Völlegefühl
Schlafbedürfnis	Erbrechen
Erschöpfbarkeit	Übelkeit
Müdigkeit	Aufstoßen
Benommenheit	Sodbrennen
Mattigkeit	Magenschmerzen
Skala 3: Gliederschmerzen	Skala 4: Herzbeschwerden
Gliederschmerzen	Herzklopfen
Rückenschmerzen	Schwindelgefühl
Nackenschmerzen	Kloßgefühl im Hals
Kopfschmerzen	Stiche in der Brust
Müdigkeit in den Beinen	Atemnot
Druckgefühl im Kopf	Herzbeschwerden

Die Skalen können dabei durch Bildung von Summenscores Werte zwischen 0-24 annehmen und der Beschwerdedruck kann von 0 - 96 variieren.

Die Durchführung und Auswertung des GBB-24 erfolgt standardisiert und ist deshalb als objektiv einzuschätzen. Reliabilität: Alle Skalen des GBB-24 besitzen eine gute interne Konsistenz (Cronbachs α : Skala Erschöpfung 0.88, Skala Magenbeschwerden 0.82, Skala Gliederschmerzen 0.84, Skala Herzbeschwerden 0.85, Gesamtskala Beschwerdedruck 0.94). Die Validität des GBB-24 wurde faktoranalytisch und durch Korrelation mit anderen Skalen gesichert.

11.2.3 Referenzstichproben und Vergleich RDF-Stichprobe

Es liegen Normwerte aus einer im Jahre 2001 erhobenen repräsentativen Stichprobe der Bevölkerung der Bundesrepublik Deutschland ($n=1941$) sowie Vergleichswerte einer Stichprobe von Psychotherapie-Patient/innen vor ($n=1677$). Wie bereits erwähnt, zeigt sich in den Jahren 1975 - 2001 ein Trend zu abnehmenden subjektiven Beschwerden über die Zeit. *Abbildung 11-15* verdeutlicht diesen Zusammenhang.

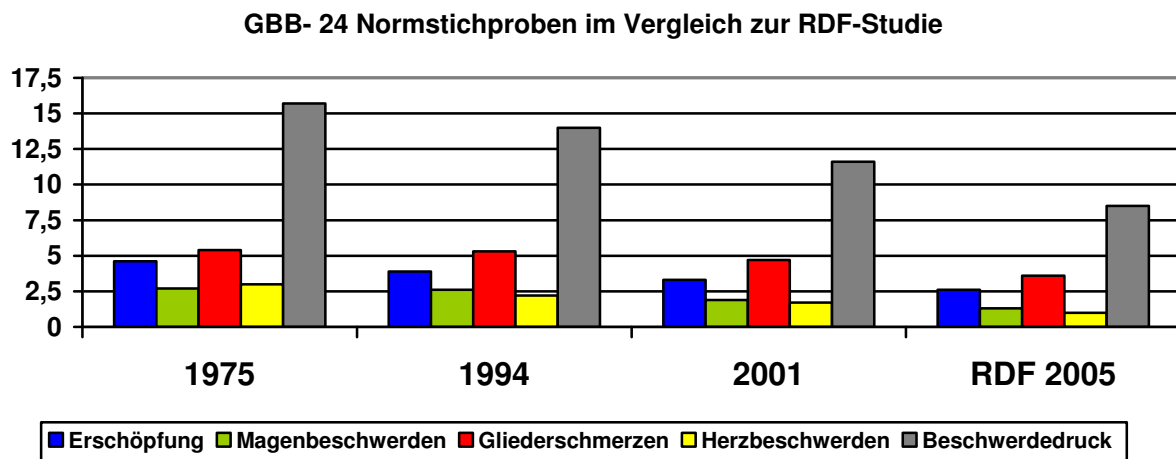


Abbildung 11-15: Skalenstruktur und Mittelwerte der aufsummierten Anzahl subjektiver Beschwerdewerte des GBB-24 (0-4) der Normstichproben von 1975 ($n=1.601$), 1994 ($n=2.182$), 2001 ($n=1.385$) sowie der Stichprobe RDF ($n=1.370$). Wegen der Vergleichbarkeit werden hier nur die Mittelwerte der Altersgruppe 18 - 60 Jahren dargestellt (Frauenanteil von 54% - 56%).

Wie *Abbildung 11-15* zu entnehmen ist, ist der Gesamtbeschwerdedruck von 1975 von $M=15.7$ ($SD=13.2$) bis zum Jahr 2001 auf $M=11.6$ ($SD=12.0$) gesunken. Analog sind auch die Einzelskalen zur Ausprägung der Beschwerden leicht rückläufig.

Wie hier schon erkennbar, berichtet insgesamt die in dieser Studie befragte Stichprobe RDF weniger Beschwerden als die drei Normstichproben, auch die aktuelle aus dem Jahr 2001. Wie später noch zu zeigen sein wird, liegt die am Frankfurter Flughafen befragte Stichprobe in allen Skalen und der Gesamtskala „Beschwerdedruck“ über der Norm. Dieser Trend war auch schon bei der gesundheitsbezogenen Lebensqualität, besonders bei den psychischen Skalen, zu beobachten.

In nachfolgenden Analysen werden daher nicht mehr die Rohdatenwerte der Beschwerden, sondern auf T-Werten basierende Prozentwerte angegeben. Hierbei geht man von berechneten Prozenträngen

aus und ordnet jedem Rohwert über dessen Prozentrang denjenigen T-Wert zu, der sich bei der Normalverteilung mit $M=50$ und $SD=10$ ergibt (Brähler, Hinz & Scheer, in press, p. 25). Dabei wurden das Alter und die Geschlechtszugehörigkeit der aktuellen RDF-Studie explizit berücksichtigt. Werte über 50% deuten an, dass mehr Beschwerden als in der Normstichprobe angegeben wurden, wohingegen ein Wert von unter 50% andeutet, dass die Werte besser als die Norm sind.

11.2.4 Ergebnisse der vier Subskalen des GBB-24 und der Beschwerdedruck (Übersicht)

Zunächst werden die Mittelwerte und Standardabweichungen aller vier Skalen und des Gesamtbeschwerdedrucks für die fünf Fluglärmpegelklassen $LA_{eq3, 06-22}$ der 100/100 Regel und der Realverteilung dargestellt.

Tabelle 11-5: Mittelwerte, Standardabweichungen und Fallzahlen der vier Dimensionen sowie der Gesamtskala des GBB-24 (100/100 Regel)

Leq3, 6-22h 100/100 Regel Pegelklassen 1-5		GBB-24 Erschöpfung stand. (Norm: 50%)	GBB-24 Magen stand. (Norm: 50%)	GBB-24 Glieder stand. (Norm: 50%)	GBB-24 Herz stand. (Norm: 50%)	GBB-24 Beschwerde druck (Norm: 50%)
1,00 < 45	Mittelwert	45,6322	48,2231	45,6116	47,2893	45,1446
	N	242	242	242	242	242
	Std	8,49366	7,61031	8,99043	7,14804	8,89588
2,00 45 - 50	Mittelwert	46,8690	48,0952	47,1567	47,5794	46,3373
	N	504	504	504	504	504
	Std	9,87289	7,42001	9,56890	7,56086	9,43036
3,00 50 - 55	Mittelwert	48,5871	48,9938	47,5685	48,3465	47,5685
	N	482	482	482	482	482
	Std	9,77723	7,89207	9,86291	7,79961	9,58475
4,00 55 - 60	Mittelwert	47,9389	48,4024	47,2623	48,4872	46,9507
	N	507	507	507	507	507
	Std	9,51877	7,68294	10,14462	8,22157	10,04631
5,00 >= 60	Mittelwert	47,0307	48,6724	46,5843	47,8774	46,3008
	N	522	522	522	522	522
	Std	9,37096	7,64658	9,57692	7,70375	9,54550
Insgesamt	Mittelwert	47,3810	48,5033	46,9703	47,9849	46,6017
	N	2257	2257	2257	2257	2257
	Std	9,55087	7,65444	9,71543	7,75996	9,59376

Tabelle 11-6: Mittelwerte, Standardabweichungen und Fallzahlen der vier Dimensionen sowie der Gesamtskala des GBB-24 (Realverteilung)

Leq3, 6-22h Realverteilung Pegelklassen 1-5		GBB-24 Erschöpfung stand. (Norm: 50%)	GBB-24 Magen stand. (Norm: 50%)	GBB-24 Glieder stand. (Norm: 50%)	GBB-24 Herz stand. (Norm: 50%)	GBB-24 Beschwerde druck (Norm: 50%)
1,00 < 45	Mittelwert	46,1121	48,1494	45,9483	47,5948	45,5345
	N	348	348	348	348	348
	Std	9,12460	7,40555	9,30883	7,40509	9,17938
2,00 45 - 50	Mittelwert	47,5552	48,4882	47,7541	47,7703	46,9910
	N	553	553	553	553	553
	Std	9,94483	7,59984	9,71128	7,62598	9,52276
3,00 50 - 55	Mittelwert	47,9877	48,6025	47,0512	48,3770	46,9672
	N	488	488	488	488	488
	Std	9,34793	8,08412	9,91750	7,96329	9,69827
4,00 55 - 60	Mittelwert	47,6925	49,0952	47,5227	48,4319	47,2020
	N	683	683	683	683	683
	Std	9,77244	7,77193	9,74201	8,08510	9,81755
5,00 >= 60	Mittelwert	46,4973	46,7676	44,2973	46,6757	44,2649
	N	185	185	185	185	185
	Std	8,61377	6,34215	9,31124	6,85587	9,03075
Insgesamt	Mittelwert	47,3810	48,5033	46,9703	47,9849	46,6017
	N	2257	2257	2257	2257	2257
	Std	9,55087	7,65444	9,71543	7,75996	9,59376

Bei obigen Tabellen ist zu beachten, dass höhere Werte auch höhere Beeinträchtigungen bedeuten, im Gegensatz zu den Darstellungen der gesundheitsbezogenen Lebensqualität (s.o.) und der Lebenszufriedenheit (s. u.).

Wie weiterhin den Tabellen zu entnehmen ist, sind bei der hier untersuchten Stichprobe durchgängig normgerechte oder sogar bessere Werte hinsichtlich subjektiver Gesundheitsbeschwerden zu konstatieren. Dies wurde schon bei der Darstellung der Normstichproben deutlich.

Tabelle 11-7: Signifikanzberechnungen der Komponenten der GBB-24 nach 100/100Regel und Realverfahren

Komponente	F, df, p und η_p^2 (100/100 Regel)	F, df, p und η_p^2 (Realverfahren)
Beschwerdedruck	F(4,2138)=2.7, p=0.03, η_p^2 =0.005	F(4,2138)=4.5, p=0.00, η_p^2 =0.008
Erschöpfung	F(4,2138)=4.2, p=0.00, η_p^2 =0.008	F(4,2138)=3.2, p=0.01, η_p^2 =0.006
Magenbeschwerden	F(4,2138)=1.5, p=0.21, η_p^2 =0.003	F(4,2138)=2.6, p=0.03, η_p^2 =0.003
Herzbeschwerden	F(4,2138)< 1, p=0.44, η_p^2 =0.002	F(4,2138)=1.8, p=0.12, η_p^2 =0.003
Gliederschmerzen	F(4,2138)=2.4, p=0.049, η_p^2 =0.005	F(4,2138)=4.2, p=0.02, η_p^2 =0.008

Die Auswertungen der vier Skalen und des Beschwerdedrucks gemäß Auswertungskonzept Gesundheit Typ 1 der 100/100Regel (vgl. Tabelle 11-7) zeigt an, dass sich beim Gesamtbeschwerdedruck ein signifikanter Effekt des Schallpegels sowie bei der Skala „Erschöpfung“ feststellen lässt. Beim „Beschwerdedruck“ unterschied sich die Gruppe < 45dB(A) von der mittleren Pegelgruppe 50-55dB(A),

wohingegen bei der Skala „Erschöpfung“ sich die untere Pegelklasse von den Klassen 50 dB(A) - 55 dB(A) sowie 55 - 60 dB(A) signifikant unterscheidet (Posthoc Scheffé).

In den Bereichen „Herzbeschwerden“ konnten keine signifikanten Ergebnisse ermittelt werden. Für den Bereich „Gliederschmerzen“ konnte ein knapp signifikanter Effekt gezeigt werden, wie auch für den Bereich „Magenbeschwerden“ für die Realverteilung. Für die Skala „Herzbeschwerden“ erfolgt keine gesonderte Darstellung, da die Ergebnisse insignifikant sind; für die Skala „Gliederschmerzen“ und Magenbeschwerden besteht aus inhaltlichen Gründen wenig Veranlassung, separate Analysen darzustellen. Die Ergebnisse der Berechnungsverfahren zur Realverteilung sind vergleichbar; das Ergebnismuster zu den Magenbeschwerden ist allerdings signifikant. Im Folgenden werden detailliertere Ergebnisse zum Gesamtbeschwerdedruck dargestellt.

11.2.5 Ergebnisse Beschwerdedruck des GBB-24

Auswertungen mittels GLM Subjektive Gesundheit Typ 1 (Basisanalysen) (100/100 Regel)

Wie berichtet, war der Haupteffekt bezüglich der fünf Pegelklassen beim Beschwerdedruck signifikant. Die Auswertungen gemäß 100/100 Regel zeigen, dass sich nur die mittlere Pegelgruppe (50-55 dB(A)) bei einem Mittelwert von $M=47.9$ (hier: jeweils Randmittel des GLM) von der niedrigen Pegelgruppe unterscheidet (< 45 dB(A)), bei der ein Mittelwert $M=45.1$ aufgetreten ist. Somit zeigt sich von der Tendenz her ein ähnliches Ergebnismuster, wie schon bei den psychischen Skalen der gesundheitsbezogenen Lebensqualität, nur mit dem Unterschied, dass sich die höchste Pegelklasse nicht signifikant von der mittleren unterscheidet. Betrachtet man das Ergebnismuster kann man analog von einem „50-55 dB(A)-Gipfel“ sprechen. Für die Berechnungen gemäß der Realverteilung zeigt sich ein vergleichbares Ergebnismuster.

Es sind keine signifikanten Haupteffekte des Alters und der Geschlechtszugehörigkeit aufgetreten (wegen der Standardisierung; bei den Rohwerten sind diese, besonders beim Alter, stark ausgeprägt). Die Schichtzugehörigkeit hingegen war signifikant $F(2,2138)=5.2$, $p=0.01$, $\eta_p^2=0.005$; vgl. auch Abbildung 11-16.

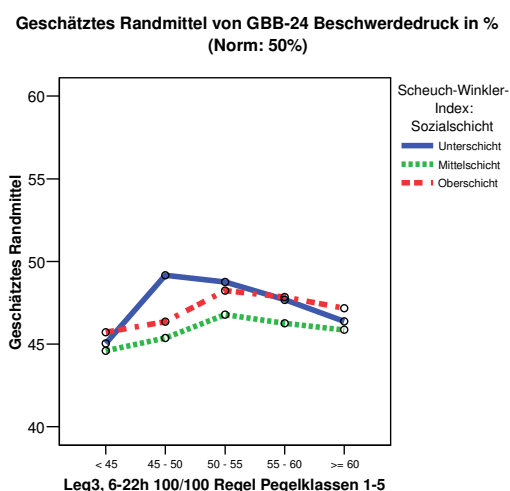


Abbildung 11-16: Beschwerdedruck Schicht x Pegel ($LA_{eq3, 06-22}$, 100/100 Regel)

Wie Abbildung 11-16 zeigt, ist der „50 - 55 dB(A) - Gipfel“ auch bei der Schichtzugehörigkeit zu erkennen, so dass geschlossen werden kann, dass für die Ausprägung dieses Gipfels nicht die gezeigten soziodemographischen Variablen als Erklärung dienen können. Personen der Mittelschicht berichten über weniger Beschwerden als die der Unter- und Oberschicht; dies bestätigten die Posthoc Scheffé Tests. Die Unterschicht berichtet insgesamt die meisten Beschwerden.

Zu erkennen ist, dass besonders ältere Probanden bei steigendem Schallpegel über mehr Beschwerden berichten, während die jüngeren Anwohner in der niedrigsten Schallpegelklasse über die geringsten Beschwerden und in der mittleren Pegelklasse über die meisten Beschwerden berichten. Diese Trends sind aber als äußerst schwach anzusehen. Abbildung 11-17 sind die Mittelwerte über alle Pegelgruppen in 2.5 dB(A) Schritten zu entnehmen.

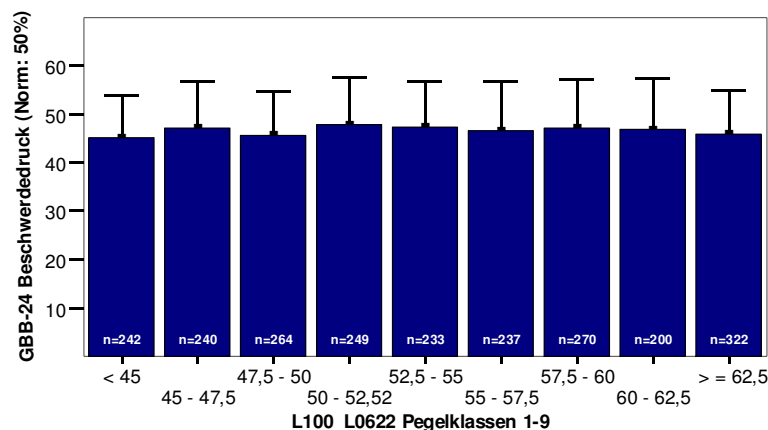


Abbildung 11-17 : Mittelwerte und Standardabweichungen des Beschwerdedrucks der GBB-24 in Abhängigkeit des Fluglärmpegels in 2.5 dB(A) Schritten (100/100 Regel, $LA_{eq3, 06-22}$)

Auswertungen mittels GLM Subjektive Gesundheit Typ 2 (Moderatoranalysen) 100/100 Regel

Wie die Auswertungen hinsichtlich der Moderatoren zeigen, ist ein signifikanter Haupteffekt aufgetreten: Personen mit weniger als zwei selbst berichteten Krankheiten berichten über deutlich weniger Befindlichkeitsstörungen ($M=43.0$) als Personen, die an zwei oder mehr Krankheiten leiden ($M=51.0$; $F(1,1869)=4.5$, $p=0.00$ ($\eta_p^2=0.152$)).

Der GBB-24 ist ursprünglich für diesen Gegenstandsbereich konzipiert worden und stellt hiermit auch seine Sensitivität heraus. Dagegen ist die Effektstärke des Pegels als Haupteffekt eher als schwach zu bezeichnen. Dieser dominante Haupteffekt wird von der signifikanten Morbidität x Pegelinteraktion überlagert ($F(1,1869)=2.5$, $p=0.04$ ($\eta_p^2=0.005$)).

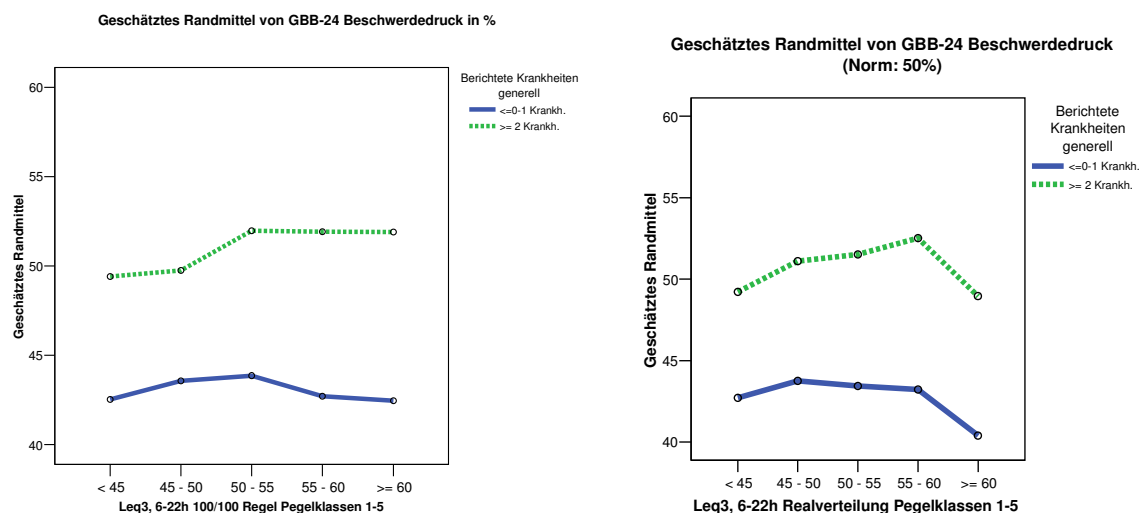


Abbildung 11-18 : Randmittel GBB-24 Beschwerdedruck Morbidität x Pegel ($LA_{eq3, 06-22, 100/100}$ Regel)

Wie Abbildung 11-18 zeigt, ist eine leichte Tendenz zu erkennen, wonach Multimorbide ab einem Schallpegel von 50 dB(A) - 55 dB(A) über schlechtere Befindlichkeiten berichten ($M=51.9\%$). Bei der Realverteilung ist ein vergleichbares Ergebnismuster zu erkennen, obwohl der Interaktionseffekt nicht signifikant ist und ein Abfall bis zur Pegelklasse ≥ 60 dB(A) festzustellen ist.

Nachgeschaltete Scheffé-Tests bestätigten aber die Dominanz des Hauptfaktors Morbidität, wonach sich über alle Pegelklassen Multimorbide von nicht Multimorbiden unterscheiden.

Vom Pegel unabhängig, waren noch weitere Haupteffekte zu registrieren: Lärmempfindliche Personen ($M=48.1$) berichten über mehr Befindlichkeitsstörungen als nicht lärmempfindliche Personen ($M=46.0$, $F(1,1869)=24.1$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.013$) und Personen die eine negative Zukunftserwartung hinsichtlich des Flughafenausbaus haben, berichten über eine schlechtere Befindlichkeit hinsichtlich des Beschwerdedrucks ($M=48.4$), als solche Personen, die von einer Konstanz oder Verbesserung ausgehen (vgl. Abbildung 11-19a $M=45.6$, $F(1,1869)=36.4$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.019$), wobei, wie oben schon berichtet, das Problem der Kausalität bestehen bleibt. Vergleichbare Ergebnismuster sind bei der Realverteilung zu beobachten (vgl. Abbildung 11-20a+b).

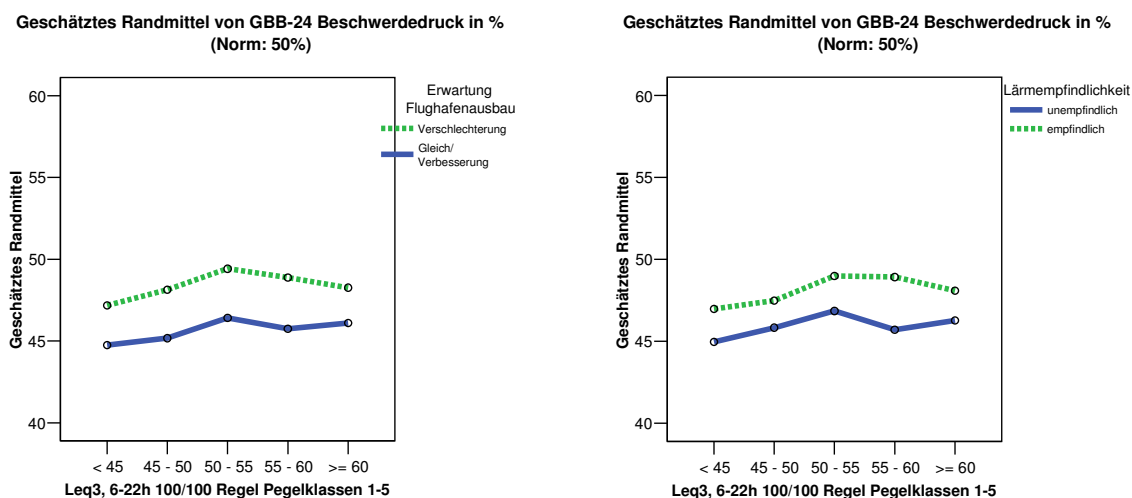


Abbildung 11-19a+b: Beschwerdedruck. Erwartung Flughafenausbau und Lärmempfindlichkeit x Pegel ($LA_{eq3, 06-22}$, 100/100 Regel)

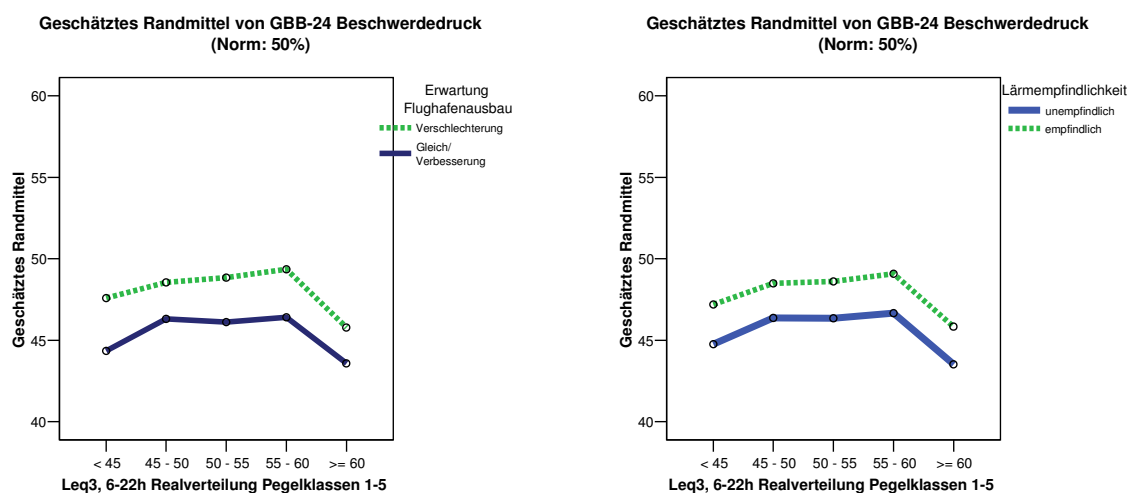


Abbildung 11-20a+b: Beschwerdedruck. Erwartung Flughafenausbau und Lärmempfindlichkeit x Pegel ($LA_{eq3, 06-22}$, Realverteilung)

Es konnten keine nennenswerten Wirkungen der kombinierten Verkehrsquellen nachgewiesen werden, so dass auf eine detaillierte Schilderung verzichtet wird.

11.2.6 Zusammenhangsanalysen zu den gesundheitlichen Beschwerden (GBB-24)

Lebensqualität und Belästigung durch Fluglärm (F2.4.3)

Tabelle 11-8 sind die Korrelationen mit der Frage zur Fluglärmbelästigung und den Schallpegeln nach der 100/100 Regel und dem Realverfahren zu entnehmen.

Tabelle 11-8: Korrelationen der Skalen des GBB-24, der Belästigung durch Fluglärm sowie der Tages- und Nachtpegel nach der 100/100 Regel und dem Realverfahren

		Korrelationen				
		F2.4.3 Lärmbelästi- gung Flugverkehr	Leq3, 6-22h -- Tages-Leq, 16h -- RV	Leq3, 22-6h -- Nacht-Leq -8h -- RV	Leq3, 6-22h -- Tages-Leq, 16h -- 100/100	Leq3, 22-6h - Nacht-Leq -8h -- 100/00
GBB-24 Beschwerdedruck stand.	r Pearson	,212	,006	-,036	,013	-,022
	p (2-seitig)	,000	,776	,089	,538	,306
	N	2254	2257	2257	2257	2257
GBB-24 Erschöpfung stand.	r Pearson	,247	,027	-,027	,031	-,013
	p (2-seitig)	,000	,193	,196	,145	,523
	N	2254	2257	2257	2257	2257
GBB-24 Herz- beschwerden	r Pearson	,180	,014	-,018	,013	-,012
	p (2-seitig)	,000	,517	,386	,541	,564
	N	2254	2257	2257	2257	2257
GBB-24 Magenbeschwerden stand.	r Pearson	,125	,000	-,048	,009	-,035
	p (2-seitig)	,000	,994	,022	,681	,097
	N	2254	2257	2257	2257	2257
GBB-24 Gliederschmerzen stand.	r Pearson	,155	-,007	-,026	-,001	-,016
	p (2-seitig)	,000	,722	,223	,957	,449
	N	2254	2257	2257	2257	2257

Wie aus obiger Tabelle deutlich wird, sind die Korrelationen zwischen der Belästigung durch Fluglärm und den GBB-Skalen deutlich höher als zwischen den Schallpegelmaßen und den GBB-24Skalen. Ähnlich wie bei der gesundheitsbezogenen Lebensqualität waren die Zusammenhänge zwischen dem Belästigungsmaß und den interessierenden medizinpsychologischen Skalen größer als zum Schallpegel und darüber hinaus linear. Die Skala „Erschöpfung“ korreliert am höchsten mit der Belästigung durch Fluglärm. Sie korreliert weiterhin mit der Skala „Vitalität“ zu $r = -0.66$ im Vergleich zu allen anderen Lebensqualitätsdimensionen am höchsten. Wie oben gezeigt, korrelierte das Vitalitätsmaß, im Vergleich zu den anderen Lebensqualitätsmaßen, am höchsten mit der Fluglärmbelästigung, so dass bezüglich dieser Korrelationsmaße konsistente Ergebnisse beider medizinpsychologischer Verfahren zu konstatieren sind.

Lebensqualität und aktive vs. passive Anwohner (F.3.3)

Wie den folgenden Abbildungen zu entnehmen ist, konnte wie schon bei den Lebensqualitätsanalysen und bei Kastka (1999) gezeigt werden, dass das Bewältigungsverhalten mit Befindlichkeitsstörungen zusammenhängt. Aktive Anwohner am Frankfurter Flughafen berichten über mehr Beschwerden als Befragte, die als passiv klassifiziert wurden. Da das aktive Bewältigungsverhalten vom Schallpegel abhängt, ist diese Variable, wie oben schon angedeutet, kein reiner Moderator, so dass auch hier die Wirkrichtung uneindeutig ist.

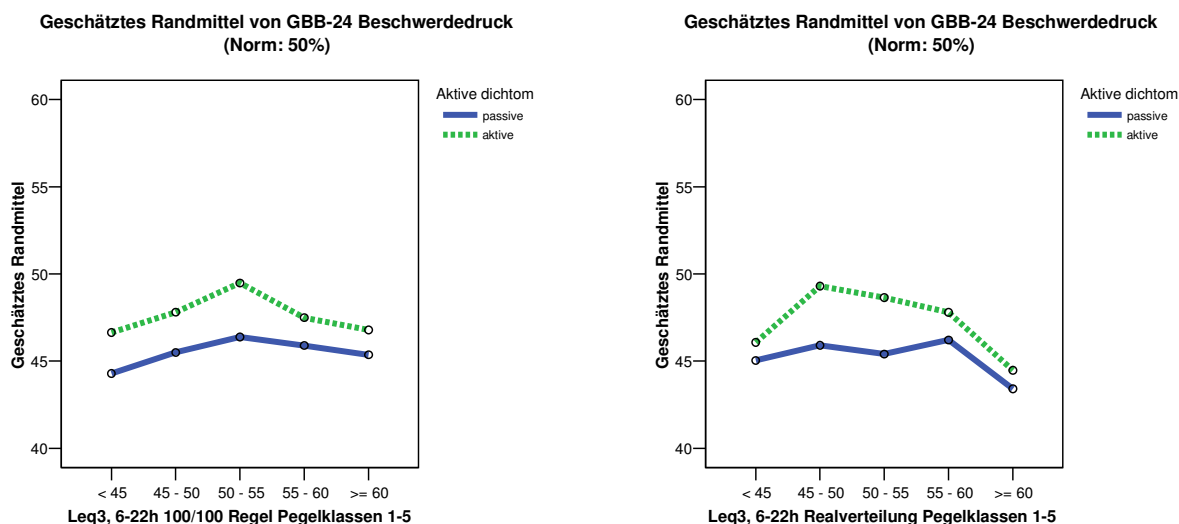


Abbildung 11-21a+b: Zusammenhang zwischen aktivem Bewältigungsverhalten und der Gesamtskala „Beschwerdedruck“; Berechnungsverfahren 100/100 Regel und Realverteilung

GBB-24 Skala Herzbeschwerden als Moderator für Belästigungsreaktionen

Es wurde die vom Schallpegel unabhängige GBB-24 Skala „Herzbeschwerden“ als Moderatorvariable betrachtet, um die moderierende Wirkung differenzierter körperbezogener Beschwerdesymptomatiken in Interaktion mit dem Fluglärmpegel auf die Belästigung zu analysieren.

Mittels varianzanalytischer Auswertungen konnte gezeigt werden, dass die Personen, die am meisten über Herzbeschwerden berichten (das oberste Quartil), diejenigen sind, bei denen die höchsten Belästigungswirkungen nachgewiesen werden konnten. Ein vergleichbares Muster konnte gezeigt werden, wenn die anderen drei Skalen des GBB-24 oder der Beschwerdedruck für diese Prüfungen eingesetzt wurden.

In zukünftigen medizinpsychologisch orientierten Lärmwirkungsstudien sollten zielgerichtet diagnostische Instrumentarien zur Beschreibung und Analyse von Somatisierungsstörungen eingesetzt werden.

11.2.7 Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse zum GBB-24

Die Effekte des Fluglärms auf Beschwerden sind als vergleichsweise schwach zu bezeichnen. Wie schon bei der Ergebnisdarstellung zur gesundheitsbezogenen Lebensqualität, sind die größten Effekte durch Fluglärm zwischen den Pegelklassen < 45 dB(A) und 50 dB(A) - 55 dB(A) aufgetreten. Dies war sowohl bei dem Gesamtwert „Beschwerdedruck“ als auch besonders bei der Skala „Erschöpfung“ nachzuweisen. Die Skala „Erschöpfung“ weist auch von allen GBB-24 Skalen die höchste Korrelation zu den psychischen Skalen, insbesondere mit der Skala Vitalität, des SF-36 auf. So konnte das Ergebnismuster der gesundheitsbezogenen Lebensqualität bestätigt werden, dass zu den höheren Pegelgruppen (ab 60 dB(A)) keine Einbußen der Befindlichkeit bzw. Effekte zu registrieren waren. Wo auch

immer die Gründe liegen mögen, so sind die Ergebnismuster dieser beiden medizinpsychologischen Instrumente sehr ähnlich und konsistent. Ferner waren Haupteffekte der Lärmempfindlichkeit und der Erwartung hinsichtlich des Flughafensausbaus zu registrieren, die keinen Zusammenhang mit dem Schallpegel zeigten.

Insgesamt muss konstatiert werden, dass die signifikanten Effekte von den Effektstärken her betrachtet als sehr schwach anzusehen sind. Weiterhin zeichnet sich die hier befragte Stichprobe dadurch aus, dass vergleichbare oder bessere Werte als die der Normstichprobe erzielt wurden.

Generell war der GBB-24 hoch sensitiv gegenüber selbst berichteten Krankheiten. So konnte auch für die 100/100 Regel gezeigt werden, dass Personen, die über zwei oder mehr Krankheiten berichten, ab einer Schallpegelklasse von 50dB(A)-55dB(A) vermehrt über Befindlichkeitsstörungen (Beschwerdedruck) berichten. Dieser Effekt vulnerabler Subgruppen ist zwar als Interaktion statistisch signifikant, doch wird er von dem sehr starken Haupteffekt Morbidität dominiert und weist zudem eine geringe Effektstärke auf. Bei der Realverteilung zeigte sich dieser Effekt nicht.

Die Betrachtung der unterschiedlichen Berechnungsverfahren der 100/100Regel und der dargestellten Ergebnisse zur Realverteilung, wie auch bezüglich Ost-Westbetrieb, NAT 70, erbrachte keine nennenswerten Unterschiede der Ergebnisrichtung.

Auch die Analyse der Effekte durch kombinierte Verkehrslärmquellen erbrachte keinen interpretierbaren oder signifikanten Effekt. Weder in Richtung einer dominanten noch einer interaktiven Wirkung der Verkehrslärmquellen konnten systematische Effekte auf die Ausprägung der Beschwerden ermittelt werden.

Die gesundheitlichen Beschwerden korrelieren mit den Belästigungsreaktionen höher als mit den Schallpegelmaßen; dieser Zusammenhang wurde bereits bei der gesundheitsbezogenen Lebensqualität gezeigt. Diese Befunde deuten an, dass es schwierig ist, mit klassischen medizinpsychologischen Verfahren direkte Wirkzusammenhänge mit dem Schallpegel herzustellen. Offenbar gelingt dies besser mit subjektiven Maßen der Belästigungswirkung.

Vergleicht man die Ergebnisse zu den Beschwerden mit den Befunden einer früheren Studie am Frankfurter Flughafen von Kastka (1999) zu nicht lärmbezogenen psychosomatischen Beschwerden, fällt auf, dass in beiden Studien keine Wirkzusammenhänge in Abhängigkeit des Schallpegels ermittelt werden konnten. Auch in der Kastka-Studie (1999, p.32 im Anhang) wurde ein Gipfel ermittelt; dieser lag im Bereich von 50 dB(A) L_{eq} Tag, sodass Kastkas Ergebnisse also teilweise reproduziert werden konnten.

Auch konnten Kastkas Ergebnisse reproduziert werden, dass aktive Anwohner über mehr Beschwerden klagen als passive Anwohner. In diesem Zusammenhang ist es interessant, dass Kastka (1999) dann einen direkten Bezug zum Schallpegel bei der Anzahl psychosomatischer Symptome dann nachweisen konnte, wenn diese auf den Fluglärm bezogen wurden (ebd, p. 33 im Anhang).

In der vorliegenden Studie konnte ebenfalls gezeigt werden, dass lärmunspezifische Instrumente kaum vom Schallpegel abhängen; sobald aber der Lärmbezug in den Fragen offensichtlich wird, lassen sich Lärmwirkungen nachweisen. In zukünftigen Studien könnte daher daran gedacht werden, lärmunspezifische Instrumente (z.B. GBB-24, SF-12/SF-36) mit lärmspezifischen Derivaten in Richtung umwelt- oder lärmbezogener Gesundheitsbeschwerden und Befindlichkeitsstörungen zu koppeln.

11.3 Lebenszufriedenheit (F.5.2)

11.3.1 Einleitung

Henrich u. a. (1992, p.31) verstehen Lebenszufriedenheit als eine subjektive Komponente der Lebensqualität. Sie bieten mit ihrem Fragebogen zur Lebenszufriedenheit (FLZ^M; Henrich und Herschbach, 1991) eine übersichtliche Möglichkeit, diese zu erfassen. Es handelt sich um ein Modulsystem, mit dem allgemeine und gegebenenfalls spezielle Aspekte der Lebenszufriedenheit erhoben werden können. Insofern kann die Lebenszufriedenheitserfassung der jeweils zu untersuchenden Stichprobe angepasst werden. Das generelle Modul – hier verwendet – besteht aus 8 „Lebensaspekten“, welche mit einer 5-stufigen Skala jeweils nach der subjektiven Wichtigkeit und anschließend nach der individuellen Zufriedenheit beurteilt werden. Die Wichtigkeitsurteile stellen eine personenbezogene Gewichtung der Zufriedenheitsurteile dar, welche der subjektiven Komponente des Lebensqualitätskonzepts Rechnung trägt. Es werden folgende Lebensbereiche von Befragten beurteilt:

- Freunde / Bekannte
- Freizeitgestaltung / Hobbies
- Gesundheit
- Einkommen / finanzielle Sicherheit
- Beruf / Arbeit
- Wohnsituation
- Familienleben / Kinder
- Partnerschaft / Sexualität

Nach der Leistungsbeschreibung zum Gutachten „Belästigung durch Fluglärm“ soll im Messinstrument die Lebenszufriedenheit als Komponente der Lebensqualität berücksichtigt werden. Ferner wird zu eruieren sein, in welchem Verhältnis die Beeinträchtigung der Lebensqualität durch allgemeine Umweltbedingungen und Fluglärm einerseits und durch allgemeine Lebensbereiche andererseits stehen. Hiermit soll ein numerisches Bezugssystem für den Fluglärm hergestellt werden.

Es kamen die Items 09 und 10 hinzu, um allgemeine Bereiche der Lebenszufriedenheit mit umweltspezifischen (allgemein und Fluglärm) vergleichen zu können.

1. „Allgemeine Umweltbedingungen“
2. „Fluglärm“

Aus den Wichtigkeits- und Zufriedenheitsurteilen pro Aspekt ergibt sich die gewichtete Zufriedenheit (gZ), welche über alle Aspekte zu der allgemeinen Lebenszufriedenheit aufsummiert wird. Obgleich als Einzelwert oder Summenscore vorhanden, geben negative Werte Unzufriedenheit, positive Zufriedenheit an.

11.3.2 Operationalisierung und Psychometrie

Schritt I: Bildung der gewichteten Zufriedenheit (gZ)

Für die Ermittlung der allgemeinen Lebenszufriedenheit (Summenscore nach Henrich, et. al., 2000) wird zunächst die subjektive Einschätzung der Lebensaspekte nach Wichtigkeit und Zufriedenheit transformiert. Folgende Formel wird verwendet, um die gewichtete Zufriedenheit (gZ) zu ermitteln:

$$gZ = (W - 1) * (2Z - 5).$$

Die Wichtigkeit wurde mit „nicht“, „etwas“, „ziemlich“, „sehr“ und „extrem wichtig“ abgefragt. Die Zufriedenheitswerte wurden in „sehr unzufrieden“, „eher unzufrieden“, „eher zufrieden“, „ziemlich zufrieden“ sowie „sehr zufrieden“ von Henrich et al. (2000) vorgegeben und auch in dieser Studie eingesetzt.

Von dem Wert für „wichtig“ (W) wird 1 subtrahiert, um die erste Kategorie „nicht wichtig“ mit 0 zu kodieren. Inhaltlich trägt somit ein Lebensbereich, der der befragten Person „nicht wichtig“ ist, weder positiv noch negativ zu ihrer gesamten Lebenszufriedenheit bei. Zwischen den Werten 2 - 3 der Zufriedenheitsskala liegt eine implizierte „weder zufrieden/noch unzufrieden“-Kategorie vor. Daher wird von den Zufriedenheitswerten 2.5 subtrahiert. Um Dezimalstellen zu vermeiden, wird jedoch die Formel $(2Z - 5)$ vorgezogen. „Ohne diese Transformation würde eine Person, die in einem wichtigen Lebensbereich sehr unzufrieden ist, den gleichen Wert erhalten wie eine Person, die in einem unwichtigen Bereich sehr zufrieden ist“ (Henrich et al., 2000).

Für einen Einzelaspekt beträgt die Spannweite der gewichteten Zufriedenheit -12 bis +20. Negative Werte geben Unzufriedenheit, positive Zufriedenheit an. Die ermittelten gZ - Werte sind nicht äquidistant und enthalten Bindungen.

Schritt II: Bildung des Summenscores „allgemeine Lebenszufriedenheit“ (LZ)

Für diese Untersuchung ergibt sich das Maß für die generelle LZ aus der Addition der 8 + 2 Lebensbereiche. Der mögliche Wertebereich für 10 Lebensaspekte beträgt -120 bis +200. Negative Werte geben Unzufriedenheit, positive Zufriedenheit an.

Die Aufsummierung der Lebensbereiche zu einer gesamten LZ-Summenscore nach Henrich et al. (2000) setzt voraus, dass eine Person zwei Angaben zu jedem Bereich macht. Allerdings sind in den Daten des Gutachtens fehlende Werte vorhanden, so dass ein bloßes Aufsummieren die Vergleichbarkeit zwischen Personen sowie Gebieten verzerren könnte. Es kann aus diesem Grund ein weiterer Schritt hinzugefügt werden. Der Summenscore wird pro Person durch die Anzahl der vollständig beantworteten Lebensaspekte geteilt, d. h. es sind Werte sowohl für die Wichtigkeit als auch die Zufriedenheit vorhanden. Wie die Einzelaspekte kann diese allgemeine hier durch nachträgliche Division veränderte LZ-Score Werte zwischen -12 bis +20 annehmen.

Mittelwerte der 10 Lebensaspekte für die Gesamtstichprobe

Die Erfassung der allgemeinen Lebenszufriedenheit nach Henrich und Herschbach (2000) besteht in der Erhebung der acht Lebensaspekte, die speziell für dieses Gutachten mit den zwei Items „Umweltbedingungen“ und „Fluglärm“ ergänzt werden. Pro Lebensaspekt ergibt sich ein Zufriedenheitsscore zwischen -12 bis +20, wobei negative Werte Unzufriedenheit angeben. Um ein generelles Bild der Zufriedenheit der Gesamtstichprobe zu erhalten, wird in der folgenden Abbildung der mittlere Zufriedenheitsscore pro Lebensaspekt gezeigt. Dabei wird als Normvergleich eine repräsentative Stichprobe der Bundesrepublik Deutschland dargestellt (Henrich & Herschbach, 2000, p. 103). Diese Stichprobe besteht aus n=2.562 Personen, welche im Jahre 1994 durch ein sozialwissenschaftliches Institut befragt wurden (Alter: M=46,0 Jahre; SD=17,6 Jahre; Minimum: 18 Jahre / Geschlecht: 53% weiblich, 47% männlich). Zu beachten ist, dass die Normbefragung keine Umwelt-Items enthielt.

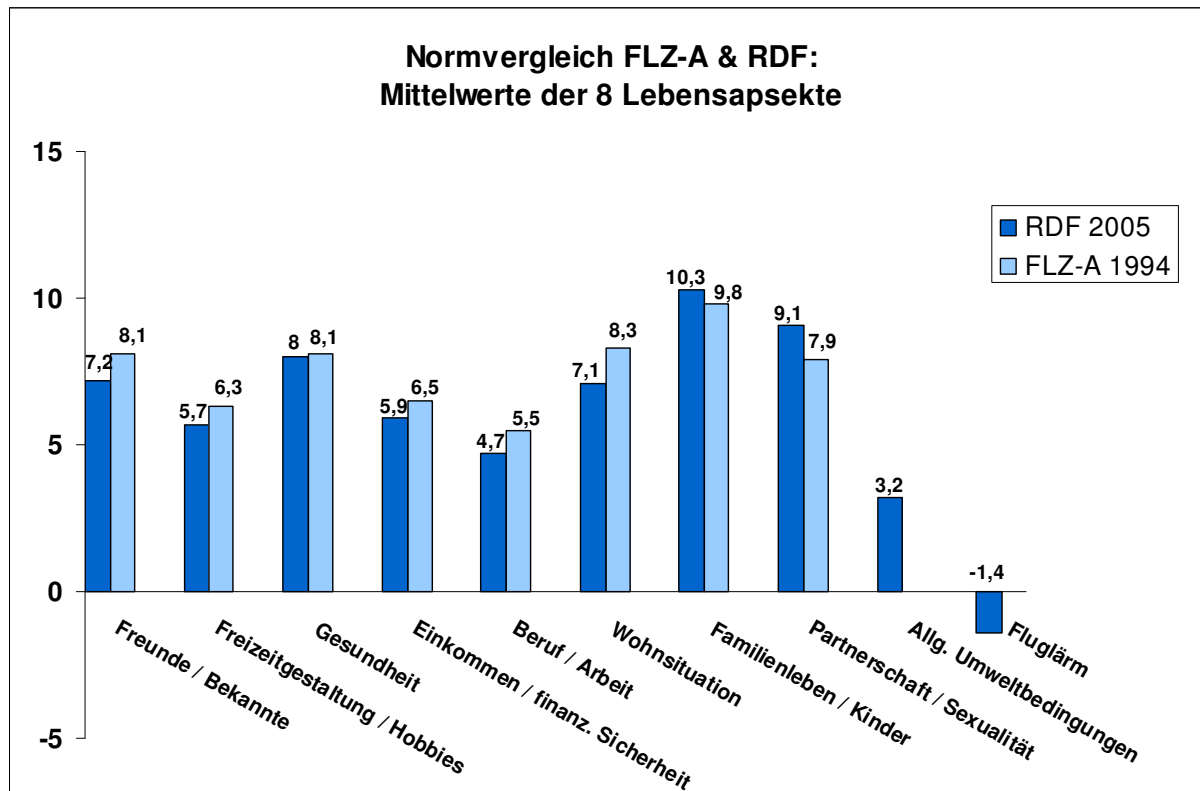


Abbildung 11-22: Lebenszufriedenheit: Mittelwerte der acht Lebensaspekte für die RDF Gesamtstichprobe. Als Normvergleich wird die Stichprobe FLZ-A (Henrich & Herschbach, 2000) dargestellt.

Wie in Abbildung 11-22 zu erkennen ist, sind die befragten Personen der RDF-Stichprobe am meisten mit den Dimensionen Familienleben/Kinder, Partnerschaft/Sexualität, gefolgt von Gesundheit, Freunde/Bekannte und der Wohnsituation zufrieden. Eine deutlich geringere Zufriedenheit ist mit den Umweltbedingungen festzustellen. Nicht weiter verwunderlich, rangiert das negativ formulierte Item „Fluglärm“ auch im negativen Bereich. Ferner sind keine nennenswerten Abweichungen von der Normstichprobe zu vermerken.

11.3.3 Auswertungskonzept Lebenszufriedenheit

Insgesamt werden folgende varianzanalytische Designs mittels GLM für 2 Indices zu Lebenszufriedenheit durchgeführt, nämlich für 1.) die allgemeine Lebenszufriedenheit nach Henrich und Herschbach (2000) mit den acht Ursprungsitems und 2.) die gewichtete Zufriedenheit mit dem Fluglärm. Die Summenscore zur allgemeinen Lebenszufriedenheit wird pro Person durch die Anzahl der vollständig beantworteten Lebensaspekte geteilt, d. h. für eine Person sind Werte sowohl für die Wichtigkeit als auch die Zufriedenheit vorhanden. Wie die Einzelaspekte, kann diese allgemeine, hier durch nachträgliche Division veränderte Score Werte zwischen -12 bis +20 annehmen, wobei negative Werte nach Henrich und Herschbach (2000) Unzufriedenheit ausdrücken.

11.3.4 Ergebnisse: Allgemeine Lebenszufriedenheit

Zunächst werden die Mittelwerte und Standardabweichungen der acht ursprünglichen Bereiche der gewichteten Lebenszufriedenheit von Henrich & Herschbach gemäß Realverteilung und 100/100 Regel dargestellt (vgl. Tabelle 11-9 und Tabelle 11-10).

Tabelle 11-9: Mittelwerte und Standardabweichungen aller acht ursprünglichen Bereiche der gewichteten Lebenszufriedenheit von Henrich & Herschbach gemäß der 100/100 Regel

Leq3, 6-22h 100/100 Regel		Freunde / Bekannte	Freizeit / Hobbies	Gesundheit	Einkommen / finanzielle S.	Beruf / Arbeit	Wohnsituation	Familienleben / Kinder	Partnerschaft / Sexualität
1,00 < 45	Mittelwert	7,4667	6,1297	8,4667	6,1833	5,8000	7,9500	9,8228	8,4118
	N	240	239	240	240	220	240	237	238
	Std	5,71269	5,79879	6,98945	6,40800	6,60814	6,32899	6,70206	7,63394
2,00 45 - 50	Mittelwert	6,4960	5,4718	7,6121	6,0040	4,2395	8,0827	10,0081	8,6341
	N	496	496	495	494	476	496	495	492
	Std	5,48349	5,41894	6,99559	5,75779	6,08790	5,84956	6,85683	7,71727
3,00 50 - 55	Mittelwert	6,4253	5,2716	7,3763	5,3165	4,7314	7,2848	9,9174	8,8769
	N	475	475	473	474	458	474	472	471
	Std	5,35808	5,57609	7,13446	6,32799	6,58424	6,01593	6,98098	7,24244
4,00 55 - 60	Mittelwert	7,8297	5,8889	7,6653	5,6873	4,4204	6,4226	9,5812	8,7198
	N	505	504	505	502	490	504	499	496
	Std	5,95974	5,63604	7,28044	6,01195	5,91096	5,86816	6,73918	7,61896
5,00 >= 60	Mittelwert	7,7558	5,9380	8,9826	6,4427	4,9347	6,1184	12,0603	10,6230
	N	516	516	516	515	490	515	514	512
	Std	5,87660	5,58431	7,18802	5,58261	6,90128	6,30974	7,10231	8,63528
Insgesamt	Mittelwert	7,1783	5,7018	7,9834	5,9070	4,7071	7,0695	10,3487	9,1421
	N	2232	2230	2229	2225	2134	2229	2217	2209
	Std	5,71570	5,58465	7,15513	5,98205	6,41537	6,09648	6,95802	7,84945

Tabelle 11-10: Mittelwerte und Standardabweichungen aller acht ursprünglichen Bereiche der gewichteten Lebenszufriedenheit von Henrich & Herschbach gemäß der Realverteilung

Leq3, 6-22h Realverteilung		Freunde / Bekannte	Freizeit / Hobbies	Gesundheit	Einkommen / finanzielle S.	Beruf / Arbeit	Wohnsituation	Familienleben / Kinder	Partnerschaft / Sexualität
1,00 < 45	Mittelwert	7,1532	6,0145	8,3902	6,3006	5,5466	8,2023	10,0205	8,5322
	N	346	345	346	346	322	346	342	342
	Std	5,56565	5,62204	6,95541	6,16224	6,57092	6,36427	6,69548	7,64482
2,00 45 - 50	Mittelwert	6,5566	5,2876	7,5587	5,7728	3,9767	7,9535	9,9720	8,8209
	N	539	539	537	537	516	538	536	536
	Std	5,41048	5,34470	7,09351	5,89749	5,97563	5,81462	6,89475	7,70930
3,00 50 - 55	Mittelwert	6,8554	5,6563	7,4306	5,4585	5,1545	6,8447	9,7469	8,8784
	N	484	483	483	482	466	483	482	477
	Std	5,74832	5,73497	7,35643	6,28758	6,59013	5,82407	6,99289	7,30186
4,00 55 - 60	Mittelwert	7,7350	5,8331	8,2152	6,1044	4,4741	6,0601	10,6721	9,1374
	N	683	683	683	680	656	682	677	677
	Std	5,90107	5,60071	7,04670	5,94966	6,25630	6,19489	7,01343	8,18610
5,00 >= 60	Mittelwert	7,8444	5,9667	9,0722	6,0056	5,0000	6,6778	12,4889	12,0226
	N	180	180	180	180	174	180	180	177
	Std	5,88039	5,73132	7,43766	5,07100	7,23671	6,06451	6,93585	8,24136
Insgesamt	Mittelwert	7,1783	5,7018	7,9834	5,9070	4,7071	7,0695	10,3487	9,1421
	N	2232	2230	2229	2225	2134	2229	2217	2209
	Std	5,71570	5,58465	7,15513	5,98205	6,41537	6,09648	6,95802	7,84945

Wie obigen Tabellen zu entnehmen ist, sind Unterschiede gemäß der Pegelklassen zu verzeichnen, wobei für beide Berechnungsverfahren ähnliche Ergebnisse beobachtet werden. Die gewichtete Zufriedenheit mit der Wohnsituation sinkt signifikant mit steigendem Schallpegel, besonders ab der

Schallpegelklasse 50-55 dB(A). Dies Ergebnismuster ist für die 100/100 Regel deutlicher ausgeprägt ($F(4,2090)=4.3$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.008$), aber für die Realverteilung auch signifikant.

Ferner fällt auf, dass für die Bewohner der oberen Pegelklasse (≥ 60 dB(A)) über der Norm liegende Werte für die Bereiche „Partnerschaft/ Sexualität“ und „Familienleben/ Kinder“ zu verzeichnen sind. Posthoc-Tests zeigten, dass sich die Bewohner der höchsten Pegelklasse signifikant von den unteren drei unterscheiden.

Die Ergebnisse zur Zufriedenheit mit der Gesundheit verdienen besonderes Augenmerk: Die Zufriedenheit mit der Gesundheit ist für die mittleren Pegelklassen am schwächsten ausgeprägt womit die Ergebnisse der gesundheitsbezogenen Lebensqualität und Gesundheitsbeschwerden bestätigt werden.

Auswertung gemäß Typ 1: Hauptanalyse und Soziodemographie (Basisanalysen)

Die Varianzanalyse gemäß „Typ 1“ zeigt einen signifikanten Effekt mit $F(4,2094)=8.2$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.016$ des Schallpegels hinsichtlich des gemittelten Summenscores allgemeine Lebenszufriedenheit.

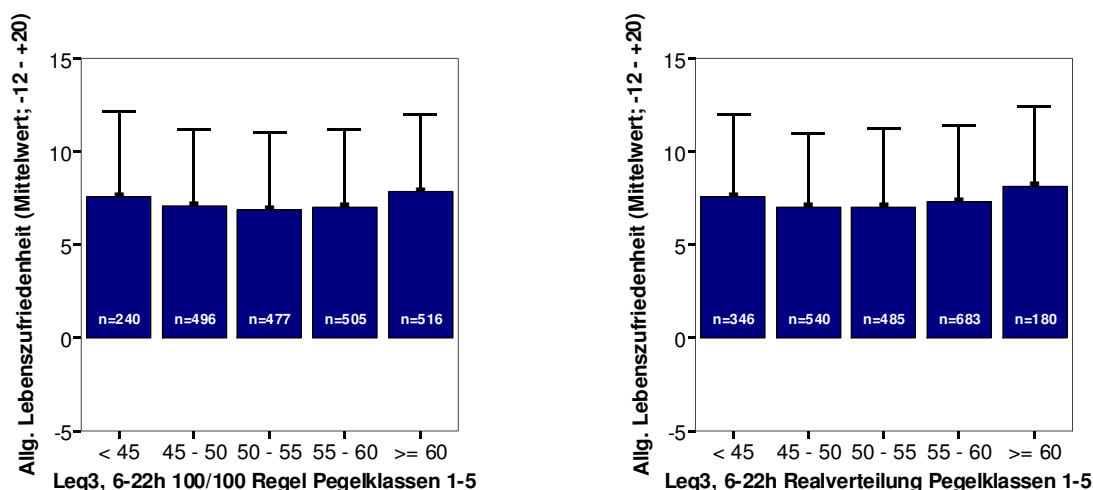


Abbildung 11-23a+b: Allgemeine Lebenszufriedenheit: Mittelwerte über die 5 Pegelklassen ($LA_{eq3, 06-22}$, 100/100 Regel und Realverteilung)

Obige Abbildungen zeigen die mittlere allgemeine Lebenszufriedenheit für die 5 Pegelklassen. Posthoc Scheffé-Testungen auf dem 5%-Niveau ergeben eine signifikante Differenzierung zwischen der Pegelklasse ≥ 60 dB(A) und den drei Pegelklassen ab 45 dB(A) – 50 dB(A). Das heißt, dass die höchste Pegelklasse sich von den drei mittleren Pegelklassen signifikant unterscheidet, sie sich jedoch nicht signifikant von der untersten Pegelklasse < 45 dB(A) unterscheidet.

Die mittleren Pegelgruppen 45 dB(A) – 50 dB(A), 50 dB(A) - 55 dB(A) und 55 - 60 dB(A) zeigen also hier die geringste selbst berichtete allgemeine Lebenszufriedenheit. Bei einer Feinauflösung hinsichtlich der neun Pegelgruppen in 2.5 dB(A)Schritten zeigt sich ein ähnliches Bild (vgl. Abbildung 11-24).

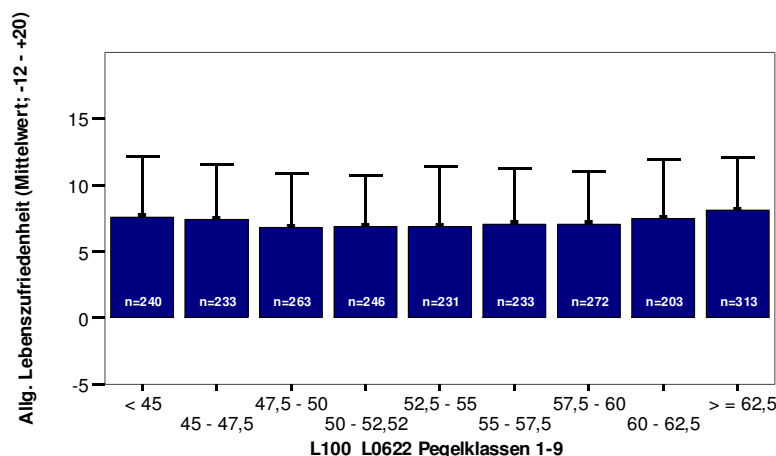


Abbildung 11-24: Allgemeine Lebenszufriedenheit: Mittelwerte über die 9 Pegelklassen

Die signifikante Hauptwirkung für die fünf Pegelklassen kann nur sinnvoll im Zusammenhang mit den ermittelten signifikanten Interaktionen interpretiert werden. Aus diesem Grund werden diese im Folgenden graphisch (Abbildung 11-25a+b) und im Text dargestellt.

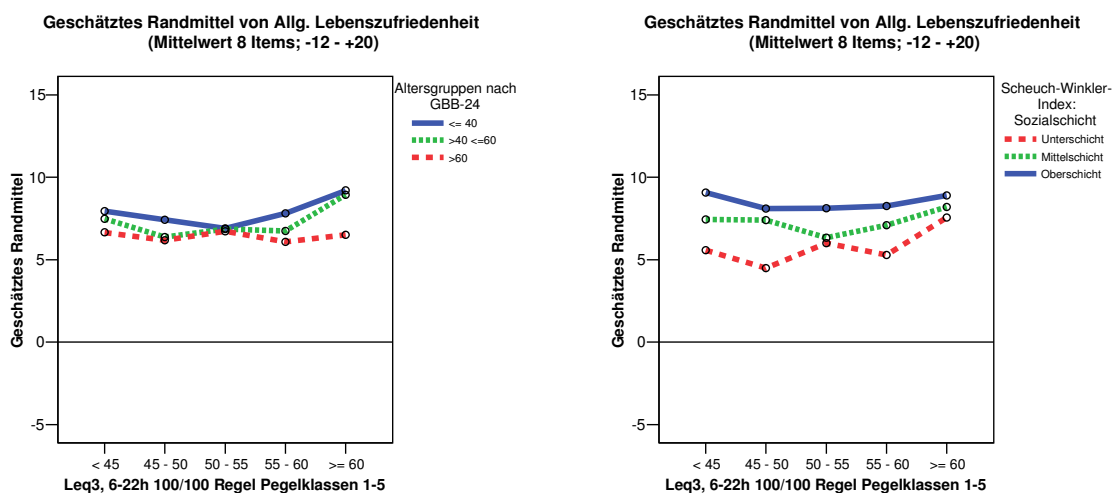


Abbildung 11-25a+b: Randmittel Allgemeine Lebenszufriedenheit: Alter und Schicht x Pegel ($LA_{eq3, 06-22, 100/100}$ Regel)

Die Interaktion Pegel x Alter weist auf dem 5%-Niveau Signifikanz auf: $F(8,2094)=3.0$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.012$. Während Personen bis 60 Jahren recht gleichmäßige Zufriedenheitsscores über alle 5 Pegelklassen aufweisen, zeigen Personen ab 60 Jahren einen leicht „W-förmigen“ Verlauf über die Pegelstufen, mit Tiefpunkten bei den Klassen 45 dB(A) - 50 dB(A) und 55 dB(A) – 60 dB(A).

Weiterhin kann festgestellt werden, dass das Alter einen moderierenden Einfluss auf die allgemeine Lebenszufriedenheit hat. Der Haupteffekt wird durch die Varianzanalyse Typ I ermittelt:

$F(2,2094)=19.7$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.019$. Ferner ergeben Posthoc-Scheffé-Testungen auf dem 5%-Niveau signifikante Differenzierungen zwischen Personen ab 60 Jahren und den jüngeren 2 Altersgruppen.

Die Interaktion Pegel x Sozialschicht weist auf dem 5%-Niveau Signifikanz auf ($F(8,2094)=2.2$, $p=0.03$, $\eta_p^2=0.008$). Während die Ober- und Mittelschicht recht gleichmäßige Zufriedenheitsscores über alle fünf Pegelklassen aufweisen, zeigt die Unterschicht einen W-förmigen Verlauf über die Pegelstufen, mit Tiefpunkten bei den Pegelklassen 45 - 50 und 55 – 60 dB(A).

Ferner konnte gezeigt werden, dass die soziale Schicht einen moderierenden Einfluss auf die allgemeine Lebenszufriedenheit hat. Der Haupteffekt wird durch die Varianzanalyse Typ I ermittelt: $F(2,2094)=41.0$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.038$. Posthoc-Scheffé-Testungen zeigten auf dem 5%-Niveau signifikante Differenzierungen zwischen allen Schichten.

Bezüglich der Geschlechtszugehörigkeit konnten keine signifikanten Ergebnisse ermittelt werden.

Auswertung gemäß Typ 2: Moderatoren (Moderatoranalysen)

Die Prüfung mit den Moderatoren erbrachte drei Haupteffekte:

- Morbidität

Personen mit zwei oder mehr Krankheiten berichten eine auf dem 5%-Niveau signifikant geringere allgemeine Lebenszufriedenheit als Personen mit bis zu einer Krankheit ($F(1,1836)=50.7$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.027$). Interessanterweise nimmt die Differenz zwischen Lebenszufriedenheitswerten mit steigender Pegelklasse zu.

- Erwartung

Personen, die eine Verschlechterung nach dem Flughafenausbau erwarten, berichten eine geringere allgemeine Lebenszufriedenheit als Personen, die Positiveres erwarten ($F(1,1836)=9.2$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.005$). Etwas größere Differenzen zwischen diesen Subgruppen bestehen in den Pegelklassen 45 dB(A) – 50 dB(A), 55 dB(A) - 60 dB(A) und > 60 dB(A). Nahezu identisch hingegen sind die mittleren Lebenszufriedenheitswerte in den Klassen < 45 dB(A) und 50-55 dB(A).

- Fensterstellung

Die Lüftung der Wohnräume erweist sich auf dem 5%-Niveau als signifikant ($F(2,1836)=7.5$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.008$). Die allgemeine Lebenszufriedenheit ist unabhängig von der Lüftung der Wohnräume relativ gleich über die Pegelklassen. Eine etwas größere Differenz ergibt sich jedoch in der Pegelklasse < 45 dB(A) zwischen Personen, die die Fenster überwiegend gekippt halten, und denen, die sie überwiegend geschlossen halten. Diese Differenzierung wird mit einer Posthoc-Scheffé-Testung auf dem 5%-Niveau signifikant.

- Lärmempfindlichkeit:

Dieser Moderator erweist sich auf dem 5%-Niveau als nicht signifikant.

11.3.5 Ergebnisse der gewichteten „Zufriedenheit“ mit dem Fluglärm

Auswertung gemäß Typ 1: Soziodemographie

Die Ergebnisse der Varianzanalyse gemäß Schema „Typ 1“ zeigen für alle Hauptwirkungen signifikante Effekte auf dem 5%-Niveau. Keine Interaktionen zwischen diesen Variablen werden signifikant.

▪ Pegelklasse

Die beiden folgenden Abbildungen zeigen die mittlere Unzufriedenheit mit dem Fluglärm für die 5 Pegelklassen. Auffällig ist, dass die Zufriedenheit mit dem Fluglärm in den Pegelklassen < 45 dB(A) und 45 dB(A) - 50 dB(A) im positiven, also im soeben noch „zufriedenen“ Bereich ist. Für Pegelklassen ab 50 dB(A) befinden sich die Mittelwerte im negativen, also im „unzufriedenen“ Bereich. Vor allem wird deutlich: Je höher die Pegelklasse ist, desto niedriger ist der Mittelwert für die Zufriedenheitsurteile zum Fluglärm.

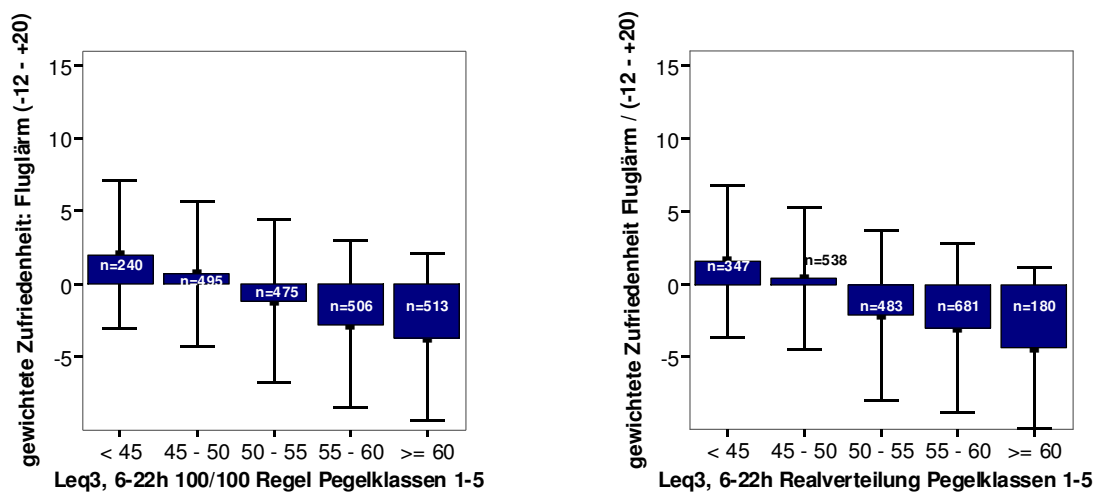


Abbildung 11-26: Zufriedenheit mit dem Fluglärm: Mittelwerte der fünf Pegelklassen 100/100 Regel und Realverteilung ($LA_{eq3, 06-22}$)

Die Pegelklasse zeigt den stärksten Effekt aller Hauptwirkungen dieser Prüfung: $F(4,2089)=44.8$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.08$. Posthoc Scheffé-Testungen auf dem 5%-Niveau ergeben eine signifikante Differenzierung aller fünf Klassen untereinander, ausgenommen 55 - 60 und ≥ 60 dB(A), deren Mittelwertsdifferenzen sich nicht signifikant unterscheiden.

▪ Alter

Die Hauptwirkung der Variable Alter ist auf dem 5%-Niveau signifikant: $F(2,2089)=6.6$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.006$. Personen ab 40 Jahren sind tendenziell unzufriedener mit dem Fluglärm als jüngere (vgl. Abbildung 11-27a). Diese Tendenz wird durch die Posthoc-Scheffé-Testung auf dem 5%-Niveau bestätigt. Deutlich bleibt nach wie vor die wachsende Unzufriedenheit mit steigender Pegelklasse.

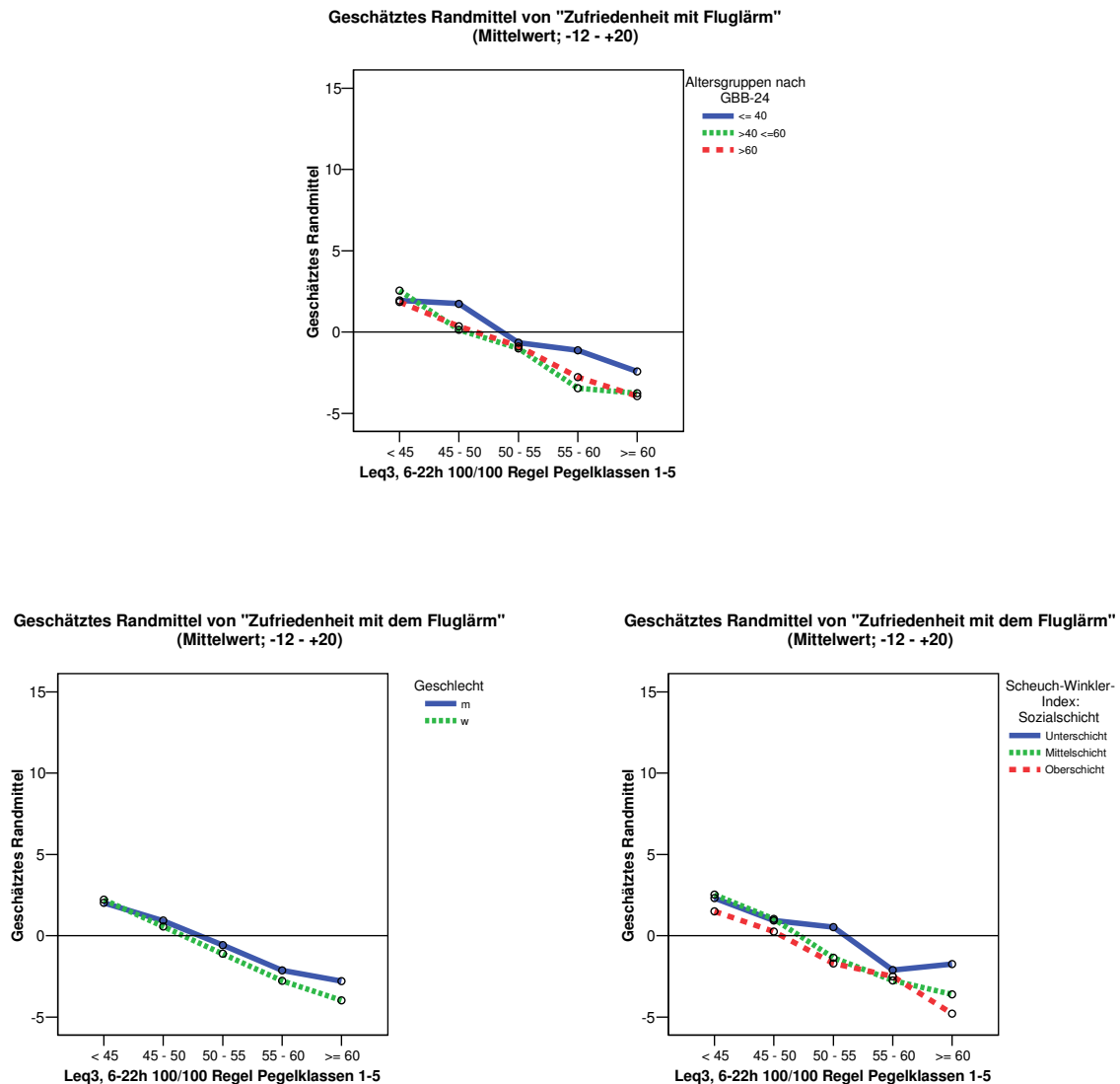


Abbildung 11-27a-c: Zufriedenheit mit dem Fluglärm: Alter, Geschlecht und Sozialschicht x Pegel ($LA_{eq3, 06-22}$, 100/100 Regel)

■ Geschlecht

Die Hauptwirkung Geschlechtszugehörigkeit ist auf dem 5%-Niveau signifikant: $F(1,2089)=3.9$, $p=0.049$, $\eta_p^2=0.002$. Frauen sind tendenziell unzufriedener mit dem Fluglärm in ihrer Wohnumgebung als Männer. Deutlich bleibt jedoch nach wie vor die wachsende Unzufriedenheit mit steigender Pegelklasse.

■ Sozialschicht

Die Hauptwirkung der Variable Sozialschicht ist auf dem 5%-Niveau signifikant: $F(2,2089)=6.3$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.006$. Die Ober- und Mittelschicht ist tendenziell unzufriedener mit dem Fluglärm als die Unterschicht. Diese Tendenz wird durch die Posthoc-Scheffé-Testung auf dem 5%-Niveau bestätigt. Deutlich bleibt jedoch nach wie vor die wachsende Unzufriedenheit mit steigender Pegelklasse.

■ Interaktionen

Wie zu Anfang erwähnt, sind keine Interaktionen zwischen den soziodemographischen Variablen und der Pegelklasse auf dem 5%-Niveau signifikant.

Auswertung gemäß Typ 2: Moderatoren

Bei der varianzanalytischen Prüfung der Moderatoren Morbidität, Erwartung, Fensterstellung und Lärmempfindlichkeit sind die Erwartung des Flughafenausbaus, die Fensterstellung und die Lärmempfindlichkeit auf dem 5%-Niveau signifikant. Es sind keine Interaktionen der Moderatoren mit der Pegelklasse signifikant. Es werden im Folgenden die zwei signifikanten Moderatoren erläutert.

■ Erwartung

Auf dem 5%-Niveau ist dieser Haupteffekt signifikant: $F(1,1833)=275.9$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.13$. Der große Effekt von 13% wird in Abbildung 11-28a graphisch verdeutlicht. Personen, die eine Verschlechterung nach dem Ausbau erwarten, sind über alle Pegelklassen hinweg unzufrieden mit dem Fluglärm. Personen, die Positiveres erwarten, sind nur in der Pegelklasse ≥ 60 dB(A) unzufrieden. Deutlich bleibt nach wie vor die wachsende Unzufriedenheit mit steigender Pegelklasse.

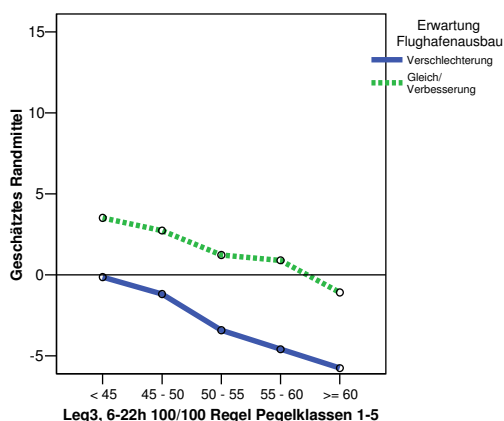
■ Fensterstellung

Auf dem 5%-Niveau ist dieser Haupteffekt signifikant: $F(2,1833)=6.9$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.008$. Personen, die bei den warmen Jahreszeiten ihr Fenster überwiegend geschlossen halten, berichten über mehr Unzufriedenheit mit dem Fluglärm als Personen, die ihr Fenster überwiegend geöffnet oder gekippt haben. Allerdings ist der Effekt verschwindend klein und es bleibt nach wie vor deutlich, dass die Unzufriedenheit mit steigender Pegelklasse wächst.

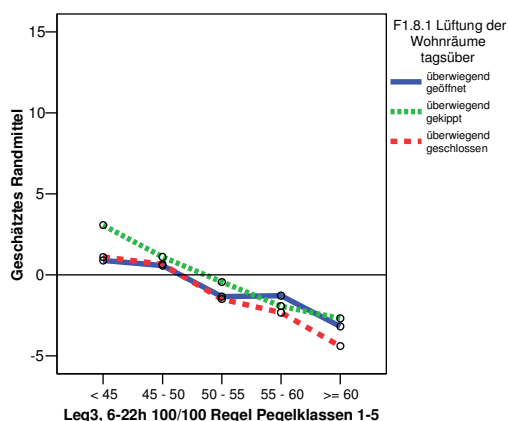
■ Lärmempfindlichkeit

Auf dem 5%-Niveau ist dieser Haupteffekt signifikant: $F(1,1833)=38.7$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.021$. Lärmempfindliche Personen sind mit dem Fluglärm unzufriedener als nicht-lärmempfindliche Personen. Deutlich bleibt nach wie vor die wachsende Unzufriedenheit mit steigender Pegelklasse.

Geschätztes Randmittel von "Zufriedenheit mit dem Fluglärm"
(Mittelwert; -12 - +20)



Geschätztes Randmittel von "Zufriedenheit mit dem Fluglärm"
(Mittelwert; -12 - +20)



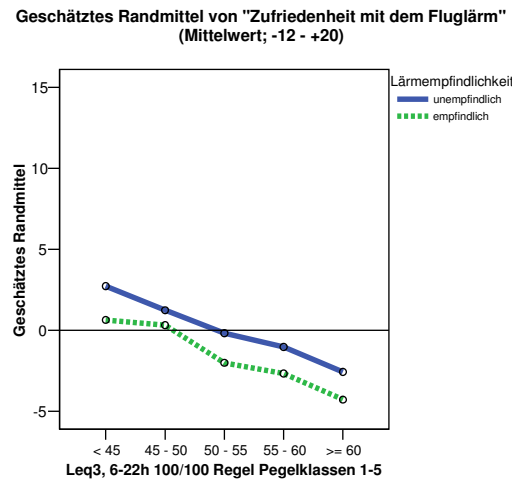


Abbildung 11-28a-c: Zufriedenheit mit dem Fluglärm: Erwartung, Fensterstellung und Lärmempfindlichkeit $\times$ Pegel ($LA_{eq3, 06-22, 100/100}$ Regel)

- Morbidität

Wie zu Anfang erwähnt, ist dieser Moderator auf dem 5%-Niveau nicht signifikant.

- Interaktionen

Wie zu Anfang erwähnt, sind keine Interaktionen zwischen den soziodemographischen Variablen und der Pegelklasse auf dem 5%-Niveau signifikant.

Kombinationswirkung Fluglärm $\times$ Schienenlärm $\times$ Straßenlärm

Abschließend sei noch auf die Auswertung der Kombination der drei Verkehrslärmquellen verwiesen. Hier zeigte sich ein signifikanter Effekt der Kombinationswirkung ($F(7,1935)=30.5$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.10$). Die Mittelwerte sind in Abbildung 11-29 dargestellt. Posthoc durchgeführte Unterschiedstestungen zeigen auf dem 5%-Niveau eine Differenzierung der Gebiete mit Fluglärm gegenüber denen ohne Fluglärm, unabhängig von dem Vorhandensein der anderen Lärmquellen. Dieses Ergebnis untermauert den großen Beitrag des Fluglärms zur Ausprägung der Unzufriedenheit. Aus Abbildung 11-29 wird auch deutlich, dass hier bei der Bewertung des Fluglärms in Kombinationen mit den beiden anderen Lärmquellen weniger Unzufriedenheit angegeben wird, als wenn die Personen in Gebieten leben, in denen der Fluglärm dominiert.

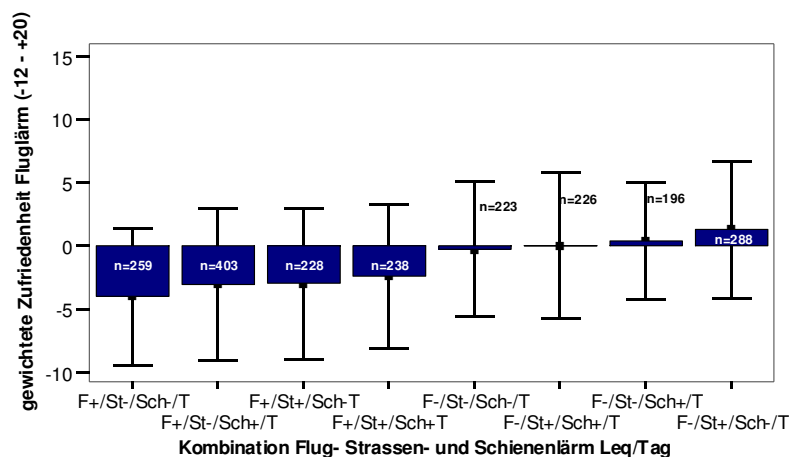


Abbildung 11-29: „Zufriedenheit“ mit dem Fluglärm: 3-fache Kombinationswirkung der Verkehrslärmquellen (dabei bedeutet F-: $< 53.9 \text{ dB(A)}$; F+: $\geq 53.9 \text{ dB(A)}$, St-: $< 50 \text{ dB(A)}$, St+: $\geq 50 \text{ dB(A)}$, Sch- $\leq 42 \text{ dB(A)}$, Sch+: $> 42 \text{ dB(A)}$)

11.3.6 Zusammenfassung der Ergebnisse zur Lebenszufriedenheit

Insgesamt berichtet die Stichprobe der RDFBreitenerhebung eine Lebenszufriedenheit, wie sie auch in der Normstichprobe von den Autoren gefunden wurde.

Betrachtet man die einzelnen Lebenszufriedenheitsdimensionen, so fällt auf, dass bezüglich der Dimensionen „Familienleben“, „Partnerschaft/Sexualität“, „Freunde und Bekannte“ die höchsten Zufriedenheitswerte in den höchsten Pegelklassen (jeweils für die 100/100Regel und die Realverteilung) angegeben wurden. Die Ergebnisse zur Zufriedenheit mit der Gesundheit hingegen zeigen ein ähnliches Muster wie bei den anderen beiden medizinpsychologischen Verfahren: Die Personen der mittleren Pegelklassen berichten die schlechteste Zufriedenheit mit der Gesundheit im Gegensatz zu den unteren und mittleren Pegelklassen.

Die Wohnzufriedenheit aber hing signifikant vom Schallpegel ab: Je höher der Schallpegel, desto geringer war die gewichtete Wohnzufriedenheit.

Zwei neue Items, „Zufriedenheit mit den Umweltbedingungen“ und „Fluglärm“ zeigten schlechtere Werte an: die „Zufriedenheit mit dem Fluglärm“ erreichte als einzige Dimension einen negativen Wert.

Die Analyse des Gesamtwertes der gewichteten „Allgemeinen Lebenszufriedenheit“ über die fünf Fluglärmpegelklassen ($L_{Aeq3, 06-22}$) zeigt, dass, wie schon bei der Ergebnisdarstellung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität berichtet, zu den mittleren Pegelklassen eine Verschlechterung (hier: der gewichteten Lebenszufriedenheit) eintritt, die aber zu höheren Pegelklassen hin nicht mehr festzustellen ist.

Personen über 60 Jahre berichten bei höheren Fluglärmpegelklassen (ab 55 dB(A)) über eine geringere Lebenszufriedenheit im Vergleich zu den anderen beiden Altersgruppen. Angehörige der Oberschicht weisen eine höhere Lebenszufriedenheit auf, die aber von den Pegelklassen nicht abhängig ist. Auch konnten keine wesentlichen Kombinationswirkungen mit anderen Lärmquellen ermittelt werden.

Bei der gewichteten „Zufriedenheit“ mit Fluglärm hingegen sind klare Dosis-Wirkungsmuster zu erkennen. Wie die Ergebnisse der Feinauflösung über die neun 2,5 dB(A) Pegelgruppen ($LA_{eq3, 06-22}$) zeigen, sind die Befragten ab einem Pegel von 50 – 52,5 dB(A) mit der Fluglärmsituation unzufrieden. Ab dieser Pegelklasse sind negative Werte zu erkennen, die Unzufriedenheit anzeigen. Bis zu den höchsten Pegelklassen wurde ein Unzufriedenheitswert von $M=-3$ ermittelt. Diese Ergebnisse zeigen den Unterschied zwischen den Skalen auf, die Fluglärm thematisieren, und solchen, bei denen der Fluglärm direkt nicht angesprochen wird: Die schwer zu interpretierenden Effekte (Senke oder Gipfel) bei den Befindlichkeitsstörungen zu den mittleren Pegelklassen (50 dB(A) - 55 dB(A)) treten bei direkten Fragen zum Fluglärm nicht mehr auf. Vielmehr finden sich klarere Wirkungsbeziehungen zum Fluglärmpegel und durchgängig mittlere bis hohe Effektstärken.

Bei diesen Beziehungen konnten aber keine Überlagerungen durch Interaktionseffekte durch die Faktoren Alter, Geschlechts- oder Schichtzugehörigkeit, Morbidität, Fensterstellung und Lärmempfindlichkeit nachgewiesen werden. Die Haupteffekte waren dagegen nach dem erwarteten Muster signifikant. Hierbei ist erwähnenswert, dass die Personen, die von einer Verschlechterung ihrer Situation durch den Flughafenausbau ausgehen, durchgängig über alle Pegelklassen (< 45 dB(A) bis ≥ 60 dB(A)) negative Zufriedenheitswerte bezüglich des Fluglärms aufweisen, während bei den Personen, die eine Verbesserung oder ein Gleichbleiben ihrer Situation erwarten, erst dann negative Zufriedenheitswerte zu sehen sind, wenn sie in Gebieten mit der höchsten Schallpegelklasse (≥ 60 dB(A)) leben.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse zu den kombinierten Lärmwirkungen fällt auf, dass bei den Quellen, in denen der Fluglärm den höheren Wert im Mediansplit aufweist, negative Zufriedenheitswerte nachzuweisen sind. Fluglärm wird mit besonders unzufriedenen Werten bedacht, wenn er als dominierende Quelle auftritt.

11.4 Subjektive Schlafqualität: Der Pittsburgher Schlaf-Qualitäts-Index

11.4.1 Einleitung

Der PSQI ist ein international bekannter Fragebogen zur Erfassung der Schlafqualität (Buysse et al., 1989). Er erfragt retrospektiv für einen Zeitraum von vier Wochen die Häufigkeit schlafstörender Ereignisse, die Einschätzung der Schlafqualität, die gewöhnlichen Schlafzeiten, Einschlaf latenz und Schlafdauer, die Einnahme von Schlafmedikationen sowie die Tagesmüdigkeit. Der PSQI erlaubt dem Diagnostiker anhand der einzelnen Fragen eine schnelle Übersicht über Art und Ausmaß der Störungsproblematik im Vorfeld der Anamnese. Es handelt sich hierbei um einen Fragebogen, der üblicherweise für klinische Schlafstudien eingesetzt wird. Er ist nicht speziell für den Gegenstandsbereich der Lärmwirkungsforschung entwickelt worden.

Nach der Leistungsbeschreibung zum Gutachten „Belästigung durch Fluglärm“ soll das Messinstrument Fragen zur Störung bei Schlafaktivitäten beinhalten. Die Schlafqualität ist eine wesentliche abhängige Variable der Studie am Frankfurter Flughafen.

11.4.2 Psychometrie und Operationalisierung

Der PSQI umfasst 19 Fragen zur Selbstbeurteilung sowie 5 Fragen zur Fremdbeurteilung. Die verbleibenden 18 Fragen werden zu den folgenden 7 Komponenten zusammengefasst: K1: „Subjektive Schlafqualität“ (1 Item), K2: „Schlaf latenz“ (2 Items, Einschlafdauer und -schwierigkeiten), K3: „Schlafdauer“ (1 Item), K4: „Schlafeffizienz“ (wird aus 3 Items errechnet, dabei Aufstehzeit, Zubettgehzeit und Anzahl der im Bett verbrachten Stunden), K5: „Schlafstörungen“ (9 Items, dabei Summe verschiedener Qualitäten der Schlafstörungen), K6: „Schlafmittelkonsum“ (1 Item), K7: „Tagesmüdigkeit“ (2 Items).

Die Summenwerte der Skalen werden kodiert: Die vierfach gestuften Antwortalternativen werden von 0=gar nicht/sehr gut [0= also symptomfrei] bis 3=dreimal oder häufiger/sehr schlecht für die maximale Symptomausprägung kodiert.

Insgesamt 18 Items werden zur quantitativen Auswertung herangezogen und 7 Komponenten zugeordnet (Tabelle 11-11), die jeweils einen Wertebereich von 0 bis 3 annehmen können. Der Gesamtscore ergibt sich aus der Summation der Komponentenscores und kann von 0 bis 21 variieren, wobei eine höhere Ausprägung eine verringerte Schlafqualität (höhere Symptomausprägung) bedeutet. Es besteht ein empirisch bestimmter Cutt-Off-Wert, der mit 5 angegeben wird, der eine Einteilung in „gute“ und „schlechte“ Schläfer erlaubt.

Tabelle 11-11: Skalenstruktur des PSQI

Komponente	Anzahl der Items	Scorebereich
K1: Subjektive Schlafqualität	1	0-3
K2: Schlaf latenz	2	0-3
K3: Schlafdauer	1	0-3
K4: Schlafeffizienz	3	0-3
K5: Schlafstörungen	9	0-3
K6: Schlafmittelkonsum	1	0-3
K7: Tagesmüdigkeit	2	0-3
Gesamtwert PSQI	19	0-21

11.4.3 Referenzstichproben

Es liegt derzeit keine deutsche repräsentative Normstichprobe vor, aber für den deutschen Sprachraum gibt es eine repräsentative Untersuchung mit $n=1.049$ Teilnehmern von Zeitlhofer et al. (2000). Hier ergab sich ein Anteil von 32.1% der Teilnehmer, die einen PSQI-Gesamtscore > 5 hatten. Die Berechnung des Cut-Off Wertes wurde in der Machbarkeitsstudie verworfen; sie wird hier aber kurz dargestellt.

In Abbildung 11-30 werden die Mittelwerte der sieben Skalen sowie der Gesamtwert des PSQI der Studie von Zeitlhofer et al. (2000) sowie der RDF-Stichprobe dargestellt.

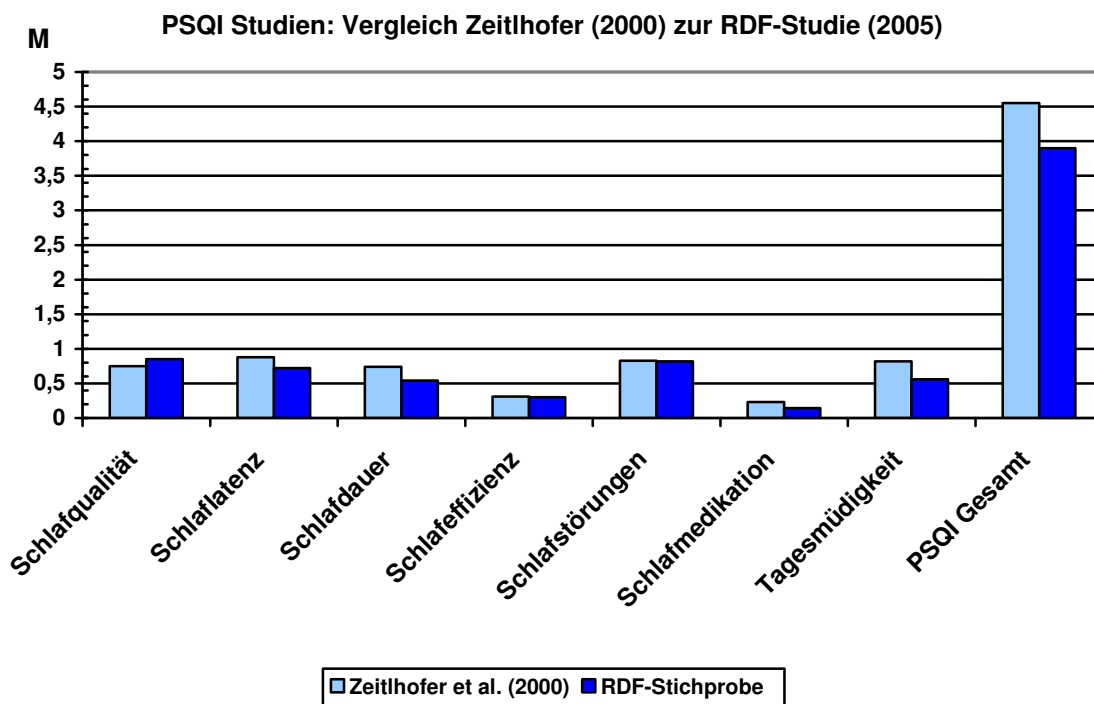


Abbildung 11-30: Mittelwerte der Skalen und des Gesamtwertes des PSQI. Vergleich Zeitlhofer und RDF-Stichprobe (höhere Werte bedeuten eine schlechtere Schlafqualität)

In der Studie von Zeitlhofer et al. (2000) wird von 32% der Teilnehmer berichtet, die als schlafgestört gelten (PSQI Gesamtscore > 5). Bei der vorliegenden Studie bezüglich der RDF-Stichprobe würden demnach 23% als schlafgestört angesehen werden. Auch insgesamt berichten die Befragten der RDF-Studie über weniger Einbußen hinsichtlich der Schlafskalen; die Schlafqualität wird aber geringfügig als schlechter bewertet.

11.4.4 Auswertungskonzept Subjektive Schlafqualität

GLM Subjektive Schlafqualität Typ 1 und Typ 2

Die Analysen zur Schlafqualität unterscheiden sich von den anderen Verfahren zur subjektiven Gesundheit im Wesentlichen dadurch, dass die Fluglärmpegel der 100/100-Regel der Nachtzeit ($LA_{eq3, 22-06}$) als unabhängige Variable einbezogen wurden. Die entsprechenden Schlafqualitätsscores werden als abhängige Variable berechnet, auch wenn die psychometrische Qualität der Skalen (Bodeneffekte) nicht befriedigend ist. Aufgrund der Vergleichbarkeit wird dieser Nachteil in Kauf genommen.

Wie schon bei den Gesundheitsskalen, bei denen der Tagespegel berücksichtigt wurde, wird die Verteilung des Faktors „Morbidität“ kurz dargestellt. Wie Abbildung 11-31 zu entnehmen ist, ist in der Pegelgruppe von 40 - 45 dB(A) und 50 - 55 dB(A) eine höhere Morbidität (46% und 45%) zu beobachten, während in der Pegelklasse 40-45 dB(A) eine geringere Morbidität zu beobachten ist (35%) ($\chi^2=18.3$; $df=4$, 2312 $p=0,00$). Dies ist bei der Interpretation der Daten zu beachten.

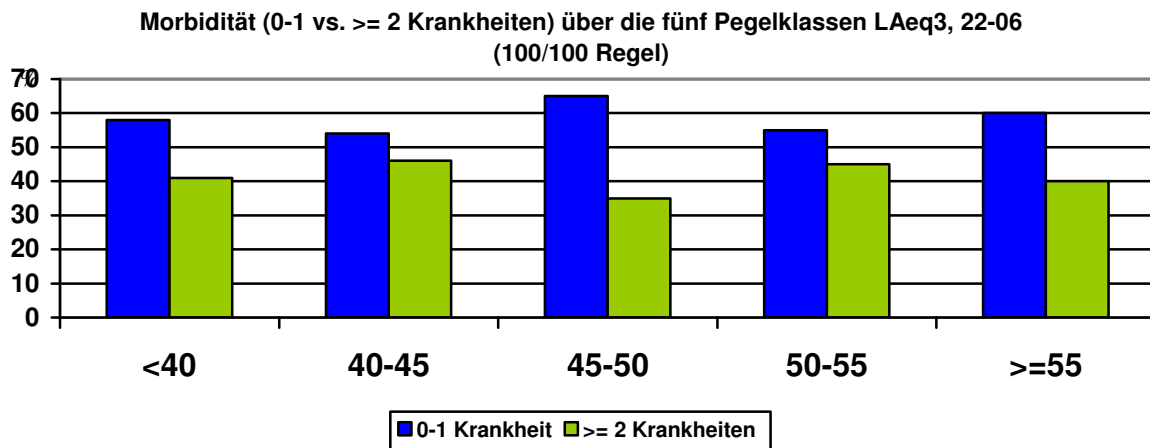


Abbildung 11-31: Morbidität (0-1 vs. ≥ 2 Krankheiten) über die fünf Pegelklassen $LA_{eq3, 22-06}$ (100/100 Regel)

Bezüglich der Realverteilung sind keine statistischen Unterschiede zwischen den Pegelklassen bezüglich des Faktors Morbidität aufgetreten ($\chi^2=18.3$; $df=4$, 2312 $p=0,20$); vgl. auch Abbildung 11-32).

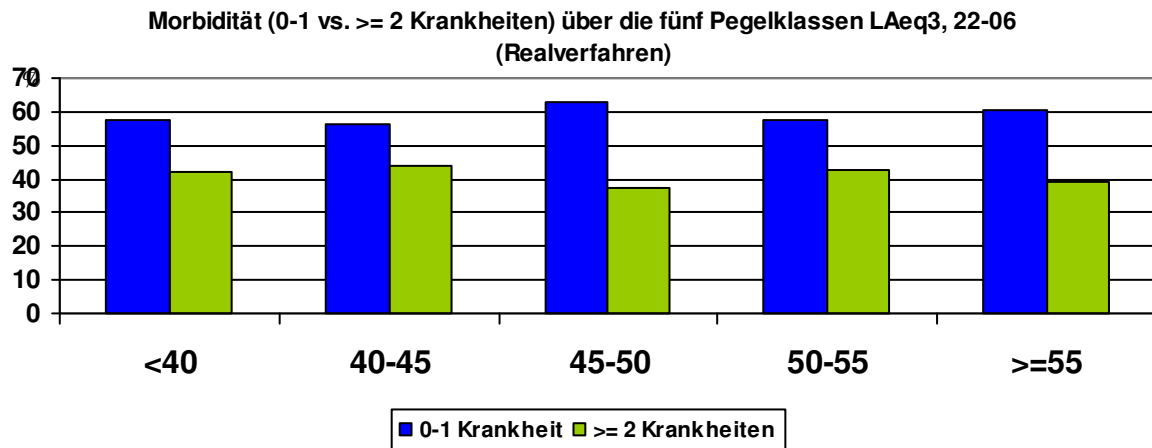


Abbildung 11-32: Morbidität (0-1 vs. ≥ 2 Krankheiten) über die fünf Pegelklassen LAeq3, 22-06 (Realverteilung)

GLM Subjektive Schlafqualität Typ 3: Kombinationslärm

Hier werden Varianzanalysen bezüglich zusätzlicher Verkehrslärmquellen der Straße und der Schiene berechnet. Dafür wurden die nachtbezogenen Pegel $L_{eq22-06}$ der Straße und Schiene in Terzile aufgeteilt: „niedrig“, „mittel“, „hoch“. Es werden Varianzanalysen bezüglich Fluglärmpegelterzile der 100/100Regel $LA_{eq3, 22-06}$ sowie der Terzile der beiden anderen hier interessierenden Quellen in zwei separaten Varianzanalysen berechnet (Terzile „Fluglärm“: < 44 , ≥ 44 und ≤ 51 , > 51 dB(A); „Straße“: < 41 , ≥ 41 und < 46 dB(A), > 46 dB(A); „Schiene“: < 38 , ≥ 38 und < 43 , ≥ 43 dB(A)). Bei Kontrolle der soziodemographischen Variablen wird nur die interaktive Wirkung bezüglich der jeweils abhängigen Variablen geprüft. Weiterhin wird in einer abschließenden Varianzanalyse der Gesamtlärm der Pegelmediane „Fluglärm“ (100/100 Regel, $LA_{eq3, 22-06}$), „Straße“ und „Schiene“ mit acht resultierenden Gruppen berechnet (Mediane „Fluglärm“: 47 dB(A), „Straße“: 44 dB(A) und „Schiene“: 41 dB(A)).

11.4.5 Bettgeh- und Aufstehzeiten im Rhein-Main-Gebiet

Bezüglich des PSQI wurden für die unterschiedlichen Skalenbildungen auch die „Bettgehzeiten“ und „Aufstehzeiten“ erhoben, die in den nachfolgenden Grafiken Abbildung 11-33 illustriert werden.

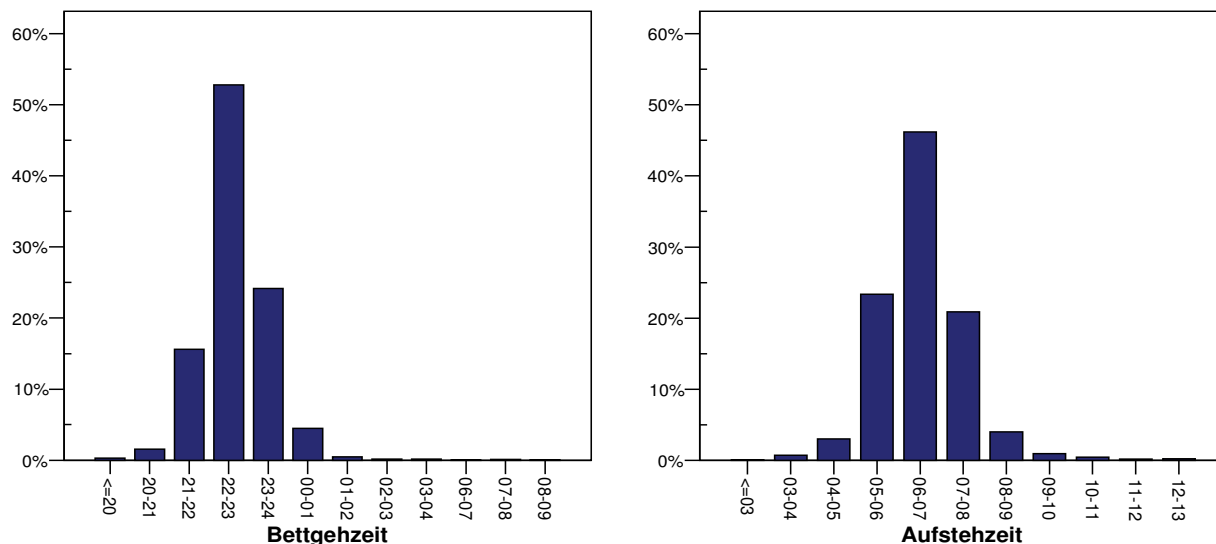


Abbildung 11-33: Bettgehzeiten und Aufstehzeiten der RDF-Stichprobe über alle Pegelklassen

Die Befragten gehen am häufigsten in der Zeit von 22:00 Uhr bis einschließlich 23:00 Uhr ins Bett und stehen in der Zeit von 06:00 bis einschließlich um 07:00 auf. Kreuztabellarische Auswertungen zeigten, dass Personen bei dem höchsten $L_{eq3, 22-06}$ der Pegelklasse ≥ 55 dB(A) zu 6% eine Stundenkategorie eher zu Bett gehen als die Befragten aus den andern Pegelklassen. Über alle Pegelgruppen hinweg berichteten ca. 46% der Befragten, dass sie in der Zeit von 06:00 bis 07:00 Uhr aufstehen.

Die effektive Schlafzeit betrug nach Selbstbericht über alle Pegelklassen hinweg $M=7.1$ Stunden ($SD=1.0$; Median: 7.0), wobei keine systematischen Unterschiede innerhalb der Pegelklassen zu beobachten waren (vgl. auch Darstellung Schlafdauer, s.u.).

11.4.6 Ergebnisse: Mittelwerte über alle Skalen des PSQI

Es werden in einem ersten Schritt zunächst die Mittelwerte und Standardabweichungen gemäß der Pegelklassen des $LA_{eq3, 22-06}$ für beide Berechnungsverfahren vorgestellt (Tabelle 11-12 und Tabelle 11-13). Zu beachten ist dabei, dass höhere Werte eine schlechtere Schlafqualität bedeuten.

Wie aus den Tabellen hervorgeht, sind die Effekte schon auf der Ebene der deskriptiven Statistik als eher gering anzusehen. Ebenfalls wird klar, dass relativ große Standardabweichungen der Mittelwerte zu beobachten sind. Dies deutete sich schon bei den Publikationen von Zeitlhofer (2000) an.

Tabelle 11-12: Statistische Kennwerte des PSQI Gesamtscores und der sieben Skalen (100/100 Regel)

Leq3, 22-06h 100/100 Regel		PSQI Gesamtscore 0-21	PSQI K1: Subjektive Schlafqualität 0-3	PSQI K2: Schlaf latenz 0-3	PSQI K3: Schlafdauer 0-3	PSQI K4: Schlafeffizienz 0-3	PSQI K5: Schlaf- störungen 0-3	PSQI K6: Schlafmittel- konsum 0-3	PSQI K7: Tages- schläfrigkeit 0-3
1,00 < 40	Mittelwert	3,6797	,7928	,6340	,5502	,2389	,8395	,1155	,5339
	N	231	251	235	249	247	243	251	251
	Std	3,03766	,73001	,78044	,93676	,68937	,48422	,44564	,74421
2,00 40 - 45	Mittelwert	3,7687	,7764	,6619	,5023	,2882	,8242	,1440	,5902
	N	614	653	627	647	642	637	653	654
	Std	2,95512	,69104	,81550	,89870	,68148	,46633	,48674	,74679
3,00 45 - 50	Mittelwert	3,7302	,8167	,6674	,5876	,2863	,7729	,1454	,5378
	N	467	502	475	502	496	480	502	502
	Std	3,00286	,72748	,80011	,95992	,65033	,50104	,49019	,74595
4,00 50 - 55	Mittelwert	4,0619	,8603	,7701	,6073	,3037	,8791	,1811	,6050
	N	323	358	335	354	349	339	359	357
	Std	3,04049	,75781	,81399	,95867	,69853	,46804	,52648	,71758
5,00 >= 55	Mittelwert	4,0360	,9799	,8182	,4760	,3389	,8103	,1282	,5294
	N	528	546	539	542	537	543	546	544
	Std	3,11887	,73294	,87104	,90100	,73087	,48873	,43898	,75501
Insgesamt	Mittelwert	3,8599	,8481	,7146	,5362	,2968	,8198	,1432	,5607
	N	2163	2310	2211	2294	2271	2242	2311	2308
	Std	3,02858	,72738	,82465	,92701	,69039	,48226	,47881	,74385

Tabelle 11-13: Statistische Kennwerte des PSQI Gesamtscores und der sieben Skalen (Realverteilung)

Bericht		PSQI Gesamtscore 0-21	PSQI K1: Subjektive Schlafqualität 0-3	PSQI K2: Schlaf latenz 0-3	PSQI K3: Schlafdauer 0-3	PSQI K4: Schlafeffizienz 0-3	PSQI K5: Schlaf- störungen 0-3	PSQI K6: Schlafmittel- konsum 0-3	PSQI K7: Tages- schläfrigkeit 0-3
Leq3, 22-06h Realverteilung									
1,00 < 40	Mittelwert	3,6534	,7822	,6574	,5356	,2320	,8229	,1132	,5171
	N	352	381	359	379	375	367	380	381
	Std	2,91949	,70135	,80996	,92620	,64339	,47185	,43627	,71661
2,00 40 - 45	Mittelwert	3,8656	,8000	,6738	,5409	,3118	,8298	,1498	,6154
	N	692	740	705	734	728	717	741	741
	Std	3,06526	,71557	,81269	,93169	,70975	,46564	,50454	,76174
3,00 45 - 50	Mittelwert	3,7226	,8074	,6720	,5534	,2703	,7905	,1688	,5401
	N	429	462	439	459	455	444	462	461
	Std	3,02713	,72431	,80064	,91738	,64307	,52804	,51196	,74090
4,00 50 - 55	Mittelwert	4,2065	,9541	,8661	,5854	,3548	,8594	,1336	,5287
	N	494	523	508	521	513	512	524	522
	Std	3,11019	,76426	,87130	,97906	,73876	,47207	,46820	,71463
5,00 >= 55	Mittelwert	3,6378	,9657	,6700	,3532	,2750	,7426	,1422	,5714
	N	196	204	200	201	200	202	204	203
	Std	2,83140	,69040	,78369	,76786	,67204	,47113	,40244	,80134
Insgesamt	Mittelwert	3,8599	,8481	,7146	,5362	,2968	,8198	,1432	,5607
	N	2163	2310	2211	2294	2271	2242	2311	2308
	Std	3,02858	,72738	,82465	,92701	,69039	,48226	,47881	,74385

Auswertung gemäß Subjektiver Schlaf Typ 1

Es zeigte sich, dass bis auf die Skalen K1 „Subjektive Schlafqualität“ und K2 „Schlaf latenz“ die anderen Skalen sowie der Gesamtscore keine überzufälligen Verteilungen gemäß der Pegelklassen aufweisen.

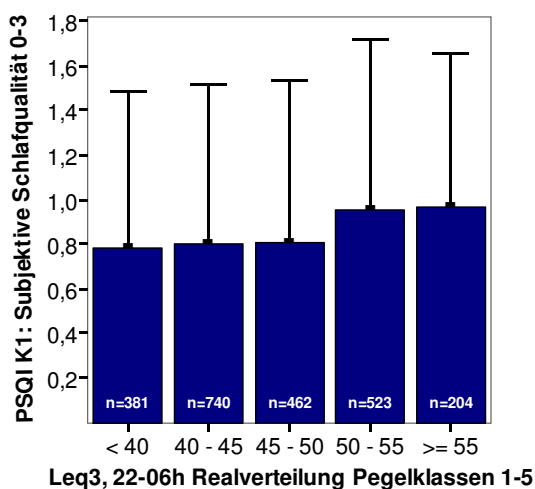
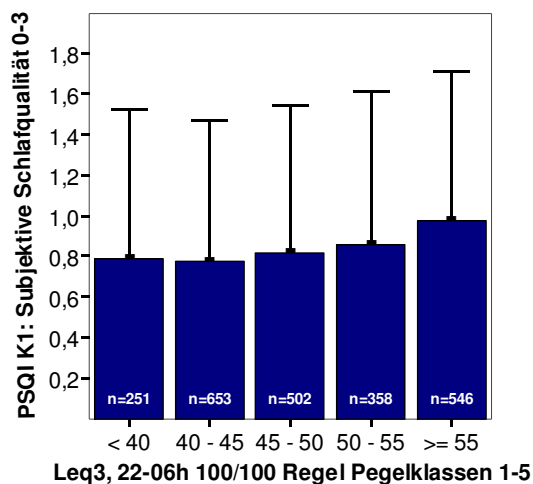
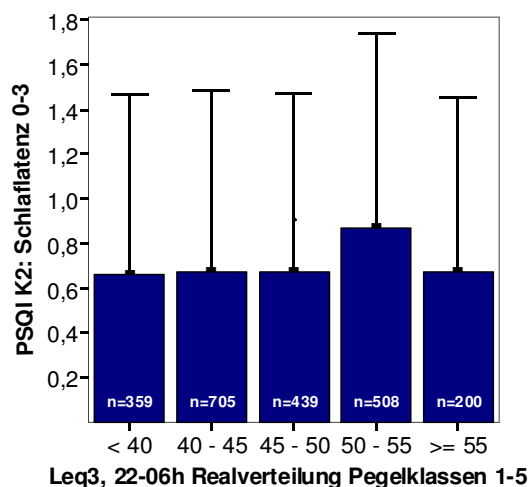
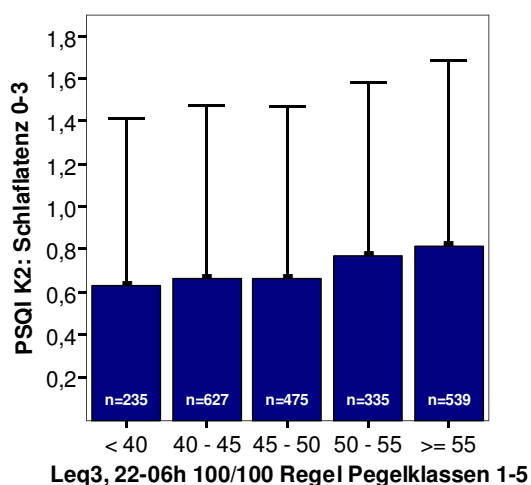
K1: Subjektive Schlafqualität**K2: Schlaflatenz**

Abbildung 11-34a-h: Gesamtwert und die sieben Skalen des PSQI ($L_{eq3, 22-06}$, 100/100 Regel)

Da der Gesamtscore des PSQI eine wichtige Prüfgröße darstellt, werden einige Detaillergebnisse hierzu präsentiert, gefolgt von den signifikanten Skalen K1. Auf die Skalen K3 bis K7 wird, abgesehen von statistischen Kennwerten und Signifikanzprüfungen, nicht weiter eingegangen (vgl. Tabelle 11-14). Die Ergebnisse zu K2 „Schlaflatenz“ werden nicht näher besprochen.

Tabelle 11-14: Ergebnis der Signifikanzprüfungen des Gesamtscores des PSQI und der sieben Skalen nach Analyseschema Subjektiver Schlaf Typ 1 nach 100/ 100 Regel

Komponente	F, df und p-Werte	Effektstärke (η_p^2)
K1: Subjektive Schlafqualität	F(4,2158)=4.0, p=0.00	0.007
K2: Schlaflatenz	F(4,2036)=2.9, p=0.02	0.006
K3: Schlafdauer	F(4,2144)< 1, p=0.53	0.001
K4: Schlaffeffizienz	F(4,2122)< 1, p=0.67	0.001
K5: Schlafstörungen	F(4,2095)< 1, p=0.48	0.002
K6: Schlafmittelkonsum	F(4,2160)< 1, p=0.44	0.002
K7: Tagesmüdigkeit	F(4,2156)< 1, p=0.61	0.001
Gesamtwert PSQI	F(4,2022)< 1, p=0.91	0.000

Bei der Skala Schlafstörungen, die sich aus insgesamt neun Qualitäten zusammensetzt, gibt es keine vorgegebene Lärmkategorie. Es gibt die Möglichkeit einer offenen Abfrage für die Gründe der Störungen. Insgesamt n=176, also weniger als 1% der Gesamtstichprobe, nannten weitere als die vorgegebenen Gründe. Von diesen Personen nannten 25% der Befragten Fluglärm als Grund der Schlafstörungen. Demgegenüber stehen 21%, die andere Lärmquellen als Grund der Schlafstörungen angaben. Bei den 25%, die Fluglärm als Störung angaben, kamen 50% aus den Gebieten 50-55 und ≥ 55 dB(A) $L_{eq3, 06-22}$, 100/100 Regel.

11.4.7 Ergebnisse PSQI Gesamtscore

Haupteffekte gemäß Subjektiver Schlaf Typ 1 und 2

Wie berichtet, können gemäß des PSQI Gesamtscores keine Wirkungen des nächtlichen Fluglärms ermittelt werden. Es wurde insgesamt über alle Pegelklassen hinweg ein Mittelwert von $M=3.9$ ($SD=3.0$) erzielt. Diese liegt mit einer Differenz von 0.6 unter dem von Zeitlhofer (2000) berichteten PSQI Gesamtwert. Bei der Auswertung des Gesamtscores waren dennoch einige neue Haupteffekte aufschlussreich, die kurz dargestellt werden.

Die Abbildung 11-35a-d zeigt die signifikanten Haupteffekte Alter, Geschlechtszugehörigkeit sowie die Moderatoren „Erwartung Flughafenausbaue“ und „Morbidität“.

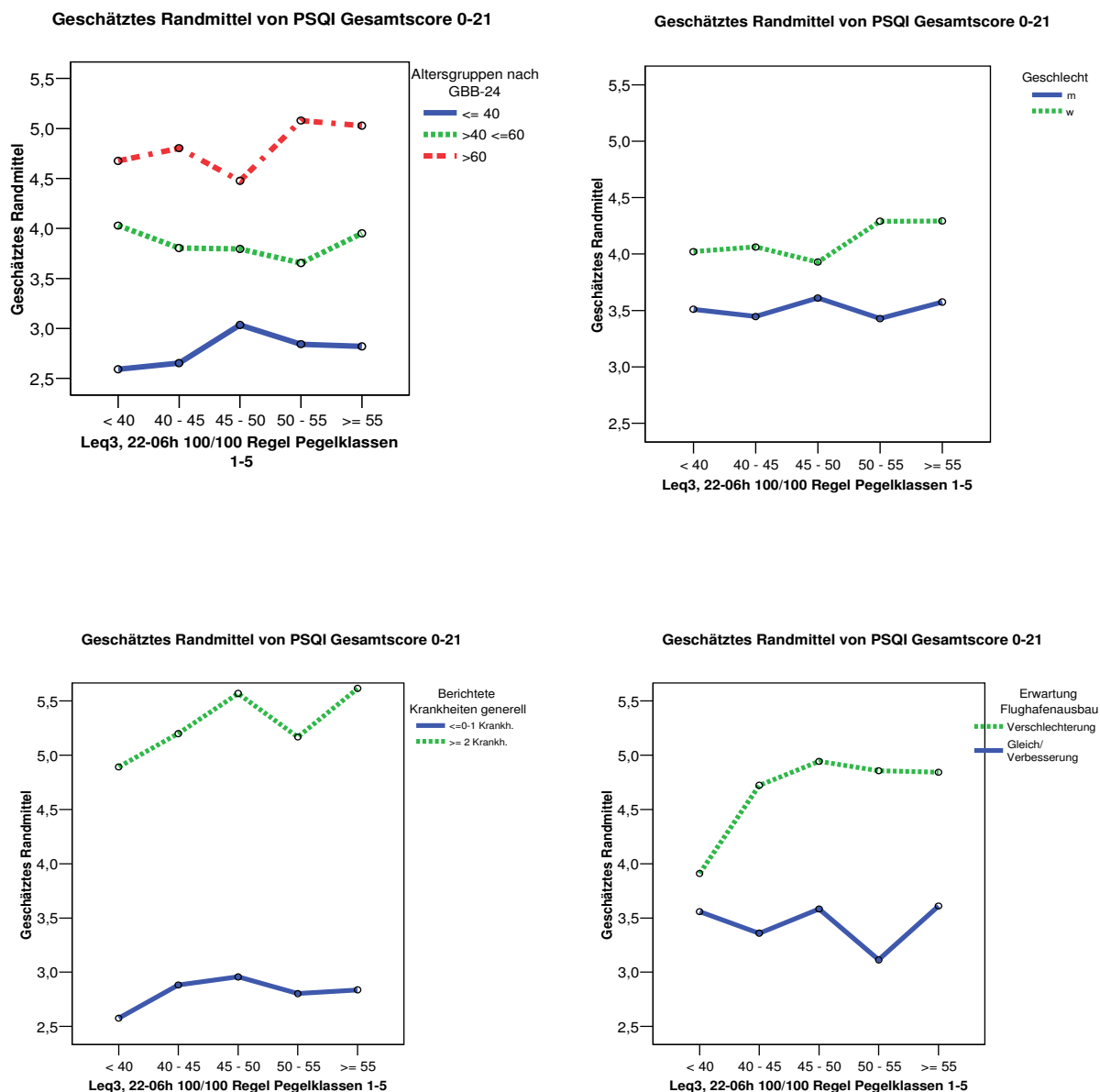


Abbildung 11-35a-d: Randmittel PSQI Gesamtwert der Prüfungen auf Alter, Geschlecht, Morbidität und Ausbauerwartung x Pegel ($L_{eq3, 22-06, 100/100}$ Regel)

Wie die Abbildung 11-35a-d zeigt, handelt es sich um hochsignifikante Effekte. Die Alters- ($F(2,2022)=65.6$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.062$) und die Geschlechtseffekte ($F(1,2022)=18.2$, $p=0.09$, $\eta_p^2=0.009$) sind bei bisherigen Untersuchungen zum PSQI bekannt. Ältere Personen und Frauen weisen eine schlechtere selbst berichtete Schlafqualität als jüngere Personen und Männer auf. Eine Abhängigkeit vom Schallpegel ist ebenfalls bei dem Faktor „Morbidität“ ($F(1,2022)=295.8$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.140$) nicht deutlich zu erkennen, was durch die nicht signifikanten Interaktionen bei allen dargestellten Haupteffekten dokumentiert wird. Der Haupteffekt der Erwartung an den Flughafenausbau ist statistisch signifikant ($F(2,2022)=66.2$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.036$). Personen, die eine Verschlechterung der Situation durch den Flughafenausbau erwarten, weisen bei steigender nächtlicher Fluglärmbelastung Werte im kriti-

schen Bereich des Gesamtscores PSQI auf ($M=4.8$, $SD=3.2$); die Interaktion ist aber insignifikant. Das diesbezügliche Kausalitätsproblem wurde schon an verschiedenen Stellen dieses Berichtes erwähnt.

Andere Variablen, wie die Schichtzugehörigkeit und die Fensterstellung, zeigten keine signifikanten Haupteffekte.

Auswertungen gemäß Subjektiver Schlaf Typ 3

Die Auswertungen zu kombinierten Wirkungen nächtlicher Lärmquellen durch 2-fache Interaktionen (Schiene oder Straße) sowie 3-facher Interaktion hinsichtlich des PSQI-Gesamtscores erbrachten keine bedeutsamen Ergebnisse.

In der Abbildung 11-36 sind die Mittelwerte zu der Wirkung der drei Quellen dargestellt (jeweils Pegelmediane).

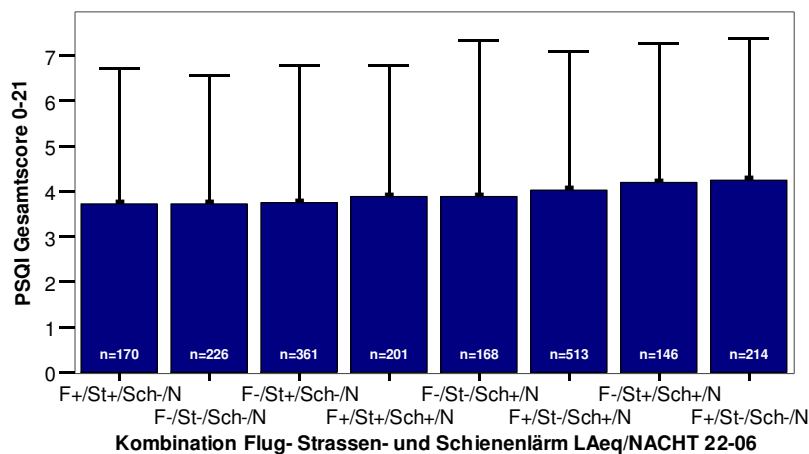


Abbildung 11-36: Kombinierte Lärmwirkung der Quellen Flug-, Straßen- und Schienenlärm (+ bedeutet dabei die starke Ausprägung [Median] und – eine schwache Ausprägung Medianen: „Fluglärm“: 47 dB(A), „Straße“: 44 dB(A) und „Schiene“: 41 dB(A).

Wie der Abbildung 11-36 zu entnehmen ist, ist ein sehr schwacher, nicht signifikanter Trend in Richtung einer dominanten Quelle des Fluglärms zu erkennen; die Kombination Fluglärm und Straße zeigt den geringsten Lärmereffekt.

Binär logistische Regression (Schlafgestörte vs. nicht Schlafgestörte)

Wie oben beschrieben, wird ein Cut-Off von > 5 für das binäre Kriterium Schlafgestörtheit definiert. Zur Berechnung des relativen Risikos wurde die Haupt-Expositionsvariable in Fünferklassen gemäß 100/100 Regel und Realverteilung mit der Kategorie < 40 als Referenzkategorie modelliert, als Confounder wurde das Alter in Jahren (stetig), das Geschlecht (binär), die Sozialschicht (dreiwertig) und das Leben in Partnerschaft (binär) aufgenommen. Bei Tabelle 11-15 und Tabelle 11-16 gibt es einen zweiteiligen Output, der erste Teil gibt als p-Wert (ProbChiSQ) des Tests an, ob alle ORs von 0 ver-

schieden sind (d.h., ob es einen Lärmeffekt gibt), der zweite Teil zeigt die Odd Ratios mit ihren Konfidenzintervallen im Vergleich zur Referenzkategorie "< 40".

Tabelle 11-15: binär logistische Regression der Schlafstörungen, 100/100Regel Confounder-adjustiert

Effect	DF	WaldChiSq	Prob ChiSq
C100L5_2206	4	7.8707	0.0964

Effect	Odds RatioEst	LowerCL	UpperCL
C100L5_2 40-45 vs <40	0.912	0.608	1.369
C100L5_2 45-50 vs <40	1.191	0.784	1.810
C100L5_2 50-55 vs <40	1.267	0.813	1.976
C100L5_2 >55 vs <40	1.350	0.899	2.026

Tabelle 11-16: binär logistische Regression der Schlafstörungen, Realverteilung, Confounder-adjustiert

Effect	DF	WaldChiSq	ChiSq
CRL5_2206	4	9.4120	0.0516

Effect	Odds RatioEst	LowerCL	UpperCL
CRL5_220 40-45 vs <40	1.131	0.804	1.591
CRL5_220 45-50 vs <40	1.174	0.807	1.707
CRL5_220 50-55 vs <40	1.588	1.112	2.269
CRL5_220 >55 vs <40	0.992	0.623	1.580

Wie Tabelle 11-15 und Tabelle 11-16 anzeigen, konnte auch bei einer Dichotomisierung des Gesamtscores Schlafgestörtheit des PSQI kein signifikanter Pegeleffekt nachgewiesen werden.

11.4.8 Ergebnisse zu Skala K1 Subjektive Schlafqualität

Auswertungen gemäß Subjektiver Schlaf Typ 1 und 2

Wie Tabelle 11-14 zeigt, ist die subjektive Schlafqualität zwar vom Effektstärkemaß η_p^2 her vergleichsweise schwach, aber dennoch signifikant: Zu den höheren nächtlichen Fluglärmpegeln wurde die Schlafqualität von den Probanden schlechter eingestuft (< 45 dB(A): M=0.79 bis > 55dB(A): M=0.95). PosthocAnalysen zeigten signifikante Unterschiede der Pegelklasse > 55 dB(A) von den drei Pegelklassen < 40 dB(A), 40-45 dB(A) sowie 45-50 dB(A) an.

Auch bei der subjektiven Schlafqualität waren Haupteffekte der soziodemographischen Variablen zu beobachten: Frauen und ältere Befragte gaben eine schlechtere subjektive Schlafqualität an (vgl. Analysen zum PSQI Gesamtscore); Interaktionen mit dem Schallpegel waren jedoch nicht zu beobachten.

Bei dem Faktor Fensterstellung war ein signifikanter Haupteffekt zu verzeichnen: Wenn die Personen überwiegend bei geöffnetem oder gekipptem Fenster in den warmen Jahreszeiten schlafen, berichten

sie trotz Lärm über eine signifikant *bessere* Schlafqualität, als wenn sie überwiegend bei geschlossenem Fenster schlafen. Dieses signifikante Ergebnis ($F(2,1908)=7.5$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.008$) ist durch Posthoc-Tests ermittelt worden. Abbildung 11-37 sind die Ergebnisse zu entnehmen.

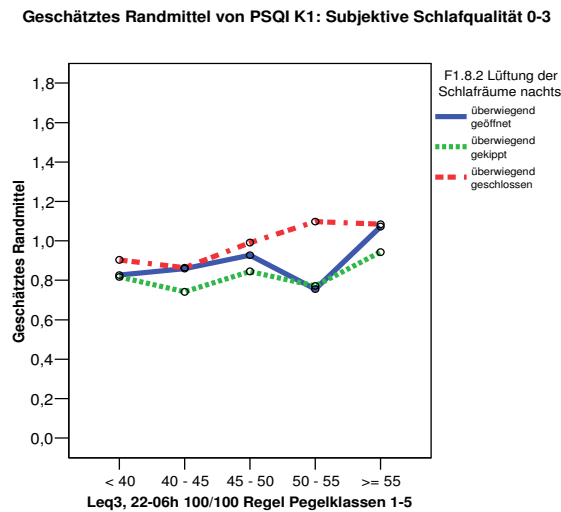


Abbildung 11-37: Subjektive Schlafqualität (Faktor K1) über die 5 Pegelklassen des $LA_{eq3, 22-06}$ in Abhängigkeit der Fensterstellung.

Auswertungen gemäß Subjektiver Schlaf Typ 3

Bei den kombinierten Lärmwirkungen waren eher schwache Effekte zu verzeichnen.

Hinsichtlich der kombinierten Wirkung mit Schienenlärm konnte eine tendenzielle Interaktion ermittelt werden ($F(4,)=2.0$, $p=0.09$, $\eta_p^2=0.004$). Wie Abbildung 11-38 zu entnehmen ist, wird von einer schlechteren Schlafqualität dann berichtet, wenn der Schienenlärm im zweiten (≥ 38 dB(A) bis 43 dB(A)) oder dritten Pegelsterz, in Kombination mit Fluglärm oberhalb von 51 dB(A), auftritt.

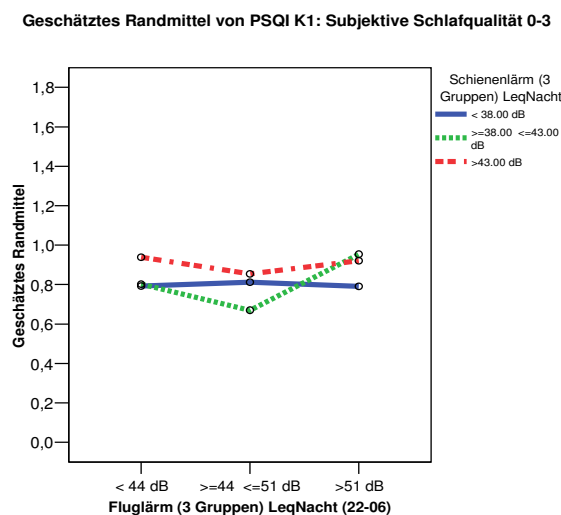


Abbildung 11-38: Subjektive Schlafqualität (Faktor 1) über die Pegelsterze des $LA_{eq3, 22-06}$ in Abhängigkeit des Schienenlärms

Die Analysen zu den kombinierten Wirkungen von Schienen-, Straßen- und Fluglärm offenbarten einen statistisch signifikanten Effekt bezüglich der Schlafqualität. Scheffé-Testungen zeigten an, dass

sich die Gruppe mit einem hohen Schienen- und Fluglärmpegel (jeweils die Pegelmediane) von der Bedingung des dominant vorherrschenden Straßenlärms unterscheiden ($F(7,2002)=2.5$, $p=0.01$, $\eta_p^2=0.009$); vgl. Abbildung 11-39.

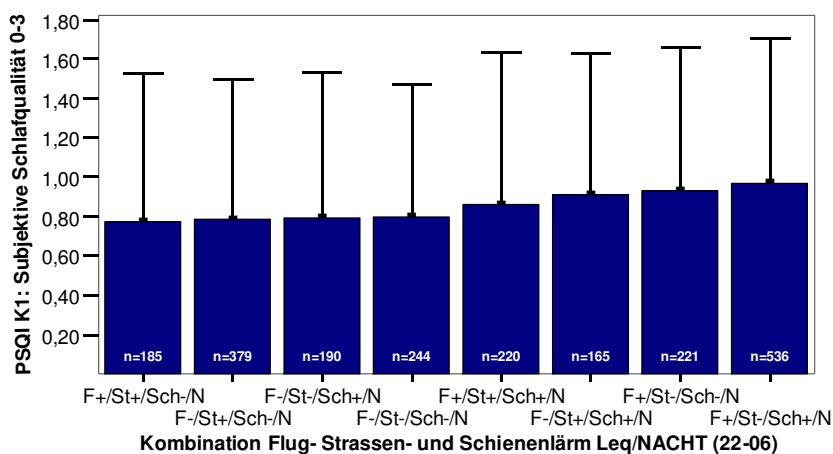


Abbildung 11-39: Subjektive Schlafqualität (Faktor K1) über die Pegelmediane des $LA_{eq3, 22-06}$ in Abhängigkeit des Schienen-, Straßen- und Fluglärms (Mediane „Fluglärm“: 47 dB(A), „Straße“: 44 dB(A) und „Schiene“: 41 dB(A)).

11.4.9 Zusammenfassung der Ergebnisse zur subjektiven Schlafqualität (PSQI)

Die Befragten um den Frankfurter Flughafen im Rhein-Main-Gebiet gehen am häufigsten in der Zeit von 22:00 bis 23:00 zu Bett und stehen in der Zeit von 06:00 bis 07:00 wieder auf. Hinsichtlich der Bettgeh- und Aufstehzeiten zeigen sich keine pegelbezogenen Unterschiede. Die effektive Schlafzeit wurde von den Befragten mit 7.1 Stunden angegeben.

Mittels des Pittsburgher Schlaf-Qualitäts-Indexes (PSQI) wurde die subjektiv empfundene Schlafqualität aus der Sicht der Anwohner des Frankfurter Flughafens mit insgesamt sieben Skalen und einem Gesamtwert erfasst. Es handelt sich hierbei um einen Fragebogen, der üblicherweise für klinische Schlafstudien eingesetzt wird. Es geht dabei um generelle Dimensionen des Schlafes, wie die subjektive Schlafqualität, Einschlafdauer, Schlafdauer, Schlaffeffizienz, Schlafstörungen, Schlafmittelkonsum und Tagesmüdigkeit.

Bei den Skalen „Subjektive Schlafqualität“ und „Schlaf latenz“ konnten signifikante Effekte durch den nächtlichen Fluglärm nachgewiesen werden. Mit steigendem Fluglärmpegel wurde über eine schlechtere Schlaf latenz (Einschlafdauer) und -qualität berichtet. Bei den anderen Skalen „Schlafdauer“, „Schlaffeffizienz“, „Schlafstörungen“, „Tagesschläfrigkeit“ und „Schlafmittelkonsum“ konnten keine signifikanten Effekte durch den nächtlichen Fluglärm nachgewiesen werden.

Die hier berichteten Effekte des Fluglärms auf die subjektiv bewertete Schlafqualität sind aber als eher schwach zu bewerten. Insgesamt wies die untersuchte Stichprobe bessere Werte auf, als dies in entsprechenden Referenzuntersuchungen berichtet wurde. So wurde ein Mittelwert des PSQI Gesamtscores von $M=3.9$ im Gegensatz zu einer repräsentativen österreichischen Vergleichsstichprobe ($M=4.5$) von Zeitlhofer (2000) ermittelt. Auch konnten nur 23% statt 32% als schlafgestört zu klassifizierende Personen ermittelt werden. Pegelabhängigkeiten konnten nicht nachgewiesen werden.

Hinsichtlich des nächtlichen Fluglärms wurden insgesamt für diesen Themenkomplex wesentlich stärkere Effekte erwartet. Das Ausbleiben dieser Effekte kann daran liegen, dass kein Bezug durch die Fragestellung zum Fluglärm hergestellt wurde. Bei der Darstellung zu den Dosis-Wirkungs-Kurven bezüglich der Störung/Belästigung in der Nacht konnten deutlich stärkere Zusammenhänge ermittelt werden. Es konnte gezeigt werden, dass bei einer Abfrage mit lärmspezifischen Fragen pegelabhängige Belästigungswerte gefunden wurden (vgl. Abbildung 9-8)

Dennoch waren einige detaillierte Ergebnisse aufschlussreich.

Bei Betrachtung der Gesamtwerte zeigt sich, dass ältere Befragte und Frauen über eine schlechtere subjektive Schlafqualität berichten. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass multimorbide Personen über einen schlechteren Schlaf berichten als Personen, die nur an einer oder keiner akuten oder chronischen Krankheit leiden. Ferner war noch der Effekt zu beobachten, dass die Personen, die von einer Verschlechterung durch den geplanten Flughafenausbau ausgehen, über eine schlechtere Schlafqualität berichten.

12. Subjektive Wohn- und Umweltqualität

Wie auch in Kapitel 11 werden die Ergebnisse mittels der drei Typen von Varianzanalysen dargestellt. Es wird sich wieder überwiegend auf die 100/ 100 Regel als Berechnungsverfahren bezogen; die Daten zur Realverteilung werden an wesentlichen Stellen kurz mitgeteilt.

12.1 Subjektive Wohnqualität

12.1.1 Einleitung

In den Ergebnissen des Bundesgesundheitssurvey 98 fanden Maschke u. a. (1999) einen Zusammenhang zwischen der Unzufriedenheit mit dem eigenen Wohngebiet und (subjektiv eingeschätztem) starkem Lärm. Ein ähnlicher Zusammenhang wird zwischen ebenfalls dieser Zufriedenheit und der (subjektiv eingeschätzten) Häufigkeit lärmbedingter nächtlicher Störungen gefunden. Auch nach van Poll (2005) berichten Menschen, die einen höheren Grad an Belästigung äußern, eine geringere Wohnzufriedenheit.

In der RDF-Studie werden bezüglich der Wohnqualität Pegeldata der beiden Berechnungsverfahren eingesetzt und varianzanalytisch ausgewertet.

Zunächst werden die Ergebnisse der offenen Abfrage zur Wohnumgebungszufriedenheit, ohne dass das Thema Lärm oder Fluglärm angesprochen wurde, dargestellt. Es folgt anschließend die Darstellung der allgemeinen Wohnumgebungszufriedenheit, gefolgt von den detaillierten Berechnungen mit einer Skala von 14 Items.

12.1.2 Auswertung Themenkomplex „Störende Lebensbedingungen“ (F1.5 –F5.1.1)

In diesem Themenblock wurde unter anderem gefragt, ob in der eigenen Wohnumgebung störende Lebensbedingungen vorhanden sind (ja/nein). Eine Chi-Quadrat-Prüfung auf die Gleichverteilung dieser Antworten über die 5 Pegelklassen ergibt auf dem 5%-Niveau ein signifikantes Ergebnis ($\chi^2(4,2236) = 181.7$, $p = 0.00$). Die Bejahung dieser Frage tritt mit zunehmender Pegelklasse häufiger auf. Diese Tendenz wird in (folgender) Abbildung 12-1 veranschaulicht. Ebenfalls wurde für die 9 Pegelklassen auf dem 5%-Niveau ein signifikantes Ergebnis ermittelt ($\chi^2(8,2236) = 193.4$, $p = 0.00$).

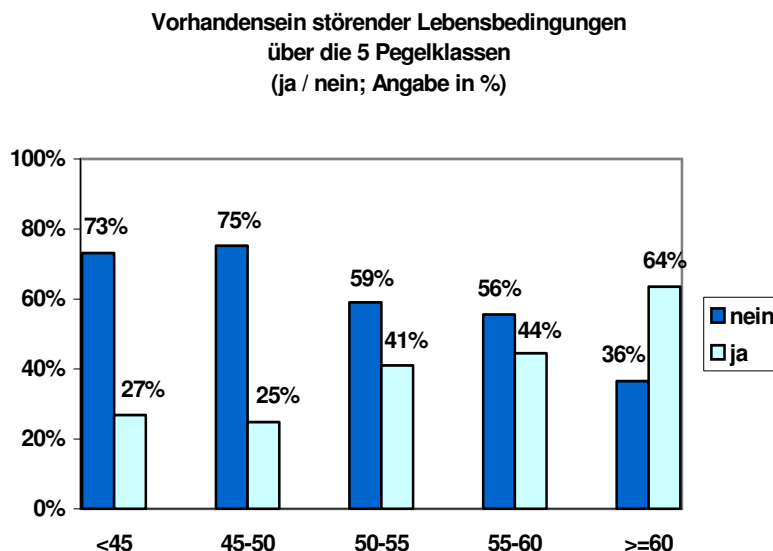


Abbildung 12-1: Störende Lebensbedingungen in der Wohnumgebung: Verteilung der ja/ nein-Antworten über die 5 Pegelklassen ($LA_{eq3, 06-22}$, 100/100 Regel)

Personen, die das Vorhandensein störender Lebensbedingungen in ihrer Wohnumgebung bejahten, wurden gebeten, diese anzugeben. Die folgende Tabelle 12-1 gibt alle genannten Bedingungen inklusive der Häufigkeit ihrer Benennung wieder. Die Angaben sind nach häufigster Benennung geordnet. Es handelt sich um Mehrfachantworten, so dass die Angaben mehr als 100% ergeben.

Tabelle 12-1: Ergebnisse der offenen Abfrage zu störenden Lebensbedingungen in der Wohnumgebung ($n=921$, Mehrfachantworten: 1229); Filter: störende Lebensbedingungen ja

Lebensbedingung	Häufigkeit in %
Flugzeug Lärm	63,0
Flugzeug allgemein	8,9
Straße Lärm	7,8
Straße allgemein	6,0
Sonstiges Lärm allgemein	5,8
Autobahn Lärm	4,1
Nachbarschaft allgemein	2,9
Sonstiges Ausländer	2,6
Bahn allgemein	2,4
Sonstiges Luftverschmutzung allgemein	2,4
Flugzeug Kerosin	1,7
Nachbarschaft Lärm	1,6
Bahn Lärm	1,5
Sonstiges Kläranlage	1,1
Sonstiges Schule, Spielplatz	0,9
Industrie & Gewerbe allgemein	0,8
Straße Abgase	0,7
Industrie & Gewerbe Lärm	0,4
Baustelle allgemein	0,4
Flugzeug Luftverschmutzung	0,3
Autobahn allgemein	0,2
Industrie & Gewerbe Luftverschmutzung	0,2
Sport u. Freizeit allgemein	0,2
Baustelle Lärm	0,2
Sonstiges, Kriminalität	0,2
Sonstiges, nicht kategorisierbar	14,1

Wie Tabelle 12-1 zeigt, sind die am häufigsten genannten Bedingungen Flugzeuglärm, Flugzeuge (allgemein), Straße (allgemein), Straßenlärm sowie sonstiger Lärm. Exemplarisch zeigen die (folgenden) Abbildung 12-2 und Abbildung 12-3 die Verteilung dieser Benennungen über die fünf Pegelklassen. Als Vergleich wird die Benennung „Bahnlärm“ dazu genommen, obwohl dieser Aspekt selten genannt wurde. Hier handelt es sich wieder um Mehrfachantworten, deren Summe mehr als 100% ergeben kann.

Häufigkeit der Benennung folgender Aspekte als störende Lebensbedingungen in %*

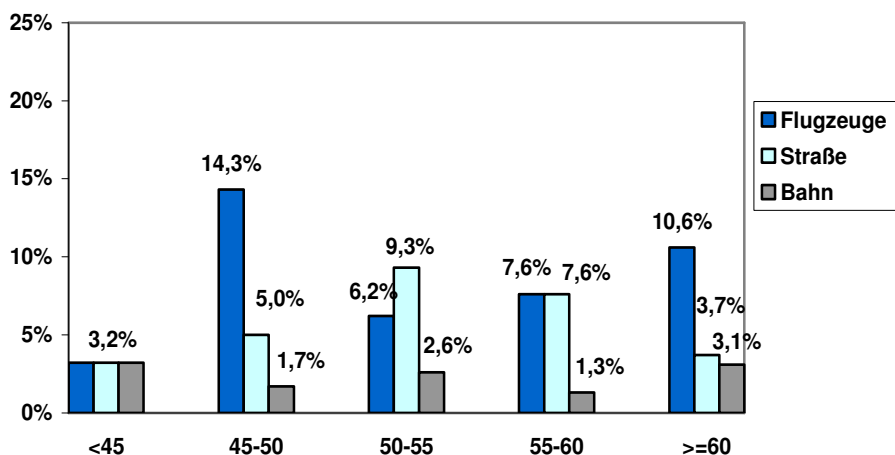


Abbildung 12-2: Störende Lebensbedingungen: Häufige Benennungen über 5 Pegelklassen ($LA_{eq3, 06-22}$, 100/100 Regel), *Mehrfachantworten in %, Filter: Codierung störende Lebensbedingungen ja (Verkehrsmittel)

Häufigkeit der Benennung folgender Aspekte als störende Lebensbedingungen in %*

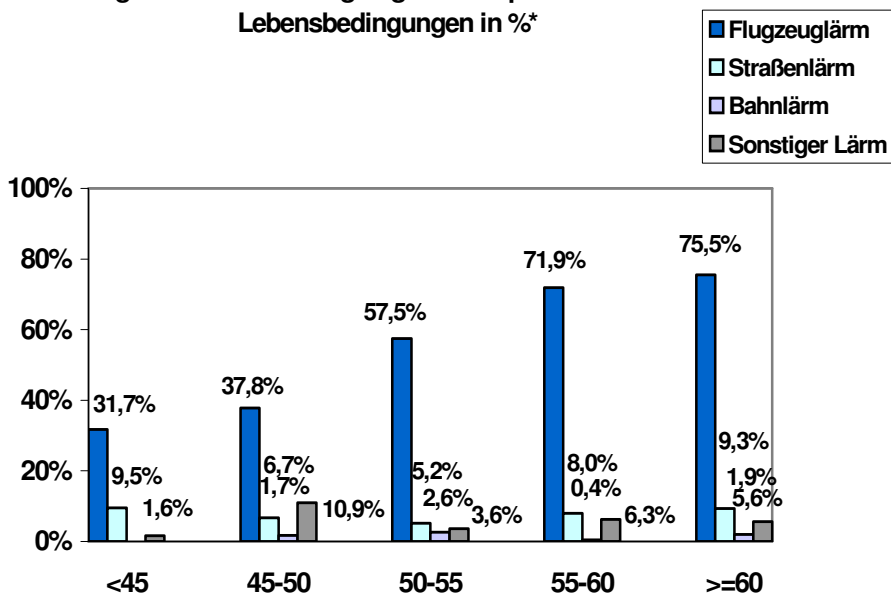


Abbildung 12-3: Störende Lebensbedingungen: Häufige Benennungen über fünf Pegelklassen ($LA_{eq3, 06-22}$, 100/100 Regel), *Mehrfachantworten in %, Filter: störende Lebensbedingungen ja (Lärmqualitäten)

12.1.3 Auswertung allgemeiner Fragen zur Zufriedenheit mit der Wohnung/ Wohngegend (F.1.13)

Vor der differenzierten Skala zur Wohnumgebungszufriedenheit wurde vorab allgemein über zwei Fragen erfasst, wie zufrieden die Befragten jeweils mit ihrer Wohnung bzw. ihrem Haus und ihrer Wohngegend sind. Das Urteil wurde mit einer 5-stufigen Skala erfasst (1 „nicht“ bis 5 „sehr“ zufrieden). Um vor der detaillierten Analyse (s.u.) einen generellen Überblick über die Angaben zu erhalten, wird mit einer einfaktoriellen Varianzanalyse ein Vergleich der Mittelwerte über die fünf Pegelklassen berechnet.

Ergebnisse Zufriedenheit mit der Wohnung/ Haus

Die Prüfung dieser Frage ergibt auf dem 5%-Niveau ein signifikantes Ergebnis: $F(4,2309)=9.7$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.017$. Wie Abbildung 12-4a zu entnehmen ist, sinkt die Zufriedenheit mit der Wohnung bzw. dem Haus leicht mit zunehmender Pegelklasse. Posthoc Scheffé-Testungen auf dem 5%-Niveau ergeben eine signifikante Differenzierung zwischen der Pegelklasse ≥ 60 dB(A) und allen anderen Klassen. Außerdem lassen sich mit dieser Prüfung die Klassen 45-50 dB(A) und 55-60 dB(A) unterscheiden.

Ergebnisse Zufriedenheit mit der Wohngegend

Die Prüfung dieser Frage ergibt auf dem 5%-Niveau ein signifikantes Ergebnis: $F(4,2309)=30.0$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.043$. Wie Abbildung 12-4a zu entnehmen ist, sinkt die Zufriedenheit mit der Wohngegend leicht mit zunehmender Pegelklasse. Posthoc Scheffé-Testungen auf dem 5%-Niveau ergeben signifikante Differenzierungen zwischen einerseits den Pegelklassen bis 50 dB(A) und andererseits denen ab 55 dB(A), 2) den 2 Pegelklassen zwischen 50-60 dB(A) und ≥ 60 dB(A).

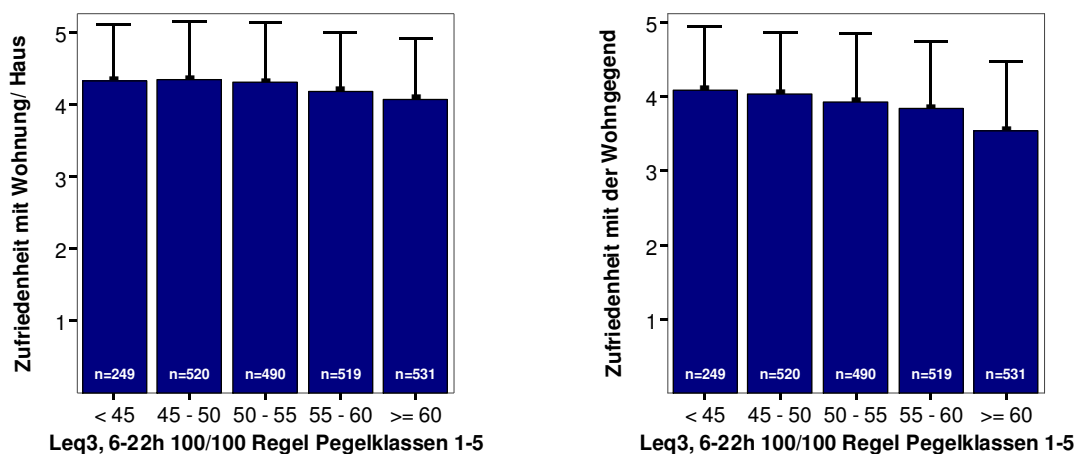


Abbildung 12-4a+b: Zufriedenheit mit Wohnung / Haus und über die Wohngegend über 5 Pegelklassen ($LA_{eq3, 06-22, 100/100}$ Regel)

Schrittweise Regressionsanalyse Zufriedenheit mit der Wohngegend

Mittels einer schrittweisen Regressionsanalyse wurde zudem eruiert, welche der 14 Items der Skala zur Wohnumgebungszufriedenheit (s.u.) als signifikante Prädiktoren für das Kriterium Zufriedenheit mit der Wohngegend in Frage kommen.

Es stellte sich heraus, dass die Wohnumgebungszufriedenheit, die acht Items „Äußeres Erscheinungsbild der Wohngegend“, „Ruhe in der Wohngegend“, „Nachbarn“, „Distanz zum Stadtzentrum“, „Schalldämmung der Fenster“, „Distanz zum Arbeitsplatz“, „Überregionale Verkehrsanbindung“ sowie „Erholungs-/ Entspannungsmöglichkeiten“ in der Reihenfolge der Nennungen vorhergesagt werden konnte ($R^2=0.41$). Es zeigte sich jedoch, dass die beiden Items „Äußeres Erscheinungsbild“ und „Ruhe in der Wohngegend“ in einem gemeinsamen Modell bereits ein $R^2=0.39$ aufweisen, so dass diese beiden Items als Prädiktoren für die Bewertung der Wohngegend maßgeblich sind. Faktorenanalytisch wurde bei der Gesamtskala auch ein Ruhe-Faktor identifiziert.

12.1.4 Skala zu Wohneigenschaften (F.1.14)*Darstellung der Psychometrie/ Skalenbildung*

Die eingesetzte Zufriedenheitsskala mit 14 Items weist fünf Antwortstufen zwischen „nicht zufrieden“ bis „sehr zufrieden“ auf. Es werden unterschiedliche Indizes gebildet, mit denen inferenzstatistische Analysen durchgeführt werden.

Indexbildung – gesamt

Pro Person werden die Angaben aller 14 Items aufsummiert und gemittelt. Somit wird ein Index der mittleren Wohnumgebungszufriedenheit gebildet. Cronbachs α für diese Items beträgt 0.82.

Indexbildung nach faktorenanalytischer Zusammenfassung

Die Items der im Folgenden dargestellten Faktoren werden demnach pro Person aufsummiert und gemittelt. Mit dieser inhaltlichen Gliederung entstehen pro Person 5 Indizes bzw. Mittelwerte. Relevante Indizes können für varianzanalytische Untersuchungen wie der gesamte Index eingesetzt werden.

Mittels einer Hauptkomponentenanalyse mit Varimax-Rotation werden die 14 Items dieser Skala zu drei Dimensionen zusammengefasst. 61% der Gesamtvarianz wird aufgeklärt. Die Faktoren, ihre zugehörigen Items und deren Ladungen sowie Cronbachs α pro Faktor werden in folgender Tabelle angegeben:

Tabelle 12-2: Psychometrische Kennwerte (Faktorenanalyse) der Wohnumgebungszufriedenheit

Faktor	Zufriedenheit mit...	Ladung	Cronbachs α
1. „Infrastruktur“	Einkaufsmöglichkeiten	0,76	0,79
	Öffentlichen Verkehrsmitteln	0,75	
	Schulmöglichkeiten	0,70	
	Vergnügungsmöglichkeiten	0,68	
	Distanz Stadtzentrum	0,66	
	Überregional. Verkehrsanbindung	0,56	
2. „Ruhe“	Schalldämmung Fenster	0,90	0,76
	Schalldämmung Haus/Wohnung	0,88	
	Ruhe in der Wohngegend	0,55	
3. „Attraktivität“	Erscheinungsbild Wohngegend	0,72	0,63
	Erholungs-/ Entspannungsmöglichkeiten	0,71	
	Nachbarn	0,68	
Item	Distanz zur Arbeit	--	--
Item	Ausstattung Wohnung / Haus	--	--

Auswertungskonzept Wohnumgebungszufriedenheit

Insgesamt werden folgende varianzanalytische Designs mittels GLM für 2 Indizes zur Wohnumgebungszufriedenheit durchgeführt, nämlich für 1.) die allgemeine Wohnumgebungszufriedenheit mit den 14 Ursprungitems und 2.) die 3 Items des Faktors „Ruhe“. In beiden Fällen handelt es sich um eine Mittelwertbildung der Urteile pro Person, so dass Werte zwischen 1 [nicht] bis 5 [sehr] zufrieden möglich sind. Höhere Werte zeigen immer eine höhere Zufriedenheit an. Die Auswertungskonzepte der Varianzanalysen sind im Wesentlichen deckungsgleich mit dem der subjektiven Gesundheit (Typ 1 bis 3). Wenn sich Abweichungen ergeben sollten, wird dies an entsprechender Stelle mitgeteilt.

Ergebnisse zur Wohnumgebungszufriedenheit gemäß Typ 1: Hauptanalyse und Soziodemographie

Die Prüfung erbringt auf dem 5%-Niveau 2 signifikante Hauptwirkungen für die Pegelklasse und das Alter.

▪ Pegelklasse

Die Ergebnisse der Varianzanalyse gemäß „Typ 1“ zeigten einen signifikanten Effekt mit $F(4,2100)=11.1$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.021$ des Schallpegels hinsichtlich der gemittelten Wohnumgebungszufriedenheit (vgl. Abbildung 12-5).

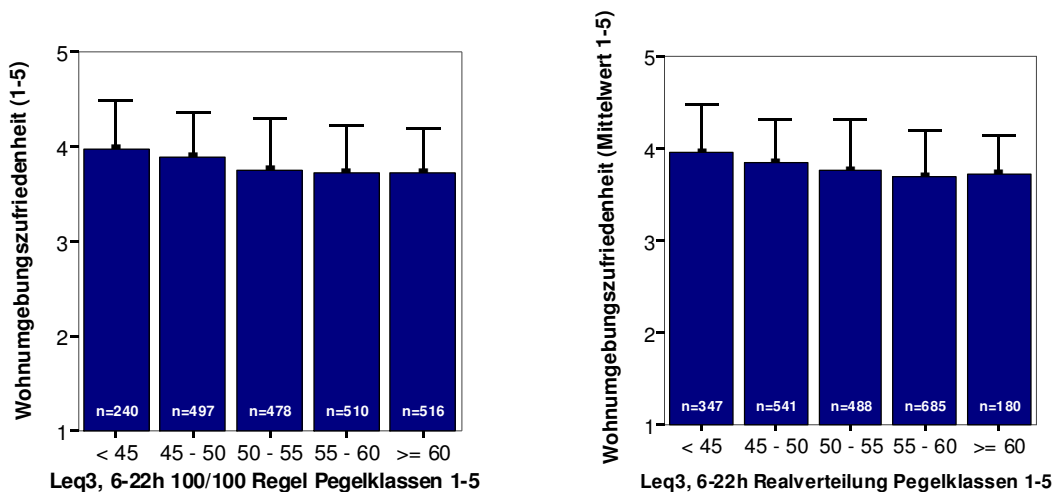


Abbildung 12-5: Wohnumgebungszufriedenheit: Mittelwerte über die 5 Pegelklassen ($LA_{eq3, 06-22}$, 100/100 Regel und Realverteilung)

Abbildung 12-5 zeigt die mittlere Wohnumgebungszufriedenheit für die fünf Pegelklassen. Posthoc-Scheffé-Testungen auf dem 5%-Niveau ergeben eine signifikante Differenzierung zwischen Pegelklassen bis 50 dB(A) und denen ab 50 dB(A). Das heißt, dass die unteren zwei Pegelklassen sich von den drei oberen Pegelklassen signifikant unterscheiden.

Die oberen Pegelgruppen 50-55 dB(A), 55-60 dB(A) und ≥ 60 dB(A) zeigen also hier die geringste selbst berichtete allgemeine Wohnumgebungszufriedenheit. Bei einer Feinauflösung hinsichtlich der neun Pegelgruppen in 2,5dBSchritten zeigt sich ein etwas anderes Bild. Bei beiden Pegelklassen wird jedoch deutlich, dass für alle Pegelklassen die Wohnumgebungszufriedenheit sich über dem Wert 4 befindet, was „ziemlich zufrieden“ bedeutet. Die Effektstärke der 5er-Pegelklasse auf diesen Index beträgt 2.1%

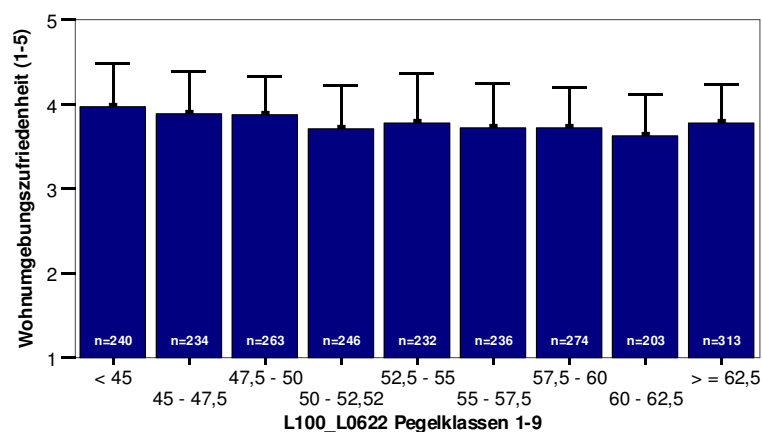


Abbildung 12-6: Wohnumgebungszufriedenheit: Mittelwerte über die 9 Pegelklassen ($LA_{eq3, 06-22}$, 100/100 Regel)

■ Alter

Das Alter hat einen moderierenden Einfluss auf die allgemeine Wohnumgebungszufriedenheit. Der Haupteffekt wird durch die Varianzanalyse Typ I ermittelt: $F(2,2100)=14.2$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.014$. Ferner ergeben Posthoc-Scheffé-Testungen auf dem 5%-Niveau signifikante Differenzierungen zwischen Personen ab 60 Jahren und den jüngeren zwei Altersgruppen. Die älteste Gruppe zeigt die höchste Wohnumgebungszufriedenheit. Dieser Haupteffekt hat eine Stärke von 1.4%. Die Ergebnisse werden in folgender Abbildung 12-7 dargestellt.

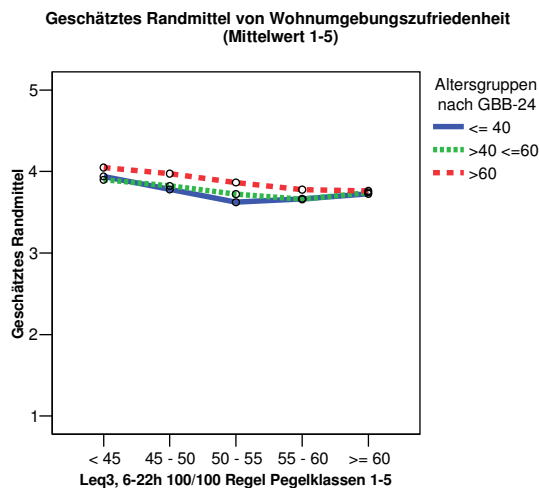


Abbildung 12-7. Wohnumgebungszufriedenheit: Alter x Pegel ($LA_{eq3, 06-22, 100/100}$ Regel)

Die Prüfung mit den Moderatoren erbringt auf dem 5%-Niveau 2 signifikante Haupteffekte und eine signifikante Interaktion. Es handelt sich hierbei um die Moderatoren Erwartung und Wohndauer.

■ Erwartung

Personen, die eine Verschlechterung nach dem Flughafenausbau erwarten, berichten eine geringere Wohnumgebungszufriedenheit als Personen, die eine Verbesserung oder Konstanz erwarten ($F(1,1816)=26.0$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.014$). Dieser Haupteffekt hat eine Stärke von 1.4%, vgl. Abbildung 12-8.

■ Wohndauer

Dieser Haupteffekt weist auf dem 5%-Niveau Signifikanz auf: $F(3,1816)=3.0$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.005$. Je länger die Personen im Ort leben, desto zufriedener scheinen sie mit der Wohnumgebung zu sein. Allerdings hat dieser Effekt eine Stärke von lediglich 0.5%. Das Ergebnis wird in Abbildung 12-8a+b wiedergegeben.

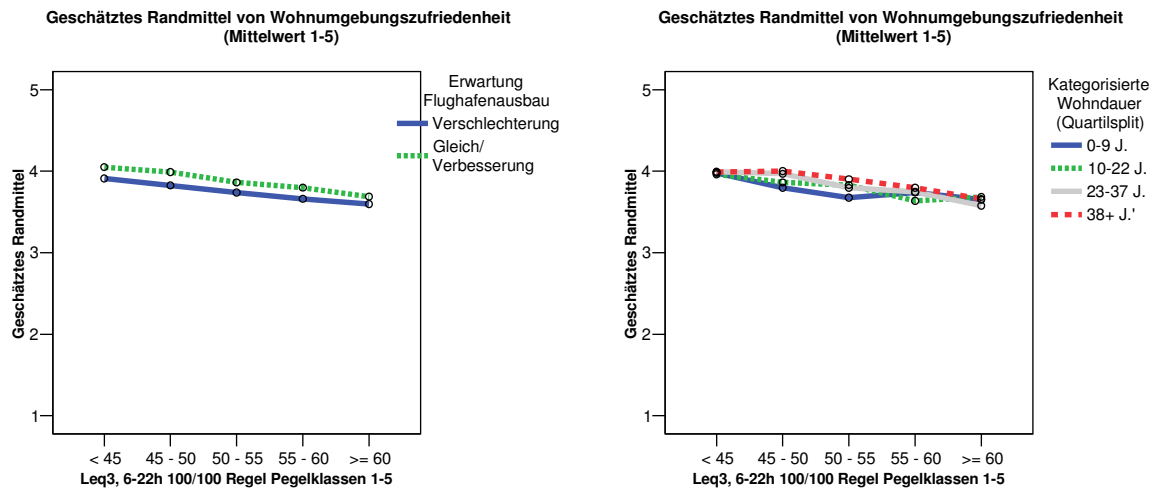


Abbildung 12-8a+b: Wohnumgebungszufriedenheit. Erwartung Flughafen ausbau und Wohndauer x Pegel ($LA_{eq3, 06-22, 100/100}$ Regel)

Kombinationswirkung Fluglärm x Straßenlärm

Die Varianzanalyse bezüglich der Kombinationswirkung Fluglärm x Straßenlärm erbringt auf dem 5%-Niveau keinen signifikanten Haupteffekt der Wirkung durch Straßenverkehrslärm ($F(2,1972)=1.6$, $p=0.19$, $\eta_p^2=0.002$). Die Interaktion Fluglärm x Straßenlärm ist jedoch signifikant ($F(4,1972)=2.5$, $p=0.04$, $\eta_p^2=0.005$). Allerdings ist dieser Interaktionseffekt von 0.5% durchaus gering (Abbildung 12-9).

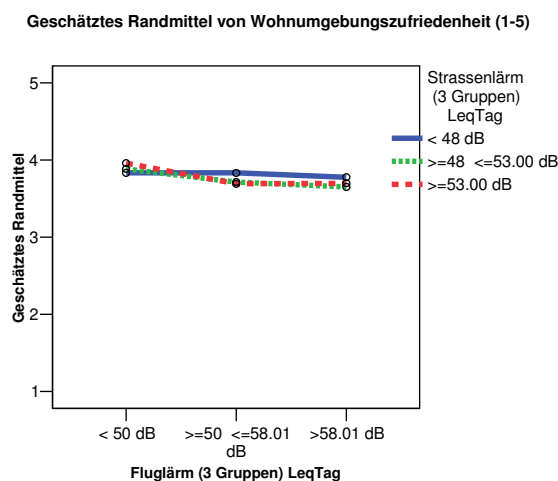


Abbildung 12-9: Wohnumgebungszufriedenheit: Randmittel der Kombinationswirkung Fluglärm x Straßenlärm, jeweils Tagespegel 06-22, 100/100 Regel Fluglärm

Kombinationswirkung Fluglärm x Schienenlärm

Die Varianzanalyse bezüglich der Kombinationswirkung Fluglärm x Schienenlärm erbringt auf dem 5%-Niveau weder einen signifikanten Haupteffekt der Wirkung durch Schienenverkehrslärm noch eine signifikante Interaktion Fluglärm x Schienenlärm.

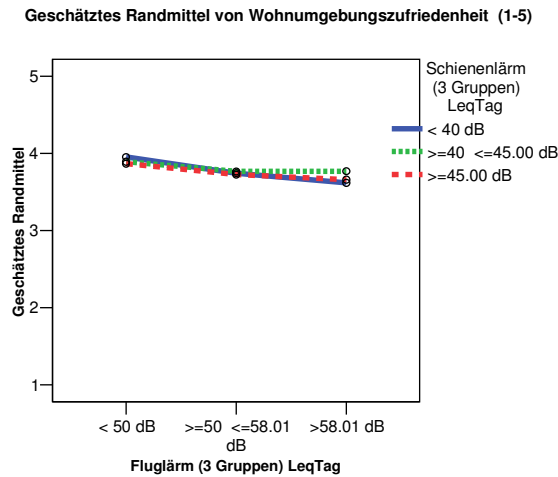


Abbildung 12-10: Wohnumgebungszufriedenheit: Randmittel der Kombinationswirkung Fluglärm x Schienenlärm, jeweils Tagespegel 06-22, 100/100 Regel Fluglärm

Kombinationswirkung Fluglärm x Schienenlärm x Straßenlärm

Bei der Auswertung der drei Verkehrslärmquellen zeigte sich ein signifikanter Effekt der Kombinationswirkung ($F(7,1944)=6.4$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.023$); vgl. Abbildung 12-11. Posthoc Scheffé-Testungen der Kombinationsquellen ergeben auf dem 5%-Niveau eine signifikante Differenzierung der Kombination F-/Str+/Sch- von den Kombinationen F+/Str+/Sch- und F+/Str+/Sch+. Das heißt, dass Gebiete nur mit erhöhtem Straßenverkehrslärm eine etwas höhere Zufriedenheit aufweisen als solche Gebiete, die zusätzlich von Fluglärm bzw. Fluglärm und Schienenlärm betroffen sind. Die signifikanten Mittelwertsunterschiede betragen $d=0.23$.

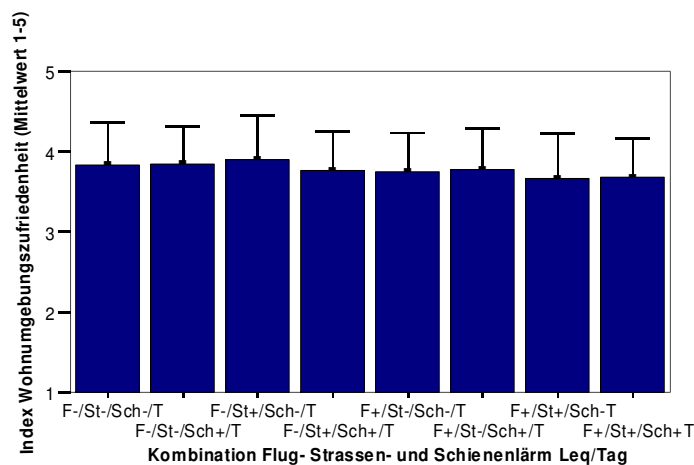


Abbildung 12-11: Wohnumgebungszufriedenheit: 3-fache Kombinationswirkung der Verkehrslärmquellen (dabei bedeutet F-: < 53.9 dB; F+: ≥ 53.9 dB, St-: < 50 dB, St+: ≥ 50 dB, Sch- ≤ 42 dB, Sch+: > 42 dB)

Abschließend werden die Mittelwerte der beiden nicht lärmspezifischen Skalen „Infrastruktur“ und „Attraktivität“ mitgeteilt. Es zeigen sich zwar signifikante, aber von der Ausprägung her geringe Effekte in Abhängigkeit des Schallpegels.

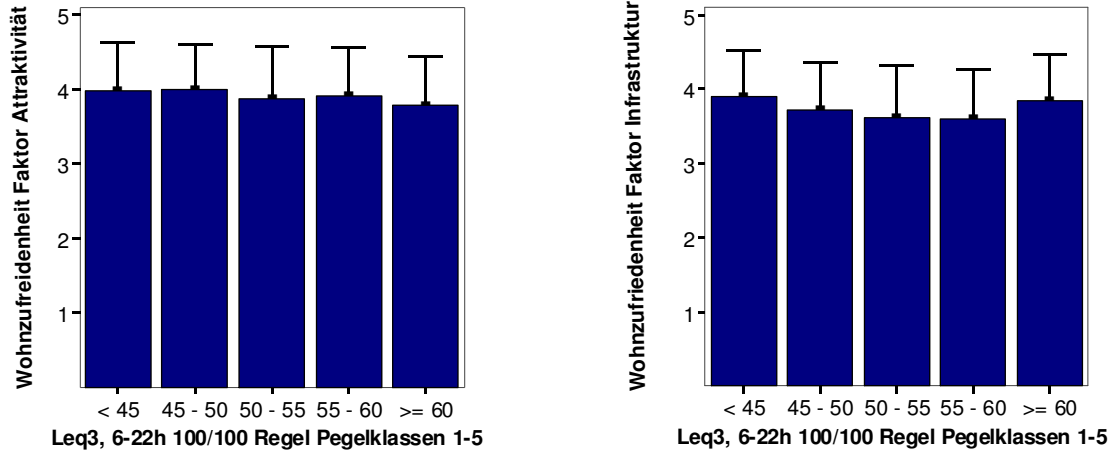


Abbildung 12-12a+b: Wohnumgebungszufriedenheit Faktor Attraktivität und Infrastruktur: Mittelwerte über die fünf Pegelklassen ($LA_{eq3, 06-22}$, 100/100 Regel)

Wie Abbildung 12-12a+b zeigen, sind vermutlich leichte Generalisierungseffekte aufgetreten: Die Skala „Attraktivität“, die keine Items zum Lärm oder Fluglärm enthält, wird mit steigendem Pegel etwas schlechter bewertet. Posthoc Vergleiche deuten an, dass Personen aus den Gebieten mit der höchsten Pegelklasse (≥ 60 dB(A)) ihre Wohngegend als signifikant schlechter beurteilen, als Personen aus den Gebieten < 45 dB(A) und 45-50 dB(A) sowie 55-60 dB(A). Die Abweichungen betrugen allerdings nie mehr als 0.2 Skaleneinheiten. Der Faktor Infrastruktur offenbart zwar mit steigendem Schallpegel eine Unzufriedenheit mit der Infrastruktur, sie ist jedoch in der höchsten Pegelklasse nicht mehr nachzuweisen.

So ist festzustellen, dass die Ausprägung des Gesamtfaktors Wohnzufriedenheit von dem im Folgenden dargestellten „Ruhe-Faktor“ bezüglich der Abhängigkeit vom Fluglärmpegel stark bestimmt wird.

12.1.5 Wohnumgebungszufriedenheit des Faktors „Ruhe“

Der Faktor „Ruhe“ besteht aus den 3 Items „Zufriedenheit mit...“

1. ...der Schalldämmung geschlossener Fenster“
2. ...der Schalldämmung der Wohnung / des Hauses“
3. ...der Ruhe in der Wohngegend“

Der „Ruhe-Faktor“ besteht aus dem Mittelwert dieser Items pro Person bzw. Pegelklasse.

Auswertung gemäß Typ 1: Hauptanalyse und Soziodemographie

Die Prüfung erbringt auf dem 5%-Niveau 2 signifikante Hauptwirkungen, nämlich für die Pegelklasse und das Alter.

■ Pegelklasse

Die Ergebnisse der Varianzanalyse gemäß „Typ 1“ zeigen einen signifikanten Effekt mit $F(4,2100)=37.6$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.068$ des Schallpegels hinsichtlich des gemittelten Ruhe-Faktors (Abbildung 12-13).

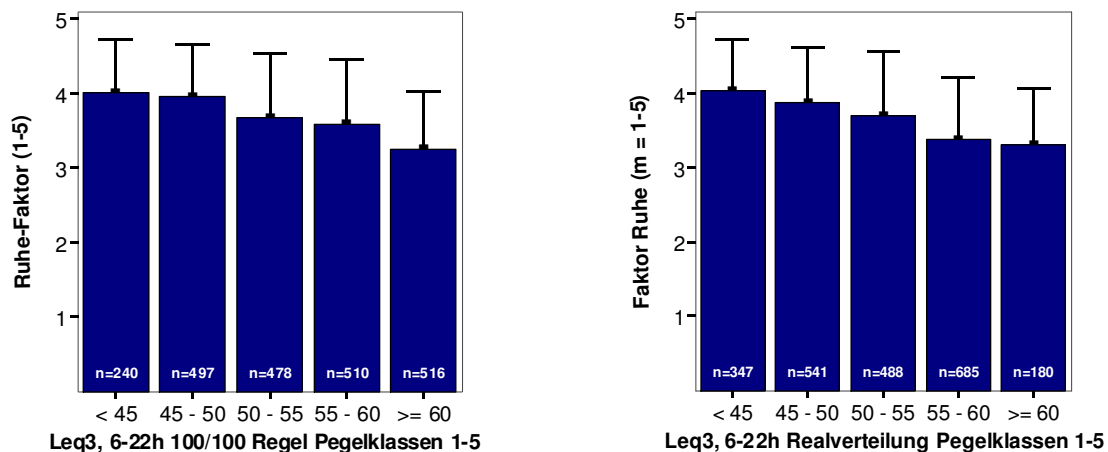
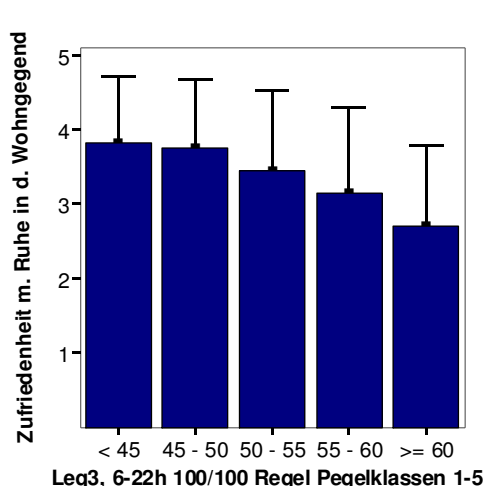


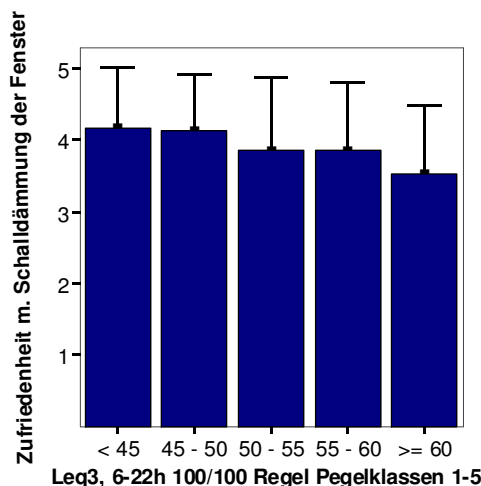
Abbildung 12-13a+b: Ruhe-Faktor. Mittelwerte über die 5 Pegelklassen ($LA_{eq3, 06-22, 100/100}$ Regel und Realverteilung)

Abbildung 12-13a+b zeigen die Mittelwerte des Ruhe-Faktors für die 5 Pegelklassen für beide Berechnungsverfahren. Posthoc Scheffé-Testungen auf dem 5%-Niveau ergeben eine signifikante Aufteilung der Pegelklassen in 3 Gruppen: 1.) Pegelklassen < 45dB(A) und 45-50 dB(A), 2.) 50-55 dB(A) und 55-60 dB(A) und 3.) ≥ 60 dB(A).

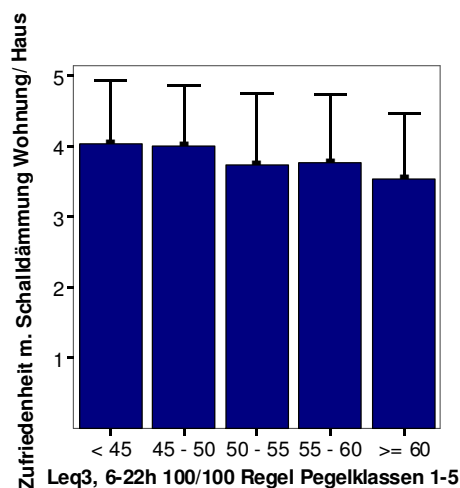
Die nachfolgenden Abbildung 12-14a-c zeigen die Mittelwerte der Zufriedenheitswerte mit der „Ruhe in der Wohngegend“, „Dämmung der Fenster“ und der „Dämmung in der Wohnung/im Haus“.



Ruhe in der Wohngegend



Zufriedenheit Schalldämmung der Fenster



Zufriedenheit Schalldämmung Wohnung

Abbildung 12-14a-c: Mittelwerte Zufriedenheit mit der Ruhe in der Wohngegend, Zufriedenheit mit Schalldämmung der Fenster und der Wohnung ($LA_{eq3, 06-22, 100/100}$ Regel)

Wie Abbildung 12-14a-c zu entnehmen ist, dominiert bei dem Faktor „Ruhe“ das Item „Ruhe in der Wohnumgebung“. Hier betragen die Mittelwertunterschiede von der niedrigsten bis zur höchsten Pegelklasse 1.1 Skaleneinheiten (< 45 dB(A): $M=3.8$, ≥ 60 dB(A): $M= 2.7$). Dennoch war auch bei den Zufriedenheitsurteilen mit der Schalldämmung der Fenster und der Wohnung/dem Haus ein durchgängig signifikanter Effekt der Fluglärmbelastung festzustellen. Die Differenzwerte betragen hier ca. eine halbe Skaleneinheit.

Je höher die Pegelklasse ist, desto geringer ist die selbst berichtete mittlere Zufriedenheit mit den drei Items des „Ruhe-Faktors“. Bei einer Feinauflösung hinsichtlich der neun Pegelgruppen in 2.5dBSchritten zeigt sich ein ähnliches Bild. Bei beiden Pegelklassen wird jedoch deutlich, dass für alle Pegelklassen der Mittelwert bei $M=3.5$ bis $M= 4.0$ ermittelt wurde, was „mittelmäßig“ bis „ziemlich“ zufrieden bedeutet. Der Effekt der 5er-Pegelklasse auf diesen Index beträgt 6.8%.

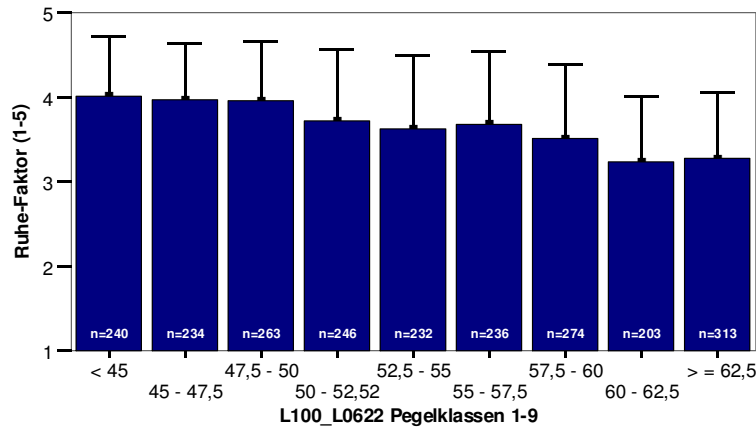


Abbildung 12-15: Ruhe-Faktor. Mittelwerte über die 5 Pegelklassen ($LA_{eq3, 06-22, 100/100}$ Regel)

Alter

Das Alter hat einen moderierenden Einfluss auf die Items des Ruhe-Faktors. Der Haupteffekt wird durch die Varianzanalyse Typ I ermittelt: $F(2,2100)=5.4$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.005$. Ferner ergeben Posthoc-Scheffé-Testungen auf dem 5%-Niveau nur eine signifikante Differenzierung zwischen Personen von 41-60 Jahren und ab 60 Jahren. Die jüngste Gruppe unterscheidet sich nicht signifikant von den anderen beiden. Dabei zeigt die älteste Gruppe die höchste Zufriedenheit. Dieser Haupteffekt beträgt 0.5%. Die Ergebnisse werden in Abbildung 12-16 dargestellt.

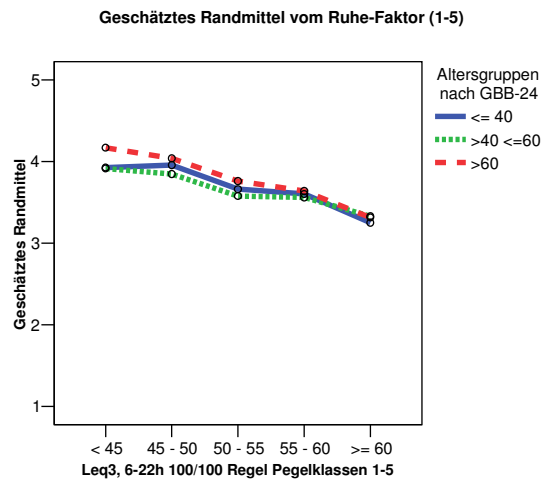


Abbildung 12-16 : Wohnumgebungszufriedenheit, Faktor Ruhe: Alter x Pegel ($LA_{eq3, 06-22, 100/100}$ Regel)

Weiterhin waren weder Effekte der Geschlechts- noch der Schichtzugehörigkeit und signifikante Interaktionen zu beobachten.

Auswertung gemäß Typ 2: Moderatoren

Für diese Prüfung werden die Moderatoren Wohndauer, Lärmempfindlichkeit, Fensterstellung und Erwartung herangezogen. Die Prüfung mit den Moderatoren erbringt auf dem 5%-Niveau zwei signifikante Haupteffekte: die Erwartung an den Flughafenausbau und die Lärmempfindlichkeit.

■ Erwartung

Personen, die eine Verschlechterung nach dem Flughafenausbau erwarten, berichten bezüglich des Ruhe-Faktors eine geringere Zufriedenheit als Personen, die eine Verbesserung oder ein Gleichbleiben der Situation erwarten ($F(1,1802)=32.3$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.018$). Dieser Haupteffekt hat eine Stärke von 1.8%.

■ Lärmempfindlichkeit

Dieser Haupteffekt weist auf dem 5%-Niveau Signifikanz auf: $F(1,1802)=3.0$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.018$. Lärmempfindliche Personen sind im Mittel unzufriedener mit den Items des Ruhe-Faktors als nicht-lärmempfindliche Personen. Insgesamt hat dieser Effekt eine Stärke von nur 1.8%. Dabei befinden sich die Randmittel zwischen 3=„mittelmäßig“ und 4=„ziemlich“ zufrieden. Das Ergebnis wird in Abbildung 12-17 wiedergegeben.

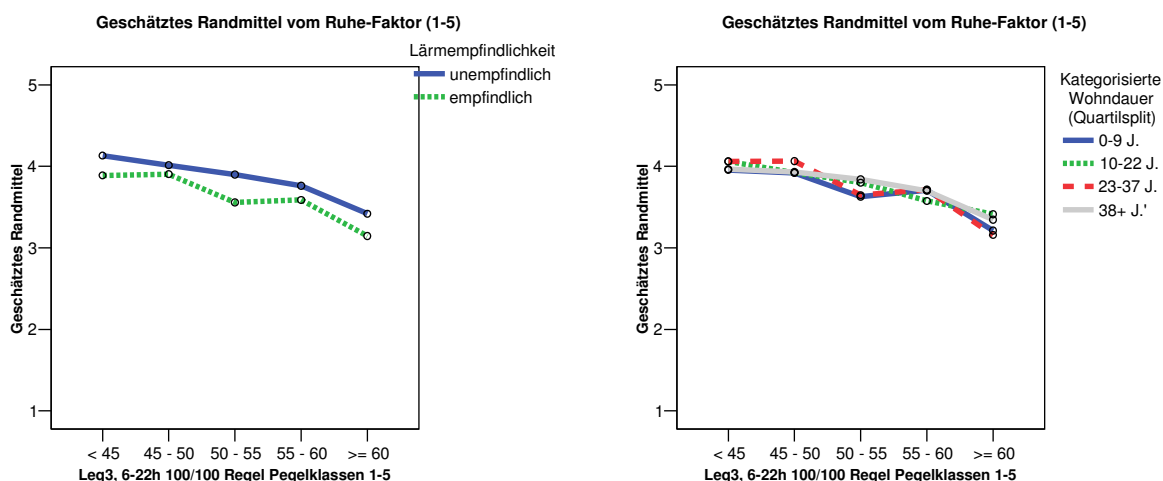


Abbildung 12-17: Wohnumgebungszufriedenheit, Faktor Ruhe: Lärmempfindlichkeit und Wohndauer x Pegel ($LA_{eq3, 06-22, 100/100}$ Regel)

Kombinationswirkungen unterschiedlicher Lärmquellen

Die Varianzanalyse bezüglich der Kombinationswirkung Fluglärm x Straßenlärm erbringt auf dem 5%-Niveau weder einen signifikanten Haupteffekt der Wirkung durch Straßenverkehrslärm noch eine signifikante Interaktion Fluglärm x Straßenlärm; ein ähnliches Ergebnismuster war bei der Varianzanalyse bezüglich der Kombinationswirkung Fluglärm x Schienenlärm zu sehen.

Abschließend sei noch auf die Auswertung der drei Verkehrslärmquellen verwiesen. Hier zeigte sich ein signifikanter Effekt der Kombinationswirkung ($F(7,1944)=15.4$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.053$). Die Posthoc-Analysen zeigten, dass die dreifach belastete Gruppe mit $M=3.4$ (Mediansplit der Tagespegel) sich

sowohl signifikant von der Gruppe unterschied, bei der keine belastende Quelle vorhanden ist ($M=3.9$) als auch von der Pegelklasse, bei der nur eine Quelle des Straßen- ($M=3.9$) oder Schienenlärms ($M=3.8$) dominiert. Es war dann kein signifikanter Unterschiedseffekt zu verzeichnen, wenn der Fluglärm als Quelle dominiert ($M=3.5$); vgl. Abbildung 12-18.

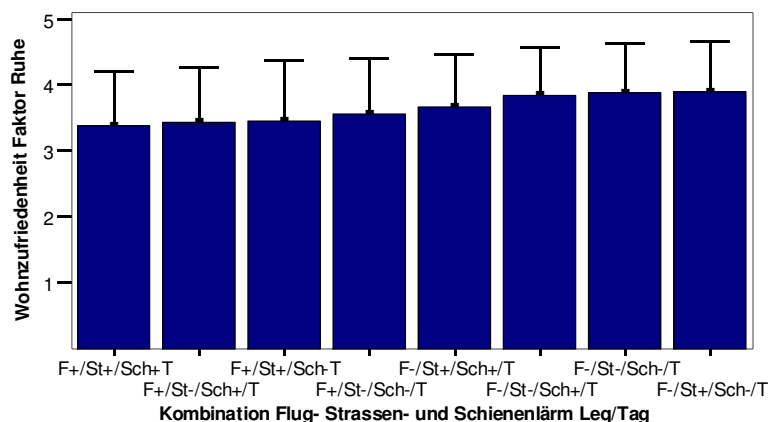


Abbildung 12-18: Ruhe-Faktor: 3-fache Kombinationswirkung der Verkehrslärmquellen (dabei bedeutet F-: < 53.9 dB; F+: ≥ 53.9 dB, St-: < 50 dB, St+: ≥ 50 dB, Sch- ≤ 42 dB, Sch+: > 42 dB)

12.1.6 Zusammenfassung der Ergebnisse zur Wohnumgebungszufriedenheit

Die Auswertungen zur Wohnumgebungszufriedenheit zeigten, dass das Thema Fluglärm in der Rhein-Main-Region ein überaus wichtiges Thema ist. Obwohl nur die Störung von allgemeinen Lebensbedingungen offen abgefragt wurde, wurde die Lebensbedingung „Fluglärm“ von 63% aller Befragten, die störenden Lebensbedingungen in der Rhein-Main-Region zustimmten, genannt. Hierbei war ein kontinuierlicher Anstieg der Antworten zu den hohen Pegelklassen zu beobachten.

Die allgemeine Zufriedenheit der Wohngegend und der näheren Wohnumgebung konnte mittels einer schrittweise Regressionsanalyse im Wesentlichen durch die Prädiktoren „Äußeres Erscheinungsbild der Wohngegend“ und „Ruhe in der Wohngegend“ einer 14-ItemListe zur Wohnumgebungszufriedenheit vorhergesagt werden. Diese 14-ItemListe zur Wohnumgebungszufriedenheit kann faktorenanalytisch durch drei Faktoren beschrieben werden: Faktor 1: „Infrastruktur“, Faktor 2: „Ruhe“ und Faktor 3: „Attraktivität“. Während Faktor 1 und 3 keine Items zum Thema Lärm/ Fluglärm abbilden, thematisiert der 2. Faktor „Ruhe“ die Zufriedenheit, jeweils mit der „Ruhe in der Wohngegend“, „Schalldämmung der Fenster“ und „Schalldämmung der Wohnung/ des Hauses“.

Die varianzanalytischen Auswertungen erfolgten zunächst über den 14 Items umfassenden Faktor Wohnzufriedenheit. Hier konnten signifikante Effekte durch den Fluglärmpegel ermittelt werden: Mit steigendem Schallpegel berichteten die Personen über eine geminderte (Zufriedenheit mit der) allgemeine Wohnzufriedenheit, obwohl auch in der höchsten Pegelklasse (≥ 60 dB(A)) noch leicht positive Werte zu finden sind. Dabei zeigte das Berechnungsverfahren der Realverteilung vergleichbare Ergebnisse.

Die Gesamtskala der Wohnumgebungszufriedenheit wurde sehr deutlich von dem lärmbezogenen Faktor „Ruhe“ dominiert, insbesondere durch das Item „Zufriedenheit mit der Ruhe in der Wohngegend“, gefolgt von der „Zufriedenheit mit der Schalldämmung der Fenster“ und „Schalldämmung der Wohnung/ des Hauses“. Während die Mittelwertsunterschiede bei der allgemeinen Skala, bezie-

ungsweise der Skala „Attraktivität der Wohngegend“ nicht größer als 0.5 Skaleneinheiten waren, sind bei dem lärmbezogenen Faktor Differenzen von über einer Skaleneinheit und mehr in Abhängigkeit des Fluglärmpegels aufgetreten. Die Effektstärken liegen bei über 13%, wenn nach der Zufriedenheit mit der Ruhe in der Wohngegend gefragt wird.

Es zeigte sich, dass bei älteren Personen (ab 60 Jahren) über alle Pegelklassen hinweg höhere Zufriedenheitswerte zu beobachten waren. Dieses Ergebnismuster war auch für die weniger lärmempfindlichen Personen nachzuweisen.

Die Kombinationswirkungen hinsichtlich der Quellen Straße und Schiene waren in der dreifachen Interaktionswirkung am größten: Die Posthoc-Analysen zeigten, dass die dreifach belastete Gruppe (Flug-, Straßen und Schienenlärm, nach Mediansplit) sich signifikant von den Personengruppen unterschied, bei denen entweder keine belastende Quelle vorhanden ist oder nur eine Quelle des Straßen- oder Schienenlärms dominiert.

Auch die Analysen zur Wohnumgebungszufriedenheit zeigten, dass schwächere Effekte auftreten, wenn Lärm bzw. Ruhe oder Fluglärm nicht thematisiert wird. Wird hingegen das Thema Lärm, oder Zufriedenheit mit der „Ruhe in der Wohngegend“ angesprochen, sind deutliche Effekte von Dosis-Wirkungen hinsichtlich der Fluglärmpegelklassen zu beobachten.

12.2 Beeinträchtigung/ Bedrohung durch den Flugverkehr (F4.1)

12.2.1 Einleitung

Es werden Fragen zur Beeinträchtigung/Bedrohung durch den Flugverkehr aufgrund des Absturzes von Flugzeugen, vermeintliche Gesundheitsbeeinträchtigungen durch Lärm und Kerosin sowie aufgrund des Wertverlusts der Immobilien gestellt.

Nach der Leistungsbeschreibung zum Gutachten Belästigung durch Fluglärm soll das Messinstrument u.a. eine Bewertung der Umwelt durch die Bewohner vornehmen. Dazu gehört ebenfalls die Bedrohung durch den Flugverkehr. Die Angst vor Bedrohungen durch den Flugverkehr, z.B. im Hinblick auf Gesundheitsfolgen und dem Absturz von Flugzeugen sowie die Befürchtung von lärmbedingter Wertminderung der Immobilie sind seit langem bekannte Moderatorvariablen bzw. Fluglärmwirkungsfaktoren (vgl. DFG, 1974; Leonard, & Borsky, 1973; McKennell, 1963; Miedema & Vos, 1999; Fields, 1993).

12.2.2 Operationalisierung und Psychometrie

Es wurden insgesamt sechs Items zur Beeinträchtigung durch den Flugverkehr eingesetzt: „Insgesamt fühle ich mich durch den Flugverkehr bei mir zu Hause...“. Die Skala war fünfstufig von 1=„nicht bedroht“, 2=„wenig bedroht“, 3=„mittelmäßig bedroht“, 4=„ziemlich bedroht“ und 5=„sehr bedroht“. Die Aussagen zur Bedrohung sind Tabelle 12-3 zu entnehmen.

Tabelle 12-3 : Items der Skala Bedrohung durch den Flugverkehr

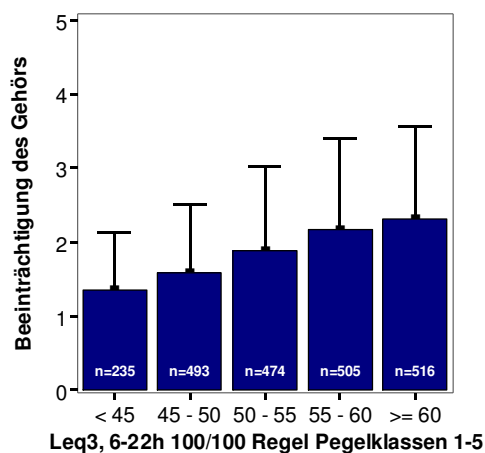
Items	Ladungen
„...wegen der Beeinträchtigung meines Gehörs durch den Fluglärm“	0,89
„...wegen der Gefahr eines Flugzeugabsturzes“	0,88
„...wegen der geringen Überflughöhen“	0,87
„...wegen der Beeinträchtigung meiner Gesundheit durch das Kerosin“	0,84
„... wegen der Beeinträchtigung meiner Gesundheit durch Fluglärmstress (Herzinfarkt etc.)“	0,82
„ wegen des Wertverlustes meiner Wohnung/ meines Hauses“	0,73
Sonstiges	--

Mittels einer Hauptkomponentenanalyse wurden die sechs Items dieser Skala zu einer Dimension zusammengefasst. Die Struktur war eindimensional. Es wurden 70% der Gesamtvarianz aufgeklärt. Die Ladungen auf dem einzelnen Faktor weisen eine Spanne von 0.73 – 0.89 auf (vgl. Tabelle 12-3). Cronbachs α für diese Zusammenfassung beträgt $\alpha=0.91$.

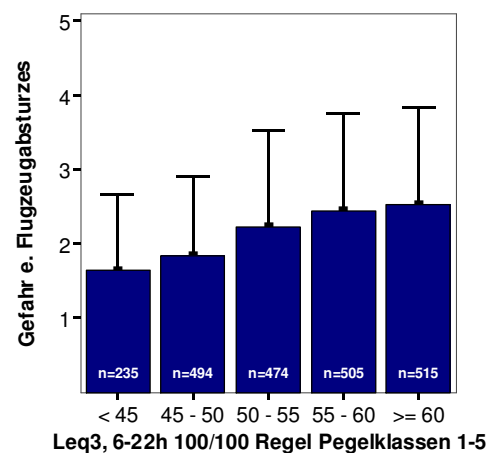
Eine Indexbildung dieser sechs Items wird über die Aggregation zu einem Mittelwert erzielt, so dass die Skala von 1=„nicht bedroht“ bis 5=„sehr bedroht“ reicht. Hohe Werte indizieren somit immer eine höhere Bedrohung.

12.2.3 Ergebnisse: Mittelwerte der Items Bedrohung durch Flugverkehr

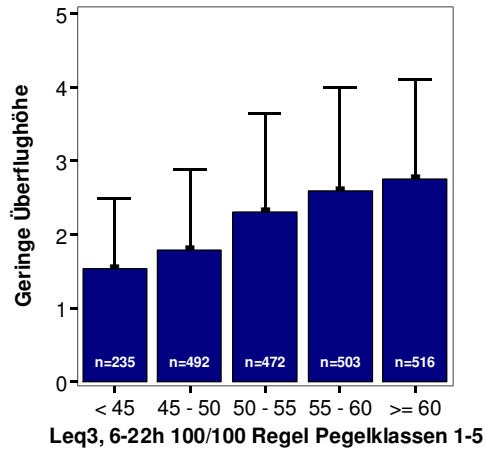
Zunächst werden die Mittelwerte aller Items dargestellt (vgl. Abbildung 12-19a-f). Es folgen Auswertungen der offenen Frage zur Bedrohung und abschließend der Hauptteil der Analyse, die Varianzanalysen.



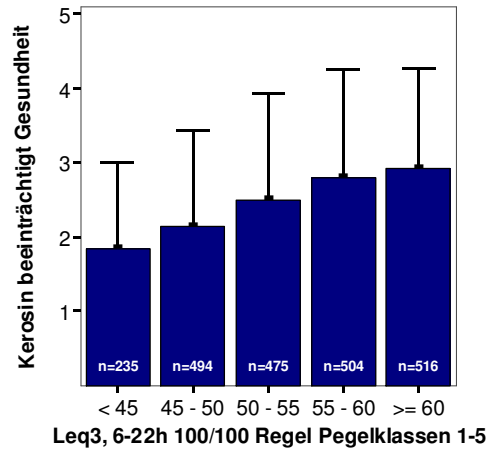
Beeinträchtigung des Gehörs



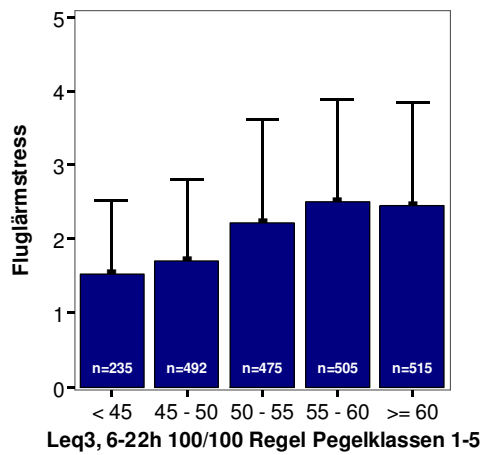
Flugzeugabstürze



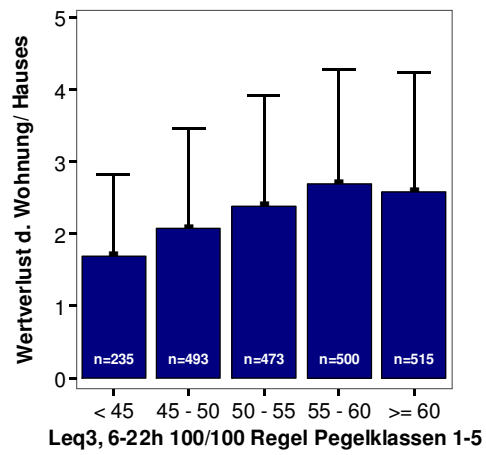
Geringe Überflughöhe



Beeinträchtigung d. Kerosin



Beeinträchtigung d. Fluglärmstress



Wertminderung Immobilie

Abbildung 12-19a-f: Bedrohung durch den Flugverkehr: Mittelwerte der Items über die fünf Pegelklassen ($LA_{eq3, 06-22}$, 100/100 Regel)

Tabelle 12-4 sind die statistischen Kennwerte der Realverteilung zu entnehmen.

Tabelle 12-4: Statistische Kennwerte der Items Bedrohung durch Flugverkehr (Realverteilung)

Leq3, 6-22h Realverteilung		F4.1.1 Beeinträchtigung des Gehörs	F4.1.2 Gefahr e. Flugzeugabsturzes	F4.1.3 Geringe Überflughöhe	F4.1.4 Kerosin beeinträchtigt Gesundheit	F4.1.5 Fluglärm- stress	F4.1.6 Wertverlust d. Wohnung/ Hauses
1,00 < 45	Mittelwert	1,41	1,68	1,60	1,91	1,57	1,81
	N	340	340	339	340	340	340
	Std	,824	1,062	,985	1,213	1,069	1,232
2,00 45 - 50	Mittelwert	1,62	1,90	1,86	2,21	1,81	2,14
	N	539	540	538	540	538	538
	Std	,969	1,125	1,157	1,306	1,163	1,382
3,00 50 - 55	Mittelwert	2,04	2,35	2,48	2,62	2,39	2,54
	N	484	484	483	485	485	484
	Std	1,201	1,300	1,386	1,468	1,400	1,583
4,00 55 - 60	Mittelwert	2,23	2,52	2,66	2,88	2,45	2,57
	N	680	679	678	679	679	674
	Std	1,235	1,320	1,394	1,405	1,370	1,600
5,00 >= 60	Mittelwert	2,33	2,39	2,72	2,82	2,52	2,80
	N	180	180	180	180	180	180
	Std	1,246	1,318	1,329	1,364	1,443	1,673
Insgesamt	Mittelwert	1,92	2,19	2,27	2,51	2,15	2,36
	N	2223	2223	2218	2224	2222	2216
	Std	1,159	1,273	1,345	1,410	1,341	1,530

Wenn man die Ergebnisse der Abbildung 12-19a-f und Tabelle 12-4 über alle Pegelklassen hinweg in eine Rangreihe bezüglich der Mittelwerte bringt, ergibt sich folgendes Bild:

1. Beeinträchtigung der Gesundheit durch Kerosin (M=2.5)
2. Wertverlust der Immobilie (M=2.4)
3. Geringe Überflughöhe (M=2.3)
4. Flugzeugabsturz (M=2.2)
5. Fluglärmstress (M=2.1)
6. Beeinträchtigung des Gehörs (M=1.9)

Die mittleren Bedrohungen waren im Bereich zwischen „wenig“ und „mittelmäßig“ angesiedelt. Insgesamt n=40 Personen äußerten sich zu den sonstigen Bedrohungen (offene Abfrage). Hier traten keine neuen als die kategorisiert erfassten zu Tage, so dass auf eine Darstellung verzichtet wird.

Wie bei den anderen Darstellungen zu der Wohnumgebungszufriedenheit werden die Varianzanalyse-typen GLM 1 (Hauptanalyse) und GLM 2 (Moderatoren) des Skalenmittelwertes berechnet. Die Analysen zu den kombinierten Lärmwirkungen vom Typ 3 werden nicht berichtet, da dies inhaltlich nicht sinnvoll ist.

12.2.4 Ergebnisse: Auswertungen der Skala Bedrohung durch Flugverkehr

Prüfung von Haupteffekten und soziodemographischen Variablen

Die Prüfung zu den Varianzanalysen Typ 1 erbringt auf dem 5%-Niveau drei signifikante Hauptwirkungen, nämlich für die Pegelklasse, das Alter und die Sozialschicht. Die Interaktionen waren nicht signifikant.

▪ Pegelklasse

Die Ergebnisse der Varianzanalyse gemäß „Typ 1“ zeigten einen signifikanten Effekt mit $F(4,2086)=41.0$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.074$ des Schallpegels hinsichtlich der gemittelten Bedrohung durch den Flugverkehr.

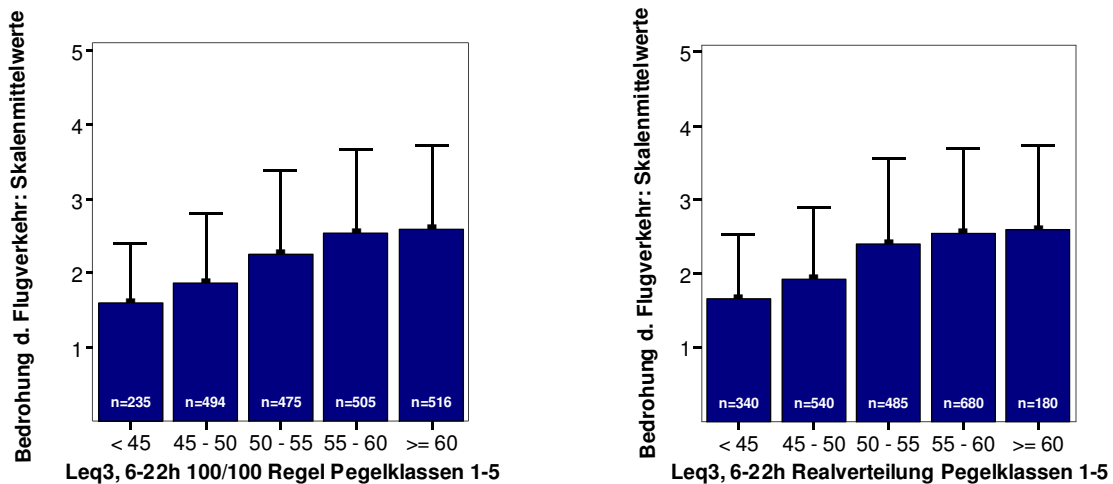


Abbildung 12-20a+b: Bedrohung durch den Flugverkehr: Skalenmittelwerte über die 5 Pegelklassen ($LA_{eq3, 06-22}$, 100/100 Regel und Realverteilung)

Wie Abbildung 12-20a+b zeigt, ist ein klarer Wirkungszusammenhang zum Schallpegel erkennbar. Posthoc-Scheffé-Tests zeigen, dass die Pegelklassen 55-60 dB(A) und ≥ 60 dB(A), die einen Mittelwert von $M=2.5$ aufweisen, sich signifikant von den drei Gruppen < 55 dB(A) unterscheiden. Die Effektstärkemaße mit 7.4% sind höher als die der Haupteffekte der soziodemographischen Variablen.

▪ Alter

Auch das Alter zeigte einen signifikanten Haupteffekt ($F(4,2086)=20.4$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.019$): Personen ≤ 40 Jahre fühlen sich weniger durch den Fluglärm bedroht als Personen, die aus den beiden höheren Altersgruppen kommen. Die Randmittel zeigen die Mittelwerte über die Pegelklassen (vgl. Abbildung 12-21).

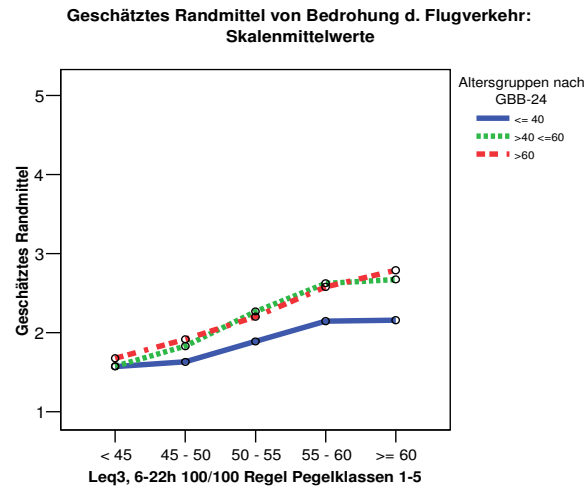


Abbildung 12-21: Bedrohung durch den Flugverkehr: Randmittel Alter $\times$ Pegel ($LA_{eq3, 06-22, 100/100}$ Regel)

Trotz fehlender statistischer Signifikanz fällt auf, dass bei steigenden Pegelklassen die jüngere Altersgruppe sich weniger vom Fluglärm bedroht fühlt als die beiden älteren Gruppen.

Die beiden anderen soziodemographischen Variablen waren signifikant: Frauen fühlen sich bedrohter als Männer ($F(2,2086)=26.8, p=0.00, \eta_p^2=0.013$) und Personen aus der Unterschicht fühlen sich weniger bedroht als Personen aus der Mittel- und Oberschicht ($F(2,2086)=18.4, p=0.00, \eta_p^2=0.018$); vgl. Abbildung 12-22.

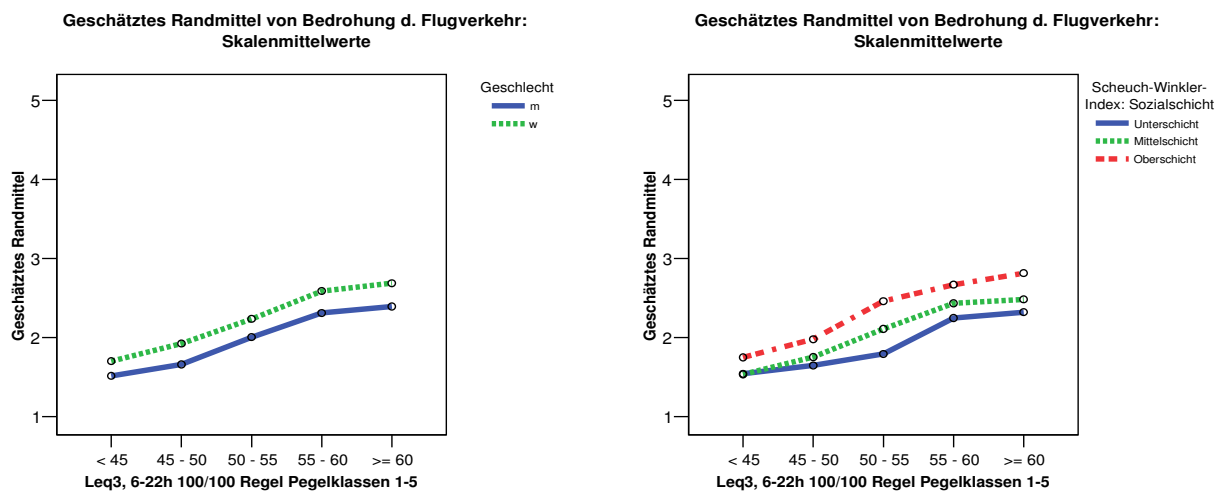


Abbildung 12-22: Bedrohung durch den Flugverkehr: Randmittel Geschlecht und Sozialschicht $\times$ Pegel ($LA_{eq3, 06-22, 100/100}$ Regel)

Auswertung gemäß Typ 2: Moderatoren

Die Prüfung erbringt auf dem 5%-Niveau vier signifikante Hauptwirkungen, nämlich für die Faktoren Morbidität ($F(1,1829)=36.4$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.020$), Erwartung an den Flughafenausbau ($F(1,1829)=346.5$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.168$), Fensterstellung ($F(2,1829)=7.2$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.008$) sowie Lärmempfindlichkeit ($F(1,1829)=91.2$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.048$). Die Interaktionen waren nicht signifikant, bei der Interaktion Pegel x Fensterstellung war eine Tendenz zu beobachten ($F(2,1829)=1.8$, $p=0.07$, $\eta_p^2=0.001$).

Die Randmittel sind der Abbildung 12-23a-d zu entnehmen.

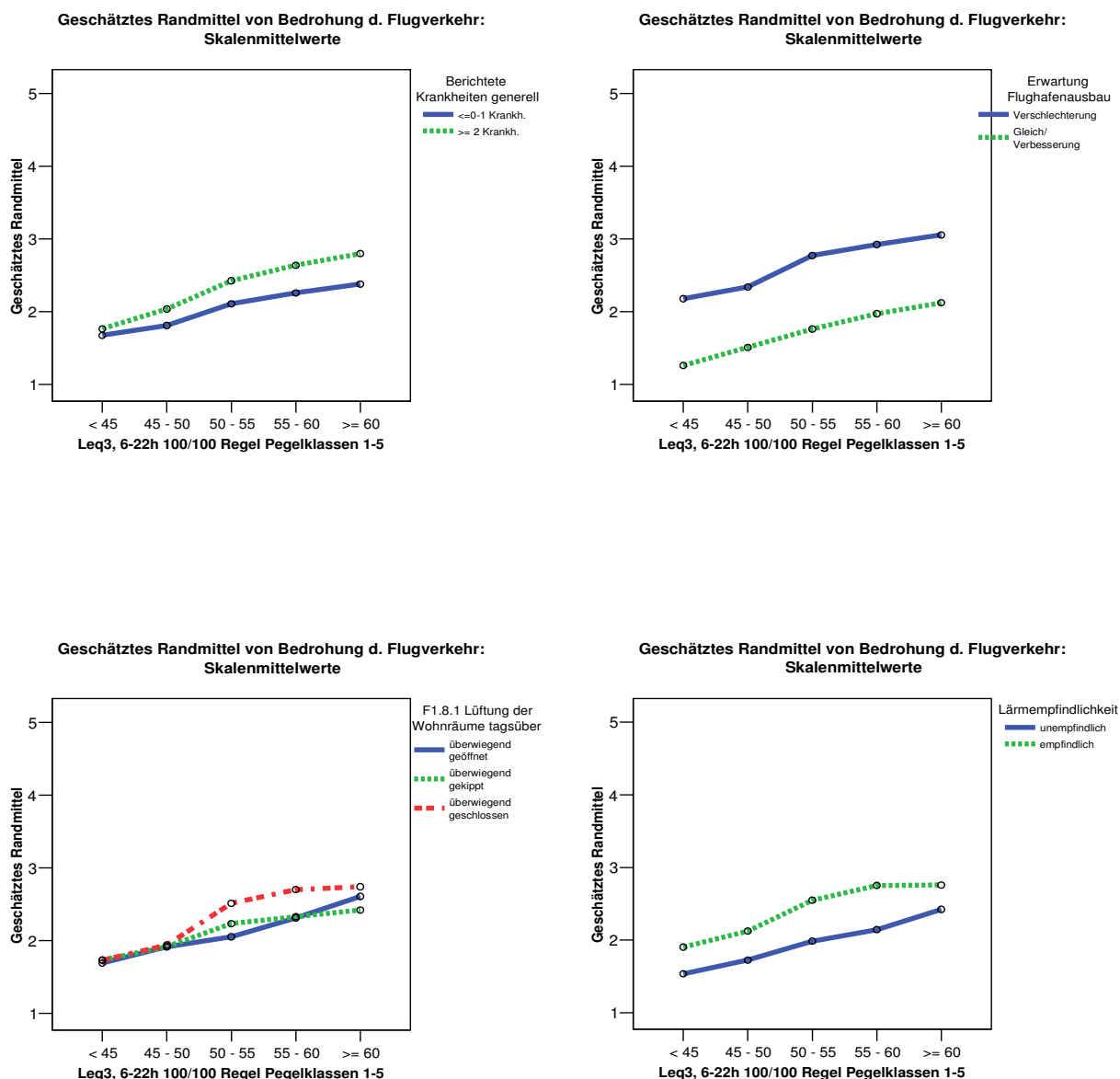


Abbildung 12-23a-d: Bedrohung durch den Flugverkehr: Randmittel Morbidität, Erwartung Flughafenausbau, Fensterstellung und Lärmempfindlichkeit x Pegel ($LA_{eq3, 06-22}$, 100/100 Regel)

Wie den Abbildung 12-23a-d zeigt, hat die Variable Erwartung an den Flughafenausbau den stärksten Haupteffekt. In der höchsten Pegelklasse wird hier ein Mittelwert von $M > 3$ erreicht. Die Personen,

die eine Verschlechterung ihrer Situation bezüglich des Flughafenausbaus erwarten, fühlen sich am meisten durch den Flugverkehr bedroht. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass die Personen, die ihr Fenster zur Lüftung überwiegend geschlossen halten, sich mehr durch den Flugverkehr bedroht fühlen.

12.2.5 Zusammenfassung der Ergebnisse Bedrohung durch den Flugverkehr

Die Auswertung des Fragekomplexes Bedrohung durch den Flugverkehr zeigte, dass die Befragten sich am meisten (vermeintlich) durch Kerosin-verursachte Gesundheitsbeeinträchtigungen bedroht fühlen, gefolgt von einem befürchteten Wertverlust der Immobilie und geringen Überflughöhen. Die Antworten rangierten über alle Pegelklassen hinweg im Bereich von „wenig“ bis „mittelmäßig bedroht“. Eine faktorenanalytische Auswertung zeigte, dass die sechs Items auf einen Faktor reduziert werden können. Die psychometrischen Kennwerte waren befriedigend.

Mittels varianzanalytischer Auswertungen konnte ein starker Haupteffekt des Fluglärms demonstriert werden: Mit zunehmendem tagesbezogenem Fluglärmpegel fühlten sich hoch exponierte Befragte des Rhein-Main-Gebiets zunehmend durch den Flugverkehr bedroht. Zusätzliche Analysen hinsichtlich soziodemographischer Variablen und Moderatoren zeigten zwar keine interaktiven Wirkungen mit den Pegelklassen. Allerdings waren alle Haupteffekte über die Pegelklassen hinweg signifikant: Ältere vs. jüngere Personen, Frauen vs. Männer, Angehörige der Oberschicht vs. Unter- und Mittelschicht sowie Multimorbide vs. Personen mit keiner oder einer selbst berichteten Krankheit fühlten sich durch den Flugverkehr bedrohter.

Der stärkste Haupteffekt neben dem Fluglärmpegel war die Erwartung der Befragten, ob ihre Situation sich nach dem Ausbau des Flughafens verändert: Die Personen, die eine Verschlechterung ihrer Situation bezüglich des Flughafenausbaus erwarten, fühlen sich im Gegensatz zu den Personen, die keine Veränderung oder eine Verbesserung erwarten, durch den Flugverkehr am meisten bedroht.

12.3 Umwelt- und Sozialprobleme

12.3.1 Einleitung

Nach der Leistungsbeschreibung zum Gutachten der Belästigung durch Fluglärm soll das Messinstrument eine Bewertung der Wohngegend sowie der Umwelt umfassen. Dies ist ein weiterer Baustein zur Ermittlung der Wirkung auch anderer Umweltbeeinflussungen durch den Flughafen Frankfurt. Es zeigte sich in vielen Fluglärm-Studien (Schipohl, München, Heathrow), dass ein Flughafen generell die subjektiv erlebte Umweltqualität einschränken kann und dass ein Flughafen zu nicht fluglärmrelevanten (infra-)strukturellen Nebeneffekten führen kann (Meis, 1998). Die Einbeziehung der sozialen und wirtschaftlichen Probleme ist sinnvoll, um die Wohngebiete in einzelnen Pegelklassen in diesen Dimensionen charakterisieren und somit in die Varianzanalysen integrieren zu können.

12.3.2 Darstellung der Psychometrie/Skalenbildung:

Es werden 23 Umwelt- und Sozialprobleme anhand einer 5-stufigen Betroffenheitsskala abgefragt. Dabei bedeutet 1 „gar nicht“ und 5 „sehr stark“ betroffen. Nach der Erläuterung der Faktorenanalyse werden Mittelwerte graphisch veranschaulicht und die Mittelwerte der gebildeten Fluglärm-Skala varianzanalytisch geprüft.

Mittels einer Hauptkomponentenanalyse mit Varimax-Rotation werden die 23 Items dieser Skala zu 5 Dimensionen zusammengefasst. Insgesamt wurden 56,3% der Gesamtvarianz aufgeklärt. Die Faktoren, ihre zugehörigen Items und deren Ladungen sowie Cronbachs α pro Faktor werden in Tabelle 12-5 angegeben.

Tabelle 12-5: Psychometrische Kennwerte zum Themenkomplex Umwelt- und Sozialprobleme

Faktor	Fragebogenitems	Ladung	Cronbachs α
1. Umwelt: Straßenverkehr	Hohes Verkehrsaufkommen	0,83	0,82
	Straßenverkehrslärm	0,80	
	Schadstoffe von Autos	0,76	
	Unfallgefahr im Straßenverkehr	0,50	
2. Umwelt: Flugverkehr	Schadstoffe von Flugzeugen	0,84	0,83
	Fluglärm	0,84	
	Umweltgefährdung Boden/ Lebensmittel	0,63	
	Luftverschmutzung	0,62	
3. Soziales: Wirtschaftslage/ Bevölkerung	Schlechte Wirtschaftslage	0,70	0,73
	Arbeitslosigkeit	0,66	
	Kriminalität / Gewaltverbrechen	0,59	
	Überalterung d. Bevölkerung	0,49	
	Hohe Bevölkerungsdichte	0,48	
4. Umwelt: Sonstige Umweltprobleme	Schlechte Qualität Trinkwasser	0,65	0,74
	Atomkraftwerke	0,59	
	Schlechte Verkehrsanbindung	0,54	
	Schlechte Gerüche	0,52	
	Wenig Kinderspielplätze	0,45	
	Wenig Grünflächen	0,36	
5. Soziales Nachbarn	Nachbarschaftslärm	0,79	0,65
	Unfreundliche Nachbarn	0,78	
Item Eisenbahn	Eisenbahnlärm	--	--

Die Ergebnisse der Tabelle 12-5 zeigen, dass die zwei unspezifischen Items „Luftverschmutzung“ und „Umweltgefährdung durch Schadstoffe im Boden und in Lebensmitteln“ auf dem Faktor Flugverkehr hoch laden. Offenbar werden diese Noxen vornehmlich mit dem Flugverkehr assoziiert. Dadurch wird deutlich, dass nicht nur die Lärmproblematik, sondern auch Schadstoffe und die Luftverschmutzung

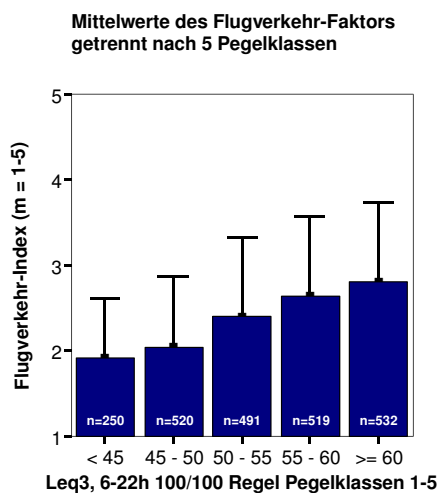
für die Bewohner des Rhein-Main-Gebietes wichtige Aspekte hinsichtlich der Wahrnehmung des Flugverkehrs sind.

Eine Indexbildung der 23 Items wird über:

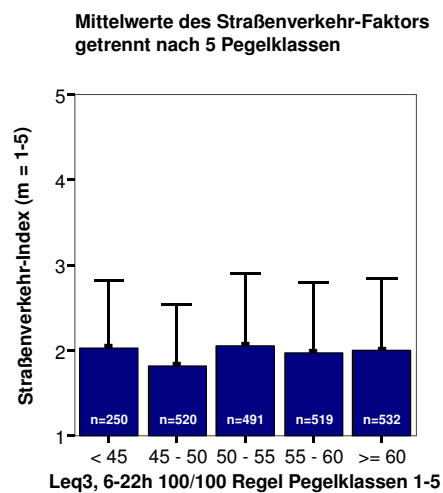
- eine Aggregation aller Items zu einem einzigen Mittelwert pro Person erzielt, und
- eine Aggregation der Items eines Faktors zu einem einzigen Mittelwert erzielt. Dabei entstehen fünf Mittelwerte pro Person, da fünf Faktoren extrahiert werden. Auf diese Weise entstehen z.B. die Skalen „Flugverkehr“ und „Straßenverkehr“.

12.3.3 Ergebnisse: Darstellungen der Mittelwerte aller Faktoren/ Indizes

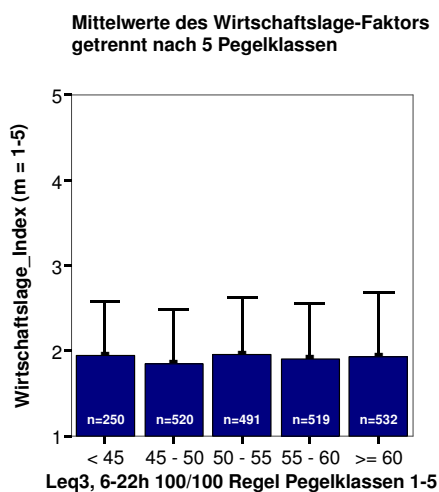
Im Folgenden werden die Mittelwerte faktorgebunden dargestellt, d.h. pro ermitteltem Faktor werden die zugehörigen Items gemittelt, um spezielle Indizes aus dieser Gesamtskala zu bilden. Die Ergebnisse der Realverteilung werden tabellarisch mitgeteilt (Tabelle 12-6).



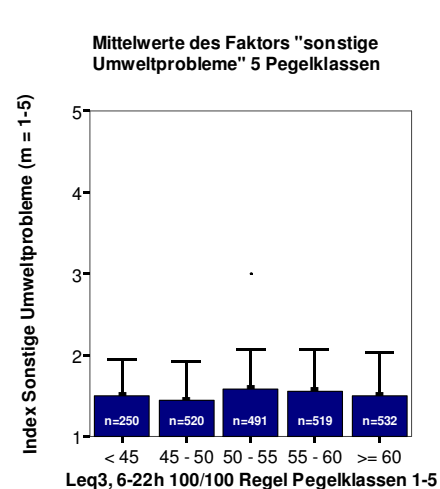
Faktor „Flugverkehr“



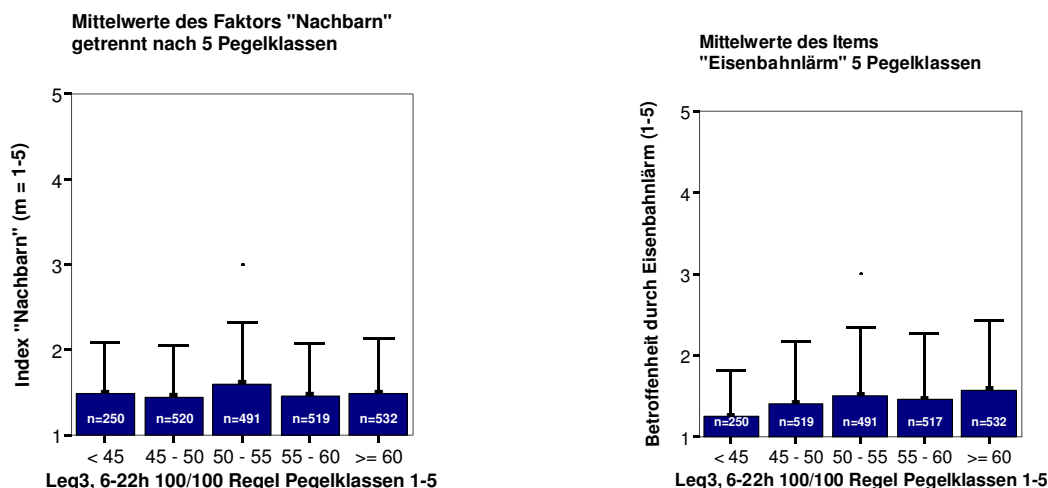
Faktor „Straßenverkehr“



Faktor „Wirtschaftslage/ Bevölkerung“



Faktor „sonstige Umweltprobleme“



Faktor „Nachbarn“

Item „Eisenbahnlärm“

Abbildung 12-24a-f: Die Faktoren Umwelt- und Sozialprobleme: Mittelwerte über die 5 Pegelklassen LAeq3, 06-22, 100/100 Regel

Tabelle 12-6: Die Faktoren Umwelt- und Sozialprobleme: Mittelwerte über die 5 Pegelklassen LAeq3, 06 22, Realverteilung

Leq3, 6-22h Realverteilung		Umwelt- und Sozialprobleme: F1 Straßenverkehr (m = 1-5)	Umwelt- und Sozialprobleme: F2 Flugverkehr (m = 1-5)	Umwelt- und Sozialprobleme: F3 Wirtschaftslage (m = 1-5)	Umwelt- und Sozialprobleme: F4 Luft- & Wasser (m = 1-5)	Umwelt- und Sozialproblem e: F5 Nachbarn (m = 1-5)	Umwelt- und Sozialprobleme: Eisenbahnlärm (1-5)
1,00 < 45	Mittelwert	1,9695	1,9555	1,9017	1,4723	1,4573	1,2700
	N	363	363	363	363	363	363
	Std	,78605	,71085	,65273	,45435	,58430	,60281
2,00 45 - 50	Mittelwert	1,8819	2,1103	1,8909	1,4639	1,5195	1,3936
	N	565	565	565	565	565	564
	Std	,76092	,85761	,65034	,46988	,66948	,75228
3,00 50 - 55	Mittelwert	2,0129	2,5446	1,9199	1,6100	1,5402	1,4899
	N	497	497	497	497	497	496
	Std	,84242	,91853	,66744	,50702	,66629	,84081
4,00 55 - 60	Mittelwert	2,0781	2,7155	1,9545	1,5375	1,5264	1,5629
	N	701	701	701	701	701	700
	Std	,84038	,93745	,70718	,52483	,65657	,88238
5,00 >= 60	Mittelwert	1,7997	2,8513	1,8732	1,5004	1,3468	1,6183
	N	186	186	186	186	186	186
	Std	,74824	,93307	,75936	,52234	,51927	,82494
Insgesamt	Mittelwert	1,9767	2,4225	1,9167	1,5219	1,5024	1,4643
	N	2312	2312	2312	2312	2312	2309
	Std	,81072	,93688	,68117	,49965	,64275	,80572

Aus Abbildung 12-24a-f und Tabelle 12-6 wird deutlich, dass lediglich der Faktor „Flugverkehr“ eine steigende Tendenz bzw. Problemausprägung mit zunehmender Pegelklasse aufweist. Gleichmäßige Verteilungen weisen die Faktoren „Straßenverkehr“, „Wirtschaftslage/Bevölkerung“, „sonstige Umweltprobleme“ und „Nachbarn“ auf, wobei mit der Reihenfolge ihrer Benennung die mittlere Ausprägung von Sozial- und Umweltproblemen sinkt. Das bedeutet: Während über alle Pegelklassen die mittlere Betroffenheit für die Faktoren „Straßenverkehr“ und „Wirtschaftslage/Bevölkerung“ bei ca. M=2 liegt („schwach betroffen“), liegen die mittleren Betroffenheitsgrade für die Faktoren „sonstige Umweltprobleme“ und „Nachbarn“ eher zwischen 1=„gar nicht betroffen“ bis 2=schwach betroffen. Das

Item „Eisenbahnlärm“ zeigt in der niedrigsten Pegelklasse die geringste mittlere Ausprägung von Problemen.

Die fünf Faktoren als gemittelte Indizes sowie der Gesamtindex (Mittelwert über alle 23 Items) wurden mit der 5er Pegelklasse als Faktor gemäß GLM Typ I (s.u.) geprüft. Es ergeben sich für die Pegelklasse folgende signifikante Effekte.

Tabelle 12-7: Signifikanzprüfungen Umwelt- und Sozialprobleme aller fünf Faktoren nach Pegelklassen (PK) nach LAeq3, 06-22, 100/100Regel

Faktoren	df	F	p	η^2	Differenz Pegelklasse (PK) in dB(A); Posthoc (Scheffé)
Flugverkehr	4,2160	50.56	0.00	0.087	PK < 45 vs. 50-55, 55-60, $\geq$ 60 PK $\geq$ 60 vs. < 45, 45-50, 50-55
Straßenverkehr	4, 2160	2,9	0,02	0,005	PK 45-50 vs. allen anderen
Wirtschaftslage/ Bev.	4, 2160	1,1	0,35	0,002	keine Differenzen
Sonstige Umweltprobleme	4, 2160	2,7	0,03	0,005	keine Differenzen
Nachbarn	4, 2160	5,0	0,00	0,009	PK 50-55 vs. < 45, 45-50 + 55-60
Eisenbahnlärm	4, 2157	5,4	0,00	0,010	PK < 45 vs. 50-55 + $\geq$ 60
Gesamtindex	4, 2160	8,2	0,00	0,015	PK < 45 vs. 50-55, 55-60, $\geq$ 60 PK 45-50 vs. 50-55, 55-60, $\geq$ 60

Wie jedoch Abbildung 12-24a-f zeigen, unterscheiden sich die Mittelwerte der nicht fluglärmspezifischen Skalen nur geringfügig voneinander und die Effektstärken (Tabelle 12-7) sind sehr schwach. Wie die Posthoc-Scheffé-Tests zeigen, ist nur bei dem Faktor „Flugverkehr“ eine Systematik zum Schallpegel festzustellen (Tabelle 12-7). Ein vergleichbares Muster wurde für die Realverteilung ermittelt.

Die Gesamtschau der Faktoren zeigt, dass die Fluglärmexposition sich nicht generalisierend auf die Bewertung nicht fluglärmrelevanter Umwelt- und Sozialprobleme auswirkt.

In der Münchner Fluglärmstudie (Meis, 1998) führte der Neubau des Flughafens auch zu Veränderungen der Infrastruktur, so dass nicht nur der Fluglärmpegel, sondern auch (noch) diese Veränderungen eine Wirkung gehabt haben könnten. Derartige systematische Unterschiede bezüglich der Infrastruktur konnten, basierend auf den hier vorliegenden Analysen und Daten, nicht gefunden werden.

Es kann davon ausgegangen werden, dass keine systematischen konfundierenden Effekte von Sozial- und Umweltproblemen auf andere Themenbereiche dieses Gutachtens wirken, wenn die Pegelklassen gemäß LAeq3, 06-22, als unabhängige Variable in die Analysen einbezogen werden.

Welche Items des dominierenden Faktors „Flugverkehr“ bestimmen diesen? Um diese Frage zu klären, wurden die vier Items des Faktors „Flugverkehr“ separat ausgewertet.

12.3.4 Ergebnisse zum Faktor Flugverkehr (Mittelwerte der Items)

Im Folgenden werden die Mittelwerte der 4 Items, welche auf dem Faktor „Flugverkehr“ laden, durch Graphiken und Tabellen veranschaulicht.

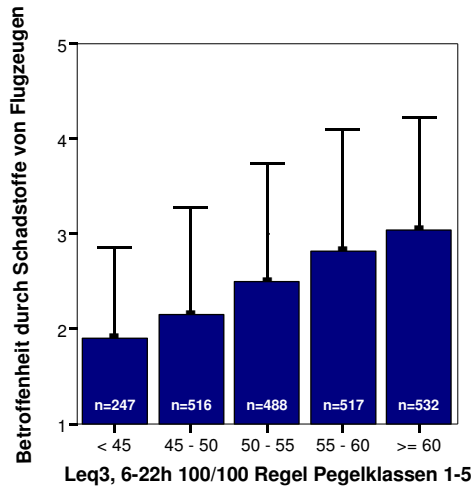
Tabelle 12-8 : Mittelwerte der Items des Faktors Flugverkehr (100/100Regel)

Leq3, 6-22h 100/100 Regel		F1.15.23 Schadstoffe von Flugzeugen	F1.15.11 Fluglärm	F1.15.12 Umweltgefährdung d. Schadstoffe im Boden	F1.15.2 Luft- verschmutzung
1,00 < 45	Mittelwert	1,90	2,13	1,63	2,00
	N	247	250	249	250
	Std	,958	,927	,756	,927
2,00 45 - 50	Mittelwert	2,16	2,49	1,62	1,93
	N	516	520	515	516
	Std	1,120	1,121	,813	1,019
3,00 50 - 55	Mittelwert	2,50	3,11	1,85	2,20
	N	488	490	488	490
	Std	1,228	1,249	,961	1,044
4,00 55 - 60	Mittelwert	2,81	3,54	1,87	2,34
	N	517	514	509	517
	Std	1,284	1,194	,939	1,110
5,00 >= 60	Mittelwert	3,04	3,76	2,12	2,31
	N	532	531	529	532
	Std	1,185	1,112	1,070	1,192
Insgesamt	Mittelwert	2,55	3,11	1,84	2,18
	N	2300	2305	2290	2305
	Std	1,242	1,280	,949	1,089

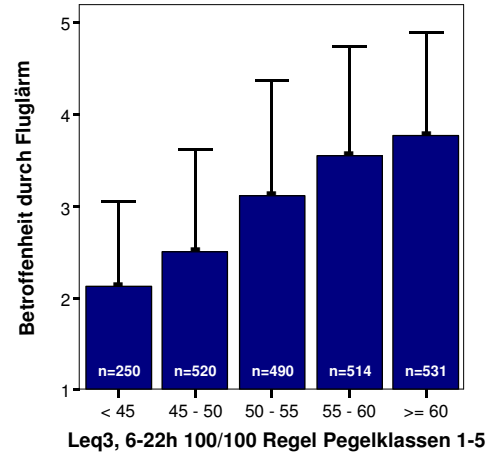
Tabelle 12-9: Mittelwerte der Items des Faktors Flugverkehr (Realverteilung)

Leq3, 6-22h Realverteilung		F1.15.23 Schadstoffe von Flugzeugen	F1.15.11 Fluglärm	F1.15.12 Umweltgefährdung d. Schadstoffe im Boden	F1.15.2 Luft- verschmutzung
1,00 < 45	Mittelwert	1,98	2,28	1,63	1,92
	N	360	363	362	362
	Std	,990	,982	,774	,922
2,00 45 - 50	Mittelwert	2,21	2,58	1,64	2,01
	N	559	564	559	562
	Std	1,161	1,172	,842	1,022
3,00 50 - 55	Mittelwert	2,68	3,34	1,90	2,26
	N	495	496	494	495
	Std	1,256	1,240	,967	1,067
4,00 55 - 60	Mittelwert	2,92	3,61	2,00	2,31
	N	700	696	691	700
	Std	1,261	1,173	,998	1,151
5,00 >= 60	Mittelwert	2,95	3,88	2,11	2,46
	N	186	186	184	186
	Std	1,136	1,076	1,121	1,235
Insgesamt	Mittelwert	2,55	3,11	1,84	2,18
	N	2300	2305	2290	2305
	Std	1,242	1,280	,949	1,089

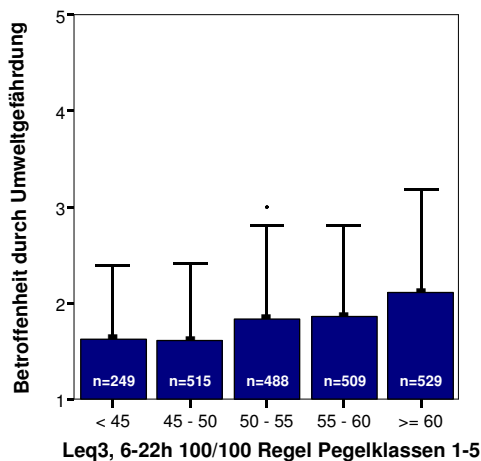
Wie Tabelle 12-8 und Tabelle 12-9 zu entnehmen ist, steigen die Mittelwerte aller Items mit zunehmender Pegelklasse an. Besonders deutlich ist dieser Anstieg bei dem Item „Betroffenheit durch Fluglärm“. Die folgenden Abbildungen geben die Mittelwerte graphisch wieder (100/100Regel).



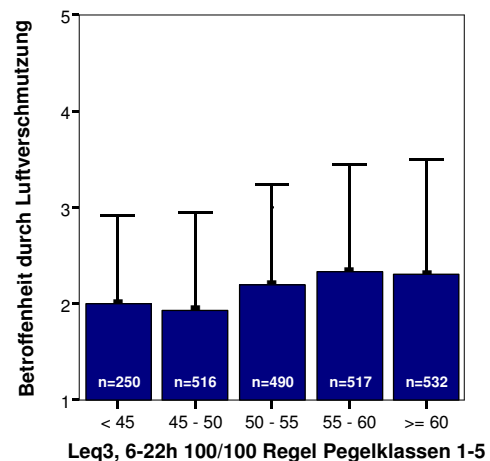
Schadstoffe von Flugzeugen



Fluglärm



Umweltgefährdung durch Schadstoffe im Boden & Lebensmitteln



Luftverschmutzung

Abbildung 12-25a-d: Mittelwerte der Items des Faktors Flugverkehr (LAeq3, 06-22, 100/100 Regel)

Wie Abbildung 12-25a-d zu entnehmen ist, gibt es bei den Items „Betroffenheit durch Fluglärm“ und „Betroffenheit durch Schadstoffe durch Flugzeuge“ sowohl die größten Werte als auch den stärksten Anstieg über die Pegelklassen. In der Pegelklasse ≥ 60 dB(A) wurde fast ein Wert von „stark“ erreicht ($M=3.8$). Deutlich geringer sind die Anstiege der Items „Umweltgefährdung“ und „Luftverschmutzung“. Auch hier ist der Anstieg jeweils geringer als bei den ersten Items.

Der Faktor Flugverkehr wird also hauptsächlich durch die Items „Schadstoffe von Flugzeugen“ und insbesondere „Fluglärm“ in seiner Ausprägung bestimmt. So waren zwar alle vier Items bezüglich des

Schallpegels (LAeq3, 06-22, 100/100 Regel) signifikant, doch erreichte das Item „Fluglärm“ eine Effektstärke von 20%, was als hoch einzustufen ist, gefolgt von „Schadstoffen durch Flugzeuge“ mit 10%, „Schadstoffe im Boden und in Lebensmitteln“ mit 4% und „Luftverschmutzung“ mit 2%.

Auswertungskonzept Umwelt- und Sozialprobleme

Insgesamt werden folgende varianzanalytische Designs mittels GLM für den Faktor „Flugverkehr“ eingesetzt. Dabei handelt es sich bei diesem Faktor um eine Mittelwertbildung der 4 Items pro Person, so dass Werte zwischen 1=„gar nicht“ bis 5=„sehr stark“ betroffen möglich sind. Die vier Items können in der Tabelle 12-5 zur Faktorenanalyse nachgelesen werden. Höhere Werte zeigen immer eine höhere Betroffenheit durch den Umwelt- oder Sozialfaktor an.

Ergebnisse Faktor Flugverkehr Varianzanalysen Typ 1 und 2

Die Prüfung erbringt auf dem 5%-Niveau 4 signifikante Hauptwirkungen, nämlich für die Pegelklasse, das Alter, die Geschlechts- und die Schichtzugehörigkeit.

▪ Pegelklasse

Die Ergebnisse der Varianzanalyse gemäß „Typ 1“ zeigten einen signifikanten Effekt mit $F(4,2160)=50.56$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.087$ des Schallpegels hinsichtlich der vier gemittelten Flugverkehr-Items. Posthoc-Scheffé-Testungen auf dem 5%-Niveau ergeben eine signifikante Gruppierung in drei Klassen: Es kann zwischen Pegelklassen unter 50 dB(A), 50-55 dB(A) und ab 55 dB(A) differenziert werden. Das heißt, dass die unteren 2 Pegelklassen sich von der mittleren und den zwei oberen Pegelklassen signifikant unterscheiden. Diese Tendenz wird in Abbildung 12-24a deutlich.

Die oberen Pegelgruppen 55-60 und ≥ 60 dB(A) zeigen also hier die höchste selbst berichtete Betroffenheit bezüglich des Flugverkehr-Faktors. Es wird deutlich, dass für alle Pegelklassen der Index im Mittel zwischen den Werten 2-3 pendelt, was „schwach“ bis „deutlich“ betroffen bedeutet. Die Effektstärke der 5er-Pegelklasse auf diesen Index beträgt 8.7%

▪ Alter

Das Alter hat einen Einfluss auf den Flugverkehr-Index. Der Haupteffekt wird durch die Varianzanalyse Typ I ermittelt: $F(2,2160)=4.7$, $p=0.01$, $\eta_p^2=0.004$. Ferner ergeben Posthoc-Scheffé-Testungen auf dem 5%-Niveau signifikante Differenzierungen zwischen Personen von 40-60 Jahren und den anderen zwei Altersgruppen. Dieser Haupteffekt beträgt lediglich 0.4%. Die Ergebnisse werden in Abbildung 12-26a dargestellt.

▪ Geschlecht

Das Geschlecht hat einen Einfluss auf den Flugverkehr-Index. Der Haupteffekt wird durch die Varianzanalyse Typ I ermittelt: $F(1,2160)=18.0$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.008$. Tendenziell fühlen sich Frauen betroffener als Männer bezüglich der Items dieses Indexes. Dieser Haupteffekt beträgt lediglich 0.8%, so dass hier die Unterschiede als schwach anzusehen sind (vgl. Abbildung 12-26b).

▪ Soziale Schicht

Die soziale Schicht hat einen Einfluss auf den Flugverkehr-Index. Der Haupteffekt wird durch die Varianzanalyse Typ I ermittelt: $F(2,2160)=20.0$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.018$. Ferner ergeben Posthoc-Scheffé-

Testungen auf dem 5%-Niveau signifikante Differenzierungen zwischen allen drei Schichten. Tendenziell fühlt sich die Oberschicht betroffener, gefolgt von der Mittelschicht und schließlich der Unterschicht. Dieser Trend verstärkt sich mit zunehmendem Pegel (Effektstärke: 1.8%). Bei 60 dB(A) ist die Differenzierung am größten (vgl. Abbildung 12-26c).

■ Interaktionen:

Geprüfte Interaktionen mit dem Pegel und den Moderatoren sind auf dem 5%-Niveau nicht signifikant.

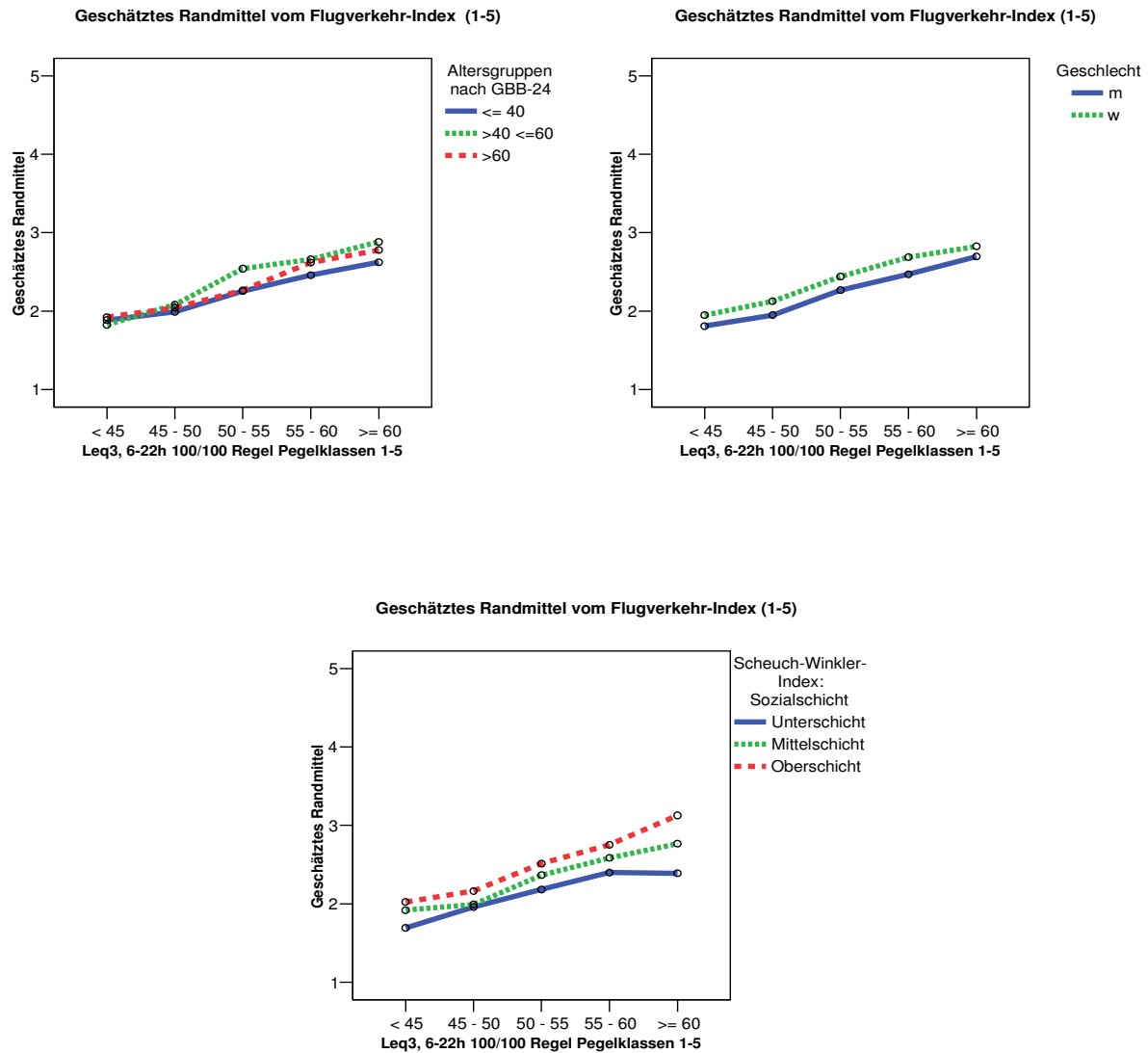


Abbildung 12-26a-c: Faktor „Flugverkehr“: Randmittel Alter, Geschlechts- und Schichtzugehörigkeit $\times$ Pegel (LA_{eq3} , 06-22, 100/100 Regel)

Weiterhin wurden die Moderatoren Wohndauer, Lärmempfindlichkeit, Fensterstellung und Erwartung an den Flughafenausbaue herangezogen. Die Prüfung mit den Moderatoren erbringt auf dem 5%-Niveau drei signifikante Haupteffekte und 2 signifikante Interaktionen. Die Randmittel können Abbildung 12-27a-d entnommen werden.

Erwartung

Personen, die eine Verschlechterung nach dem Flughafenausbau erwarten, berichten eine höhere Betroffenheit auf dem Faktor Flugverkehr als Personen, die Positiveres erwarten ($F(1,1863)=245.3$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.119$). Dieser Haupteffekt hat eine Stärke von 11.9%.

Lärmempfindlichkeit

Dieser Haupteffekt weist auf dem 5%-Niveau Signifikanz auf: $F(1,1863)=56.9$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.030$. Lärmempfindliche Personen fühlen sich im Mittel betroffener als nicht-lärmempfindliche Personen bezüglich der vier Items des Faktors „Flugverkehr“. Insgesamt hat dieser Effekt eine Stärke von 3.0%.

Wohndauer

Dieser Haupteffekt weist auf dem 5%-Niveau Signifikanz auf: $F(3,1863)=6.6$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.011$. Posthoc-Scheffé-Testungen auf dem 5%-Niveau ergeben eine signifikante Differenzierung der Wohndauer > 38 Jahren von allen anderen Gruppen. Es zeigt sich die leichte Tendenz, dass die Betroffenheit mit der Wohndauer steigt.

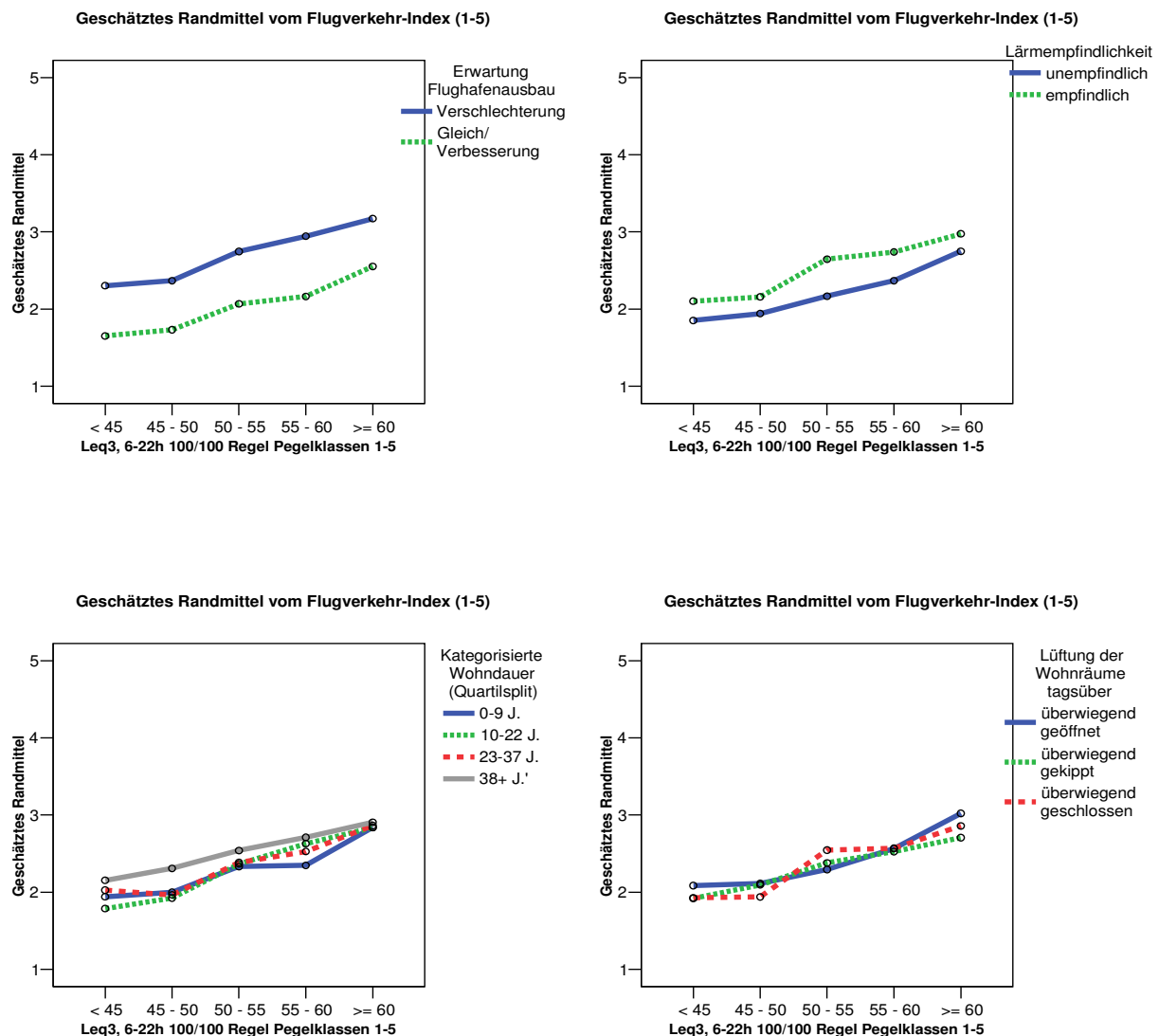


Abbildung 12-27a-d: Randmittel zum Faktor „Flugverkehr“. Erwartung an den Flughafenausbau, Lärmempfindlichkeit, Wohndauer und Fensterstellung x Pegel (LAeq3, 06-22, 100/100 Regel)

- Interaktion Pegel x Fensterstellung

Diese Interaktion ist auf dem 5%-Niveau signifikant: $F(8,1863)=2.6$, $p=0.03$, $\eta_p^2=0.009$. Vor allem die Randmittel der Befragtengruppe, welche tagsüber die Fenster überwiegend geschlossen halten, verlaufen nicht nach dem Trend der anderen zwei Gruppen. Allerdings pendeln die Randmittel um 2-3, nämlich zwischen „schwach“ und „deutlich“ betroffen“. Die Effektstärke dieser Interaktion beträgt 0.3% (Abbildung 12-27d).

12.3.5 Zusammenfassung der Ergebnisse zu Umwelt- und Sozialproblemen

Die Analysen zu den Umwelt- und Sozialproblemen im Rhein-Main-Gebiet um den Frankfurter Flughafen offenbarten eine Struktur der fünf Faktoren: „Straßenverkehr“, „Flugverkehr“, „Wirtschaftslage/Bevölkerung“, „Sonstige Umweltprobleme“ und „Nachbarn“. Die fluglärmbezogenen Analysen des Fluglärmtagespegels offenbarten wiederum den sehr dominanten Faktor des Flugverkehrs. Die Pegelklassen zeigten bezüglich der anderen vier Faktoren keine systematischen Unterschiede.

Das Thema Fluglärm hat zu keinem großen Generalisierungseffekt in dem Sinne geführt, dass die Bewertung weiterer Umweltthemen oder Sozialprobleme negativer ausfällt¹⁸. Anderenfalls müssten hier klarere Wirkungszusammenhänge zu beobachten sein.

Der dominante Faktor Flugverkehr mit einer Effektstärke von fast 9% (100/100 Regel; bei der Realverteilung wurde eine vergleichbare Effektstärke von 8% erreicht) setzt sich aus den Items „Schadstoffe von Flugzeugen“, „Fluglärm“ sowie durch die a priori nicht Flugverkehr-bezogenen Items „Umweltgefährdung durch Schadstoffe im Boden/in Lebensmitteln“ sowie „Luftverschmutzung“ zusammen.

Das effektstärkste Item ist dabei der „Fluglärm“ mit 20% gefolgt von „Schadstoffen durch Flugzeuge“ und den beiden anderen Items. Alle vier Items zeigten aber signifikante Abhängigkeiten von den Fluglärmpegelklassen.

Varianzanalytische Auswertungen des Faktors „Flugverkehr“ zeigten, dass Haupteffekte des Alters, der Geschlechts- und der Schichtzugehörigkeit aufgetreten sind. Demnach berichten jüngere Befragte, Männer und Angehörige der Unterschicht über weniger Probleme durch den Flugverkehr. Der Haupteffekt Erwartung bezüglich des Flughafenausbaus zeigte mit ca. 12% einen starken Effekt: Personen, die von einer Verschlechterung ihrer Situation ausgehen, berichten über mehr Probleme des Flugverkehrs. Dies gilt auch für lärmempfindliche Personen.

Insgesamt betrachtet lassen sich klare Wirkungs-Beziehungen gemäß der tagesbezogenen Fluglärmpegelklassen des Faktors Flugverkehr, insbesondere bezüglich des Items „Fluglärm“, nachweisen. Andere Umwelt- und Sozialprobleme spielen nach diesen Analysen eine eher untergeordnete Rolle.

¹⁸ Eine Ausnahme bildet hier die Wohnumgebungszufriedenheit (vgl. vorheriges Kapitel). Hier konnten pegelabhängige Effekte nachgewiesen werden.

13. Besondere Personengruppen

Im Verlauf der Analysen der Breitenerhebung waren zwei Variablen immer wieder bedeutsam. Zum einen stellte sich heraus, dass die Erwartungshaltung (Verschlechterung, keine Veränderung, Verbesserung nach Ausbau) an den Flughafenausbau eine wesentliche Variable bezüglich der Belästigungswirkungen, der subjektiven Gesundheit sowie der subjektiven Umwelt- und Wohnqualität ist. Dies gilt in gleichem Maße auch für das so genannte Fensterstell-Verhalten (überwiegend geöffnet, überwiegend gekippt oder überwiegend geschlossen).

Im Folgenden wird der Frage nachgegangen, ob mit den unterschiedlichen Verhaltens- und Einstellungsmustern bestimmte Personentypen mit bestimmten Antwortmustern assoziiert sind. Zur Analyse werden je nach Ausprägung der Einstellung oder des Verhaltens sowohl soziodemografische als auch Daten zur Belästigung, subjektiven Gesundheit, Anzahl selbst berichteter Krankheiten und zur Wohn- und Umweltqualität kurz deskriptiv dargestellt.

13.1 Erwartungen gegenüber dem Ausbau (F6.3)

In nachfolgender Tabelle sind sowohl die soziodemografischen Charakteristika, die Belästigungsreaktionen als auch die wesentlichen Kennwerte der subjektiven Gesundheit der drei unterschiedlichen Gruppen beschrieben.

Tabelle 13-1: Analyse von Personengruppen in Abhängigkeit der Einschätzung der Veränderung der Wohnsituation durch den Ausbau des Frankfurter Flughafens

	Veränderung d. Wohnsituation durch den Ausbau des Frankfurter Flughafens			
Variablen[#]	Verschlechterung N=1.242	k. Veränderung N=609	Verbesserung N=45	k.A./ Kein Urteil N=380
Alter in Jahren*	52,9 (17,8)	52,2 (18,5)	46,1 (17,8)	53,9 (20,4)
Wohndauer in Jahren*	25,7 (18,8)	23,9 (17,8)	20,2 (15,1)	25,7 (18,5)
Geschlechtszugehörigkeit	Frauen: 57,0%	24,2%	2,0%	16,9%
	Männer: 50,9%	29,8%	2,1%	17,2%
Schichtzugehörigkeit				
- Unterschicht	44,7%	29,2%	0,9%	25,2%
- Mittelschicht	54,0%	26,9%	2,2%	16,9%
- Oberschicht	58,7%	25,6%	2,4%	13,3%
Belästigung d. Fluglärm*	3,7 (1,1)	2,3 (1,1)	2,6 (1,1)	2,3 (1,1)
Lebensqualität				
- Körperl. Summenskala*	49,3 (9,7)	51,3 (8,3)	53,0 (6,4)	50,0 (9,8)
- Psych. Summenskala*	52,5 (7,6)	55,6 (5,3)	53,0 (8,3)	53,4 (6,2)
Beschwerdedruck*	48,3 (10,2)	44,3 (8,4)	43,7 (8,2)	45,0 (8,4)
Anzahl Krankheiten*	1,8 (1,9)	1,5 (1,8)	1,1 (1,3)	1,6 (2,0)
Schlafqualität (PSQI)*	1,0 (0,7)	0,6 (0,6)	0,6 (0,7)	0,7 (0,7)
*Mittelwerte, Standardabweichungen in Klammern, [#] die Erklärung der Variablen sind den jeweiligen Kapiteln des Gutachtens zu entnehmen				

Demnach zeichnet sich die Personengruppe, die von einer Verschlechterung ihrer Wohnsituation durch den Ausbau des Frankfurter Flughafens ausgeht, durch einen höheren Frauenanteil aus, sie kommt verstärkt aus der Oberschicht und ist länger ortsansässig (über 25 Jahre). Hinsichtlich dieser Variablen unterscheiden sich diese Personen von denen, die von keiner Veränderung oder von einer Verbesserung ausgehen. Dabei ist auffällig, dass Angehörige der Unterschicht über die Veränderung am Flughafen am schlechtesten informiert sind oder keine Angabe gemacht haben.

Weiterhin unterscheiden sich die Personen, die von einer Verschlechterung ihrer Situation ausgehen, von den anderen dahingehend, dass sie wesentlich höher durch den Fluglärm belästigt sind, mehr unter körperlichen und psychischen Befindlichkeitsstörungen sowie unter mehr Krankheiten leiden, einen höheren Beschwerdedruck angeben und über eine deutlich eingeschränkte Schlafqualität berichten.

13.2 Fensterverhalten (F1.8.2)

In nachfolgender Tabelle sind sowohl die soziodemographischen Charakteristika, die Belästigungsreaktionen als auch die wesentlichen Kennwerte der subjektiven Gesundheit der drei unterschiedlichen Gruppen beschrieben. Es wird sich hierbei auf das nächtliche Fensterverhalten beschränkt, da hier die Unterschiede größer waren als beim täglichen Lüften.

Tabelle 13-2: Analyse von Personengruppen in Abhängigkeit des Fensterverhaltens (nächtliches Lüften)

Variablen [#]	Fensterverhalten (nächtliches Lüften)		
	überwiegend...		
	...geöffnet N=438	...gekippt N=1.335	...geschlossen N=495
Alter in Jahren*	50,9 (17,5)	51,9 (18,3)	56,4 (19,2)
Wohndauer in Jahren*	25,4 (17,5)	24,2 (18,2)	27,2 (19,9)
Geschlechtszugehörigkeit	Frauen: 18,0%	57,3%	24,7%
	Männer: 21,3%	60,4%	18,3%
Schichtzugehörigkeit			
- Unterschicht	13,3%	52,2%	34,5%
- Mittelschicht	17,7%	59,1%	23,2%
- Oberschicht	24,3%	60,1%	15,6%
Belästigung d. Fluglärm*	3,2 (1,3)	2,9 (1,3)	3,4 (1,3)
Lebensqualität			
- Körperl. Summenskala*	50,0 (9,7)	50,1 (8,7)	47,9 (10,5)
- Psych. Summenskala*	52,0 (8,4)	53,6 (6,3)	54,2 (6,9)
Beschwerdedruck*	47,7 (10,3)	45,6 (9,3)	47,3 (9,5)
Anzahl Krankheiten*	1,7 (1,9)	1,5 (1,8)	2,1 (2,0)
Schlafqualität (PSQI)*	0,8 (0,7)	0,7 (0,7)	1,0 (0,7)
*Mittelwerte, Standardabweichungen in Klammern, [#] die Erklärung der Variablen sind den jeweiligen Kapiteln des Gutachtens zu entnehmen			

Wie Tabelle 13-2 zeigt, sind hier (die) Unterschiede zwischen den Personen, die nachts die Schlafräume überwiegend geschlossen haben, im Vergleich zu den Personen, die ihr Fenster nachts überwiegend gekippt oder geöffnet haben. Die nächtlichen „Fensterschließer“ zeichnen sich dadurch aus, dass sie älter sind, länger im Wohngebiet leben, einen höheren Frauenanteil haben und tendenziell eher aus der Unterschicht kommen. Diese Gruppe ist durch Fluglärm mehr belästigt, berichtet über deutlich

mehr körperliche Befindlichkeitsstörungen und Krankheiten sowie über eine deutlich reduzierte Schlafqualität. Sie unterscheidet sich dagegen kaum hinsichtlich des psychischen Wohlbefindens und nur leicht bezüglich des Beschwerdedrucks. Eine höhere Lärmempfindlichkeit lässt sich nur im Vergleich zu den „robusteren Fensterkippern“ ausmachen (vgl. 9.6.1).

14. Ergebnisse zur Belästigung im Tagesverlauf

14.1 Generalisierter Tagesverlauf der Fluglärmbelästigung – Breitenerhebung

14.1.1 Verlauf der generalisierten Stundenbelästigungen durch Fluglärm - Breitenerhebung

Abbildung 14-1 und Abbildung 14-3 zeigen jeweils das Ausmaß der stündlichen Fluglärmbelästigung bei gleicher Geräuschbelastung im Tagesverlauf; die Flugverkehrsberäuschbelastung ist einmal berechnet nach der 100/100-Regel (Abbildung 14-1) und einmal nach der Realverteilung (Abbildung 14-3). Dargestellt ist für jede Lärmquelle und Stunde zwischen 5 und 23 Uhr die mittlere Lärmbelästigung pro Pegelklasse (Stundenpegel, $Leq3,1h$, Pegelklassenbreite: 5 dB). Ein Proband ist über den Tag verteilt unterschiedlichen Stundenpegelklassen zugeordnet worden, je nachdem, welche Belastung zu einer gegebenen Tagesstunde für ihn ermittelt worden ist. Abbildung 14-2 und Abbildung 14-4 stellen den gleichen Sachverhalt für die Fluglärmbelästigung im Tageslauf am Wochenende dar.

Sowohl werktags als auch am Wochenende ist pegelübergreifend ein augenscheinlicher Anstieg der Fluglärmbelästigung ab den späteren Nachmittagsstunden (ca. ab 16 Uhr) festzustellen. Werktags weist der Verlauf der spätnachmittäglichen und abendlichen Fluglärmbelästigung etwas größere Sprünge als am Wochenende auf. Der Belästigungsverlauf am Wochenende verläuft „glatter“, was darauf zurückzuführen ist, dass am Wochenende bereits tagsüber die Fluglärmbelästigung (bei gleichem Pegel) höher ist als am Werktag.

Sollte der beobachtete Anstieg der spätnachmittäglichen/abendlichen Fluglärmbelästigung auf einen Verlaufstrend hinweisen, so müsste bei einer Einteilung des Tages in einen 12h-Tag (6-18h), Abend (18-22h) und Nacht (22-6h) die nach diesen Tageszeitfenstern definierte Dosis-Wirkungskurve für die Abendbelästigung oberhalb der Dosis-Wirkungskurve für die 12h-Tagesbelästigung liegen. Hierauf wird in Abschnitt 14.1.2 eingegangen.

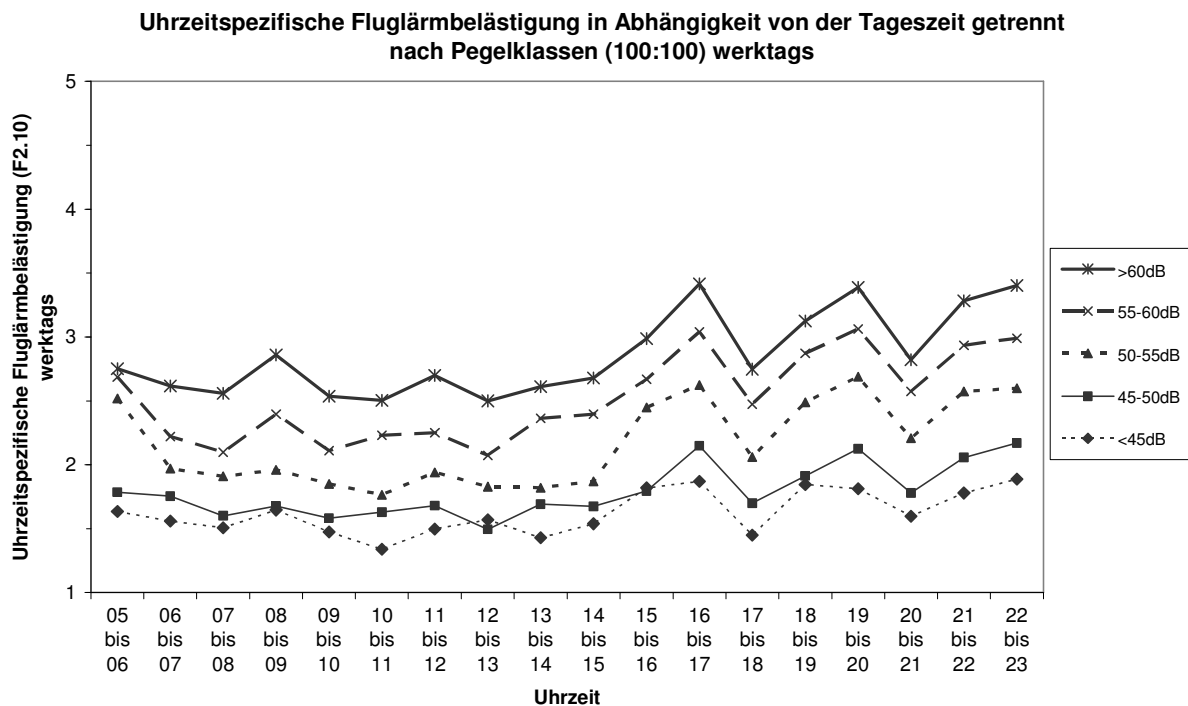


Abbildung 14-1: Fluglärmbelastung werktags im Tagesverlauf getrennt nach Stundenpegelklassen (Leq3,1h) berechnet nach 100/100-Verfahren

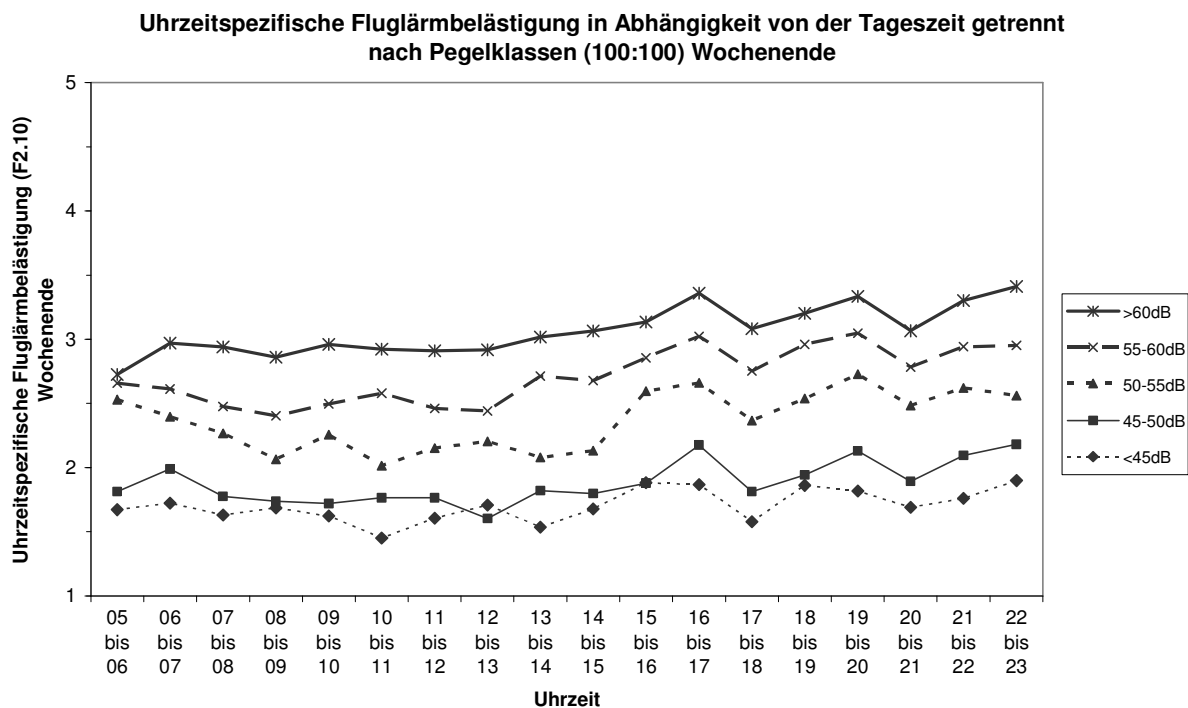


Abbildung 14-2: Fluglärmbelastung am Wochenende im Tagesverlauf getrennt nach Stundenpegelklassen (Leq3,1h) berechnet nach 100/100-Verfahren

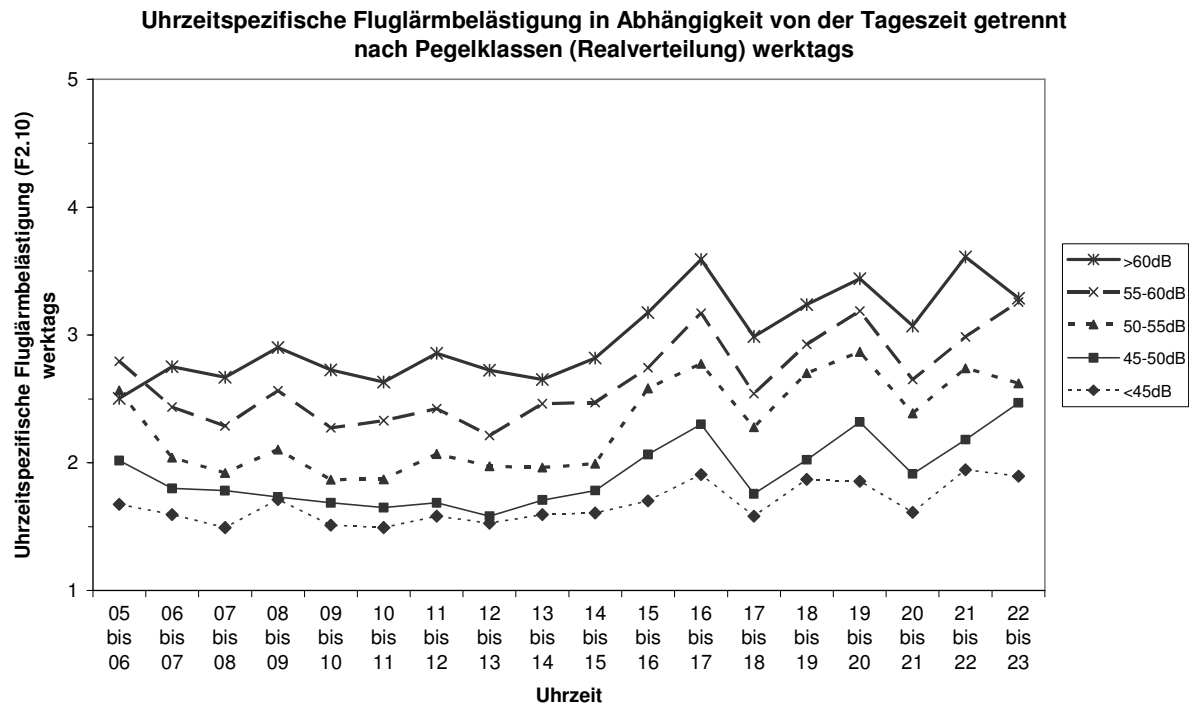


Abbildung 14-3: Fluglärmbelastung werktags im Tagesverlauf getrennt nach Stundenpegelklassen ($Leq3,1h$) berechnet nach Realverteilung

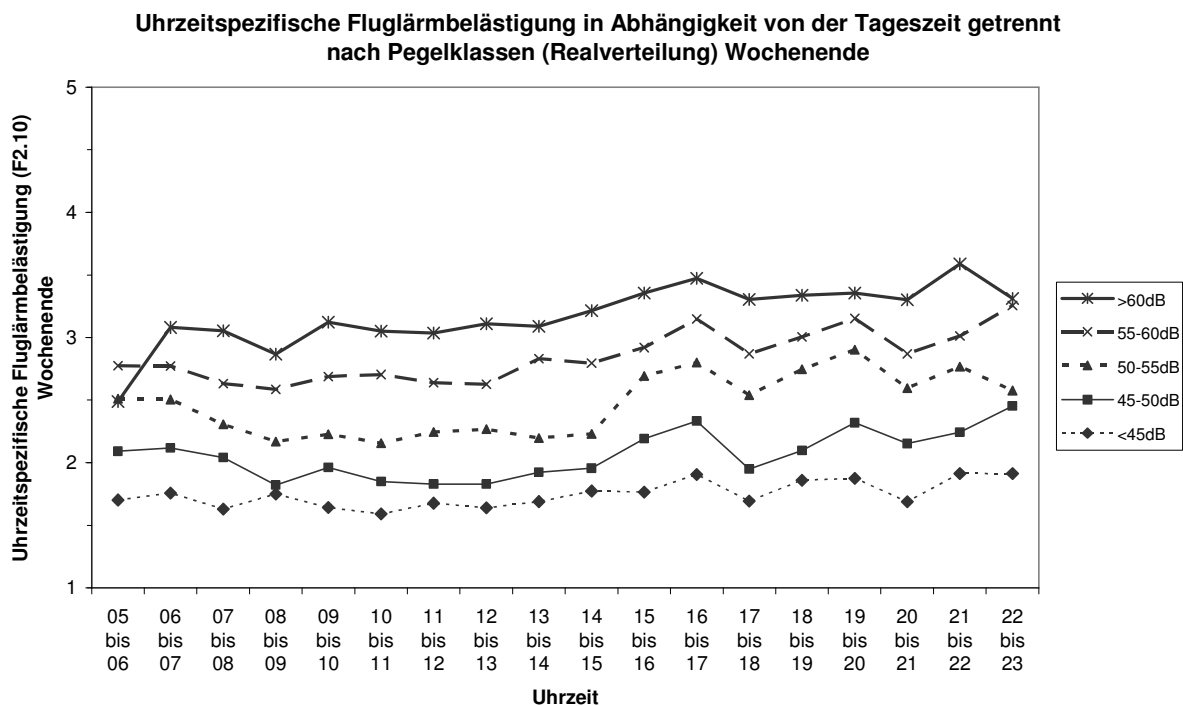


Abbildung 14-4: Fluglärmbelastung am Wochenende im Tagesverlauf getrennt nach Stundenpegelklassen ($Leq3,1h$) berechnet nach Realverteilung

14.1.2 Dosis-Wirkungsbeziehungen für Tag, Abend, Nacht

Für die Bestimmung der Dosis-Wirkungsbeziehung tags, abends und in der Nacht wurde für die Definition der 12h-Tageslärmbelästigung der Mittelwert aus den Stundenbelästigungen 6-18 Uhr werktags und am Wochenende, für die Definition der Abendbelästigung der Mittelwert aus den Stundenbelästigungen 18-22 Uhr werktags und am Wochenende bestimmt.

Abbildung 14-5 zeigt die durchschnittliche Fluglärmbelästigung, Abbildung 14-6 den Anteil hoch Belästigter in Abhängigkeit des L_{eq3} -Pegels jeweils bezogen auf die Tageszeiträume 6-18h (Tag), Abend (18-22h) und Nacht (22-6h). Die Pegel sind hier nach der 100/100-Regel berechnet. Abbildung 14-7 und Abbildung 14-8 zeigen die gleichen Darstellungen für Pegel berechnet nach der Realverteilung.

Im L_{eq3} -Bereich 45 bis etwa 55 dB(A) – nach 100/100-Regel – liegt die durchschnittliche nächtliche Belästigung durch Fluglärm oberhalb der Abendbelästigung, die wiederum oberhalb der Tagesbelästigung. Ab etwa 55 dB(A) unterscheiden sich Abend- und Nachtbelästigung kaum voneinander, zusammen jedoch liegen sie weiterhin oberhalb der Tagesbelästigung. Für Pegel berechnet nach Realverteilung gilt dies ab einem Pegel von etwa 52,5 dB(A). Für den Anteil hoch Fluglärmbelästigter (%HA) gilt, dass ab etwa 50 dB(A) – nach beiden Berechnungsverfahren – %HA nachts nicht weiter mit zunehmenden Pegel linear ansteigt, insgesamt %HA abends oberhalb von %HA nachts und tags liegt und sich %HA-Kurven abends und nachts ab einem Pegel von etwa 60 dB(A) einander annähern.

Ein Anteil von 25% HA wird bei der 12h-Tagesbelästigung oberhalb von 60 dB(A) (Realverteilung: oberhalb 57,5 dB(A)) und abends ab 52,5 dB(A) (berechnet nach 100/100-Regel und Realverteilung) erreicht. Nachts finden sich wie erwähnt 25% HA in der Pegelklasse 50 – 52,5 dB(A) sowie ab der Pegelklasse 55 – 57,5 dB(A) (Realverteilung: 52,5 - 55), wobei allerdings die Linearität im Belästigungsanstieg mit zunehmenden Pegel für die Nacht geringer ausfällt als für den 12h-Tag und den Abend.

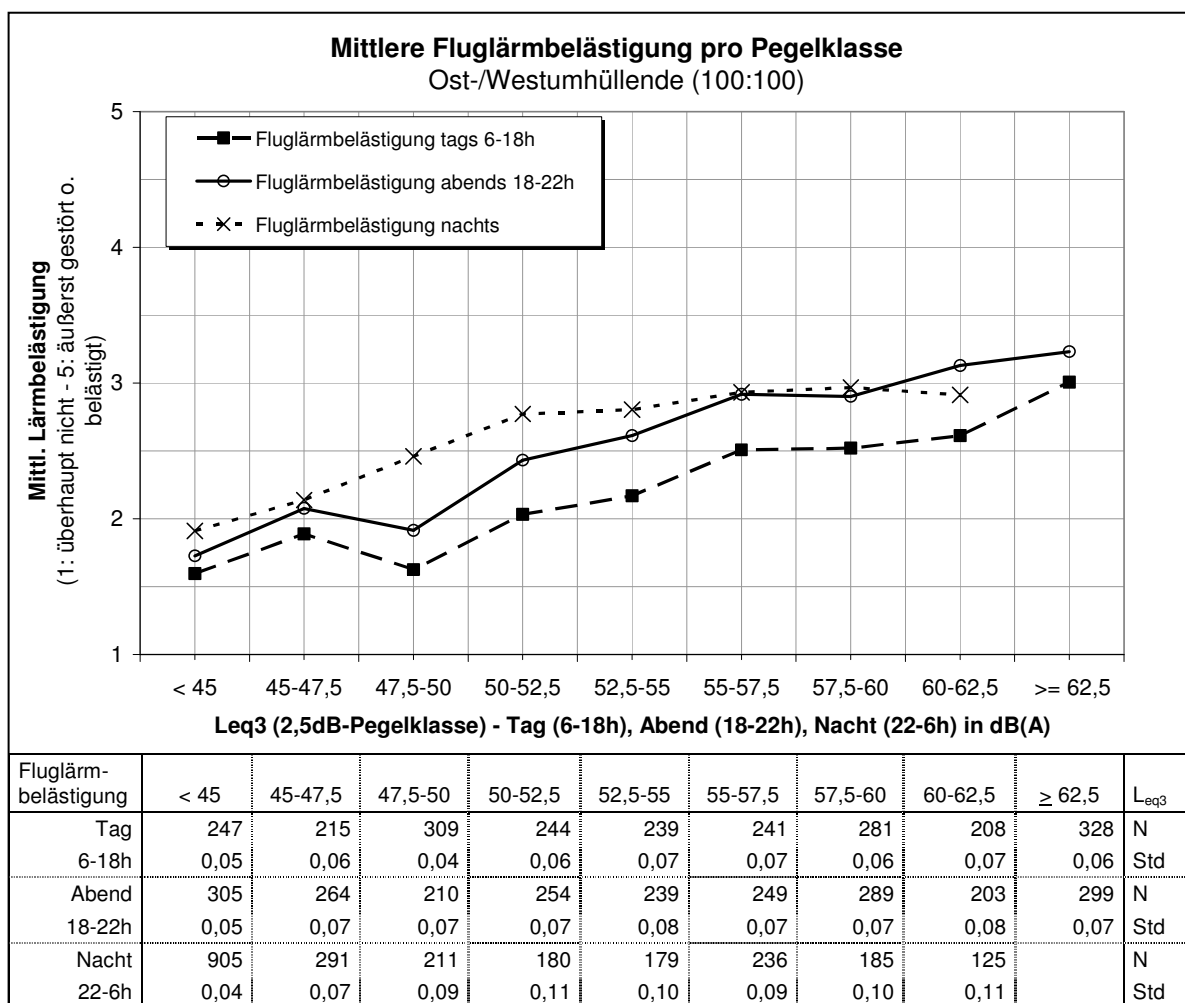


Abbildung 14-5: Fluglärmbelästigung tags, abends, nachts in Abhängigkeit vom entsprechenden L_{eq3} -Pegel für den Zeitraum tags (6-22h), abends (18-22h) und nachts (22-6h) berechnet nach dem 100/100-Verfahren.

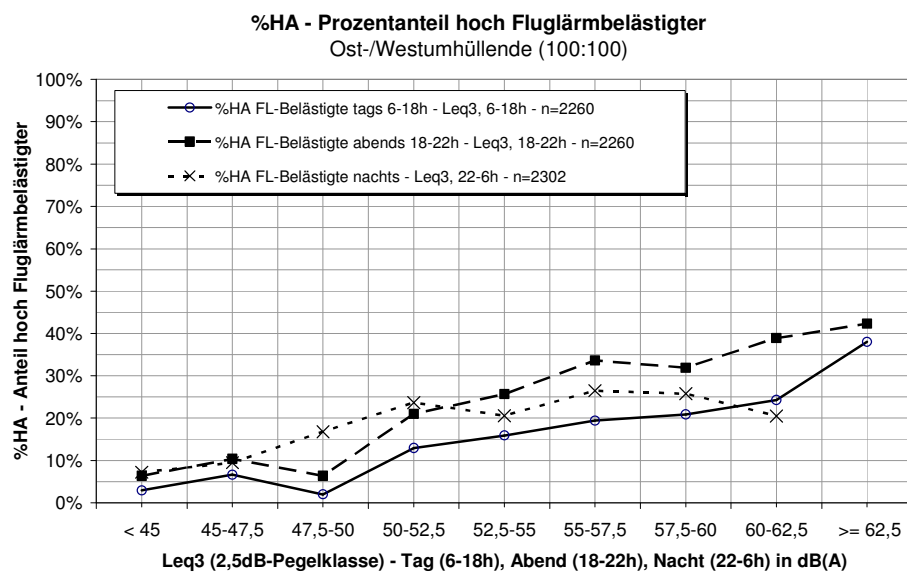


Abbildung 14-6: Anteil hoch Fluglärmbelästigter (%HA) in Abhängigkeit vom L_{eq3} jeweils für die Tageszeiträume Tag, Abend, Nacht – Pegel berechnet nach dem 100/100-Verfahren

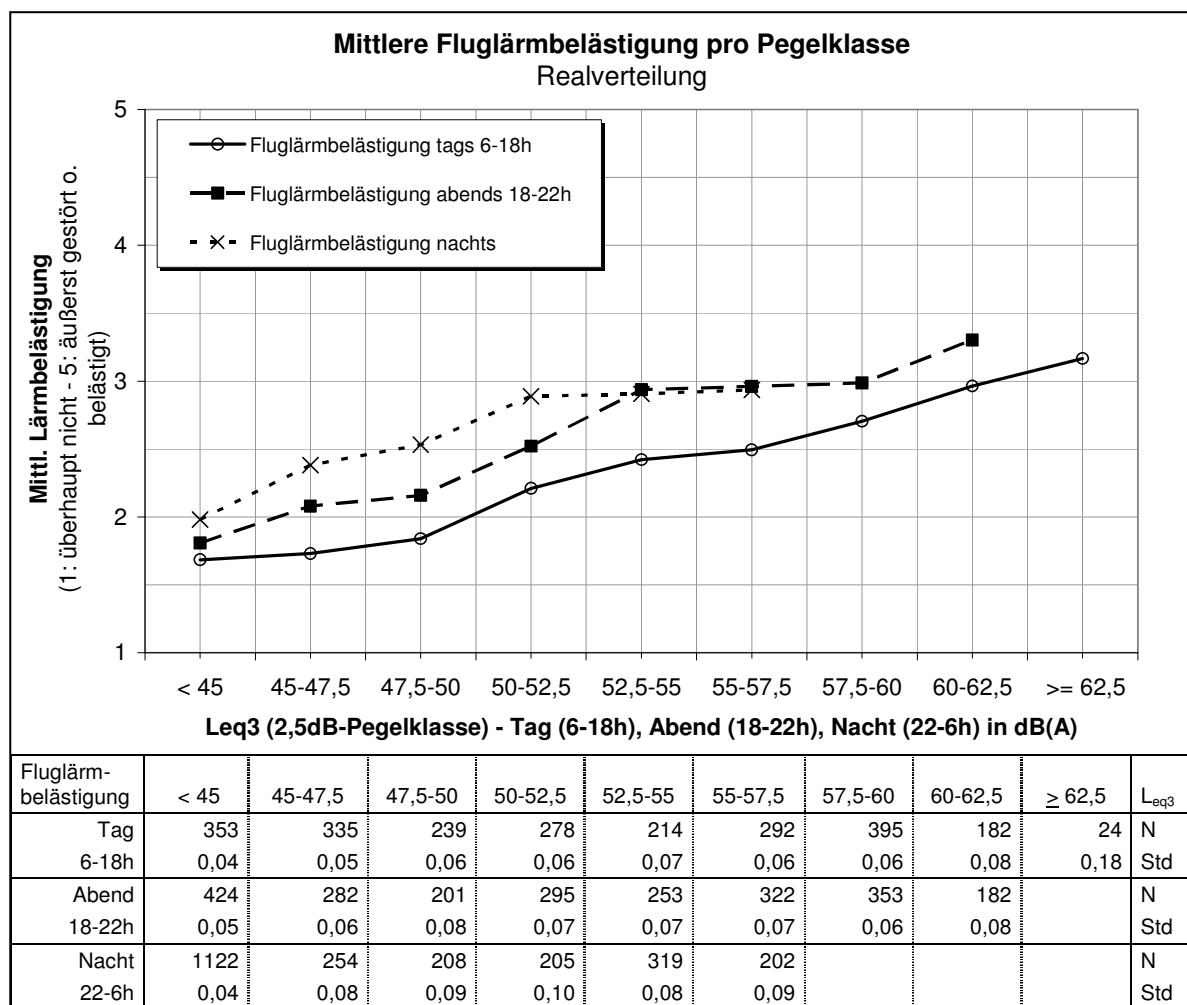


Abbildung 14-7: Fluglärmelastigung tags, abends, nachts in Abhängigkeit vom entsprechenden L_{eq3} -Pegel für den Zeitraum tags (6-22h), abends (18-22h) und nachts (22-6h) berechnet nach der Realverteilung

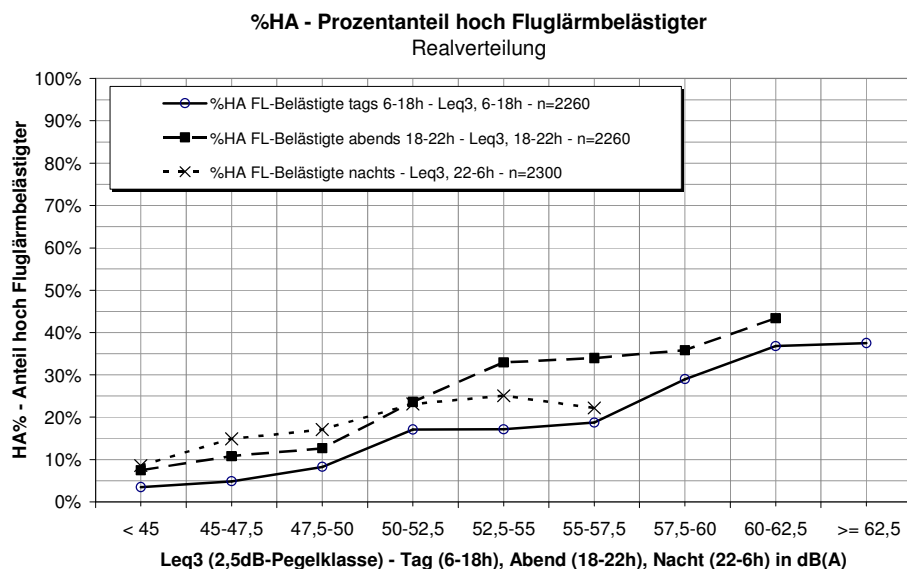


Abbildung 14-8: Anteil hoch Fluglärmelastigter (%HA) in Abhängigkeit vom L_{eq3} jeweils für die Tageszeiträume Tag, Abend, Nacht – Pegel berechnet nach der Realverteilung

14.2 Akute Belästigung durch Fluglärm im Tagesverlauf – Vertiefungsstudie

Die Probanden der Vertiefungsstudie haben an vier aufeinander folgenden Tagen, bestehend aus zwei Werktagen und zwei Wochenendtagen, in einem festgelegten Zeitraum von 7-23 Uhr (erste Abfrage um 8 Uhr rückwirkend für die Stunde 7-8 Uhr) pro Stunde ein Lärmbelastungsurteil abgegeben, insofern sie zu dieser Stunde zu Hause waren. Weiterhin wurden für jede dieser Stunden die überwiegend ausgeübte Tätigkeit, der Aufenthaltsort (innerhalb oder außerhalb der Wohnfläche) sowie die Fensterstellung der in dieser Zeit genutzten Räume protokolliert. Für alle Teilnehmer wurde für den viertägigen Untersuchungszeitraum die individuelle stündliche Fluglärmbelastung anhand verschiedener Parameter bestimmt, um entsprechende Dosis-Wirkungsbezüge ableiten zu können (vgl. Kap. 6). Bei den für die Vertiefungsstudie berechneten Pegeln ist die Unterscheidung der Berechnung nach der 100/100-Regel und der Realverteilung aufgehoben. Alle Pegel- und Häufigkeitsmaße beziehen sich auf die konkreten Überflüge an den Untersuchungstagen.

Die Datenbasis der in diesem Abschnitt 14.2 vorgestellten Ergebnisse sind stunden- und tagesbezogene Belästigungs-/Störungsurteile der 200 Untersuchungsteilnehmer. Ein Fall ist dabei im Folgenden ein Einzelurteil und nicht eine Person. Effekte der Messwiederholungen (die Teilabhängigkeit von Einzelurteilen aufgrund mehrerer Angaben einer Person) sind kontrolliert worden. Es sind in den Tagesprofilanalysen nur solche einzelnen Subgruppen (z.B. Pegelklasse und Tagesstunde) dargestellt, bei denen sich die Anzahl der Urteile auf mehr als eine Person bezieht. Die nachfolgende Tabelle 14-1 zeigt die Verteilung der Urteile über die Pegelklassen für verschiedene Belästigungs-/Störungsangaben.

Tabelle 14-1: Anzahl von Belästigungs-/Störungsangaben in verschiedenen Pegelklassen für verschiedene Tageszeiten

Stundenbelästigung durch Fluglärm	L _{eq3, 1h} - 5dB-Pegelklasse in dB(A)				
	< 45 dB	45 - 50 dB	50 - 55 dB	55 - 60 dB	60 - 65 dB
	Gültige N	Gültige N	Gültige N	Gültige N	Gültige N
Tageszeit (h) 7-8	169	80	87	51	14
8-9	130	145	82	83	21
9-10	170	94	82	82	21
10-11	107	76	91	94	37
11-12	128	115	77	67	21
12-13	117	109	76	81	40
13-14	100	86	104	103	43
14-15	92	82	92	131	33
15-16	127	101	71	88	19
16-17	130	114	74	89	18
17-18	111	103	91	111	25
18-19	138	100	117	84	21
19-20	134	154	96	92	27
20-21	177	135	104	92	30
21-22	170	137	119	99	33
22-23	208	99	82	61	45
Nächtliche Störungen durch Fluglärm	L _{eq3, 23-7h} - 5dB-Pegelklasse				
Störung beim Einschlafen durch Fluglärm	298	58	75	27	* 4
Störung d. Nachtschlafs durch Fluglärm	300	53	68	25	* 4
Störung am Frühmorgen durch Fluglärm	N=378	N=73	N=86	N=34	* N=4

* Angaben wurden wg. zu geringer Zellenbesetzung in nachfolgenden Profilanalysen nicht mit einbezogen

Tabelle 14-2 zeigt den statistischen Zusammenhang der stündlich erfassten Lärmbelästigung mit den verschiedenen Pegelmaßen, die für die entsprechenden vier Untersuchungstage pro Proband berechnet wurden. Danach korreliert der auf die Stunde bezogene $L_{eq3,1h}$ mit $r=0,402$ am höchsten mit den Belästigungsurteilen, gefolgt von der Anzahl der Überflüge in der jeweiligen Stunde ($r=0,385$). Aus der Tatsache, dass die Überflughäufigkeit (NAT_{55} : Anzahl Überflüge mit einem Maximalpegel größer 55 dB(A)) höher mit der stundenbezogenen Fluglärmbelästigung korreliert als die angegebenen Maximalpegelmaße, wird geschlossen, dass die Häufigkeit der Fluglärmereignisse und damit verbundenen Ruhephasen bzw. der Mangel an Pausen zwischen den Ereignissen die Belästigung nachhaltiger beeinflusst als die Lautstärke (Maximalpegel) einzelner Überflüge. Zu einigen Tagesstunden klärt die Anzahl der Überflüge um 3-4% mehr Varianz der Fluglärmbelästigung auf als der L_{eq3} -Wert (vgl. Korrelationstabelle im Anhang, Tabelle 18-21). Dabei handelt es sich um die Tagesstunden 7-8 Uhr (19% Varianzaufklärung durch den L_{eq3} , 23% durch Anzahl der Überflüge), 8-9 Uhr (22% durch L_{eq3} , 26% durch Überflugszahl), 21-22 Uhr (12% durch L_{eq3} , 15% durch Überflugszahl). Dabei ist die Lästigkeit der Überflughäufigkeit nicht an dem oftmals verwendeten Schwellenwert von 70 dB(A) sondern an dem deutlich geringeren Wert von 55 dB(A) gebunden, andernfalls würde der NAT_{70} eine höhere Korrelation mit der Belästigung aufweisen.

Weitere Ergebnisdarstellungen erfolgen deshalb zunächst und überwiegend bezogen auf den $L_{eq3,1h}$. Um Auskünfte über die Wirkung der Ereignishäufigkeit zu erhalten, wird entsprechend der Höhe der Korrelation zur Belästigung ein Belästigungsprofil in Abhängigkeit der Anzahl der Überflüge mit einem Maximalpegel größer 55 dB(A) (NAT_{55}) dargestellt.

Tabelle 14-2: Korrelation der stündlichen Fluglärmbelästigung mit verschiedenen Pegelmaßen

		Stündliche Pegel-/Ereigniswerte						
		$L_{eq3,1h}$	Anzahl Überflüge > 55 dB(A) - NAT_{55}	$L_{max, f \leq 1}$	L_{1e}	L_{max70}	L_{max55}	NAT_{70}
Produkt-Moment-Korrelation								
Stundenbelästigung Fluglärm	Korrelation nach Pearson	,402(**)	,385(**)	,289(**)	,285(**)	,209(**)	,284(**)	,273(**)
	Signifikanz (2-seitig)	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	N	7285	6756	5872	6599	5040	6599	7285

14.2.1 Akute Stundenbelästigung durch Fluglärm in Abhängigkeit vom $L_{eq3,1h}$

Dargestellt wird der Belästigungsablauf in Abhängigkeit vom Stunden- L_{eq3}

- jeweils aufgeteilt nach Werktag/Wochenende;
- vorherrschender Betriebsrichtung (Ost-/Westbetrieb) und Ortslage;
- und je nach Wetterlage und damit verbundener Fensterstellung (hier allerdings ohne Differenzierung nach Tagesstunden).

Wie nachfolgend gezeigt wird, beeinflussen Tageszeit und die weiteren hier genannten Faktoren die Fluglärmbelästigung einzeln sowie zum Teil in Wechselwirkung zueinander. Ergebnisse zu den inferenzstatistischen Prüfungen dieser verschiedenen Effekte im Rahmen linearer gemischter Modelle finden sich im Anhang (Abschnitt 18.3.4). Soweit im Folgenden auf unterschiedliche Wirkungen eingegangen wird, handelt es sich um statistisch signifikante Effekte.

Belastungsverlauf und Stunden-Leq getrennt für Werktag/Wochenende

Abbildung 14-9 zeigt den Verlauf der gemittelten Fluglärmbelästigung im Tagesgang für verschiedene Pegelklassen, dargestellt für Werktage und das Wochenende. Vor allem in den oberen Pegelklassen zeigten sich eine erhöhte Belästigung in den Morgenstunden und am Nachmittag (15-17 Uhr) sowie ein Wiederanstieg am Spätabend (22-23 Uhr). Die Nachmittagsspitze begründet sich durch einen vermehrten Aufenthalt draußen am Haus bzw. auf dem Balkon (vgl. Abschnitt 14.3). Die Belastungswerte am Wochenende sind wie auch in der Breitenerhebung höher als an Werktagen.

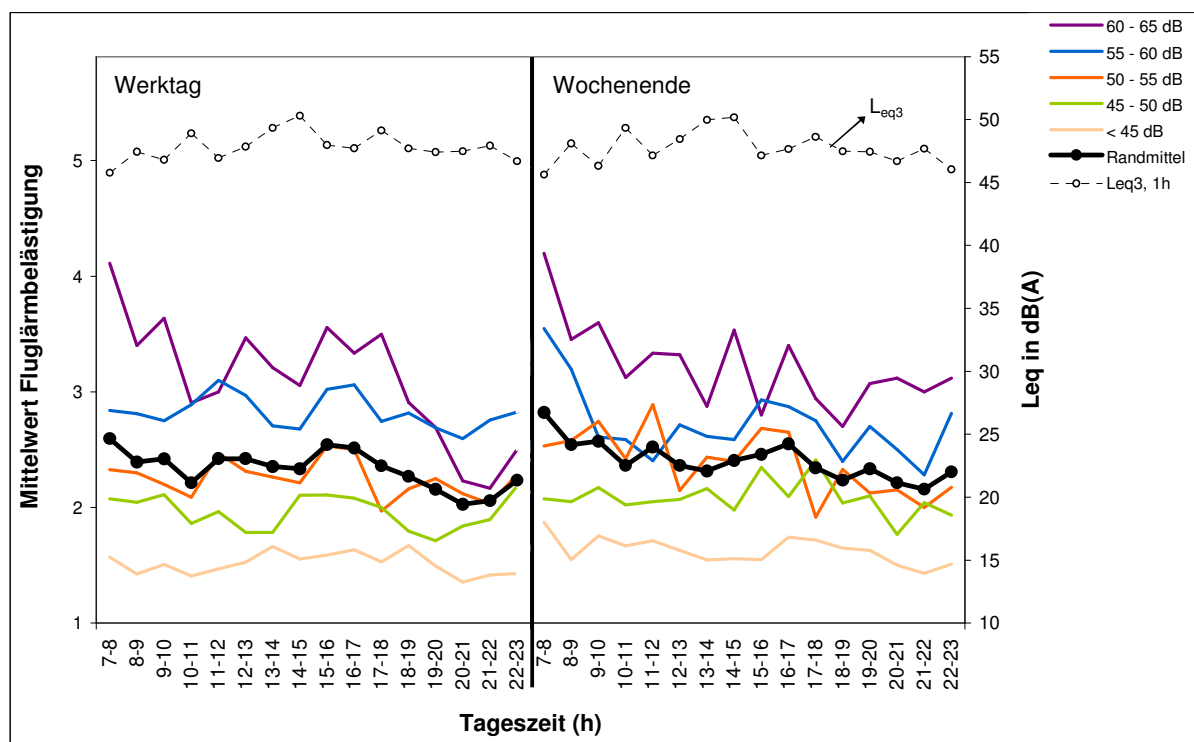


Abbildung 14-9: Fluglärmbelästigung im Tagesverlauf getrennt für werktags und Wochenende und Stundenpegelklassen ($L_{eq3,1h}$)

Die bunten durchgezogenen Linien stellen die stündlichen Belastungsurteile (Mittelwerte) bei jeweils gleicher Fluglärmbelastung (gleiche $L_{eq3,1h}$ -Pegelklasse) dar und beziehen sich auf die linke Achse. Die durchgezogene schwarze Linie (Randmittel) gibt den um Effekte der Messwiederholung (pro Stunde und Tag) und Pegel bereinigten Durchschnitt der Belästigung an. Die gestrichelte schwarze Linie zeigt den um Messwiederholungen (Tage) bereinigten Verlauf des $L_{eq3,1h}$ -Pegels und bezieht sich auf die rechte Achse. Werktag: $n = 3434$; n pro Stunde und Pegel = 5 - 100; Wochenende: $n = 3805$; n pro Stunde und Pegel = 5 - 108.

Die Ähnlichkeit der (durchschnittlichen) Fluglärmbelästigung im Tagesgang zum Verlauf des stundenbezogenen L_{eq3} lässt sich mit Hilfe der Profilkorrelation Q nach Hofstätter (1955) abschätzen. Werte gegen 0 verweisen auf einander unähnliche Verläufe, Werte gegen 1 auf einander sich gleichende

Profile und Werte gegen -1 auf spiegelbildlich entgegengesetzt verlaufende Profile. Die Q-Werte zeigt Tabelle 14-3.

Tabelle 14-3: Profilkorrelation Q nach Hofstätter für die stündliche Fluglärmbelästigung (Durchschnitt) und den Verlauf des Stunden- L_{eq3}

Wochentage	Q	N
Werktags	0,366	3434
Wochenende	0,299	3805

Die Ähnlichkeit der Belästigungs- und Pegelprofile ist für die Werktag mit $Q=0,366$ etwas größer als am Wochenende mit $Q=0,299$. Dies bedeutet, dass – sehr allgemein betrachtet – die Belästigungsangaben, die am Wochenende vorgenommen werden, sich etwas weniger am Reiz orientieren als die Angaben, die werktags vorgenommen werden.

Betrachtet man den Bezug (Korrelation) zwischen den Stunden- L_{eq} und den Belästigungswerten für jede Stunde einzeln (Tabelle 14-4), so ist in der Vertiefungsstudie an Werktagen der engste Bezug zwischen Pegel und Belästigungsurteil am Vormittag zwischen 9:00 und 12:00 Uhr gegeben, am Wochenende ebenfalls am Morgen zwischen 8:00 und 9:00 Uhr sowie am Abend zwischen 20:00 und 21:00 sowie zwischen 22:00 und 23:00 Uhr. Der geringste Bezug zwischen Pegel und Belästigungsurteil besteht werktags zwischen 13:00 und 14:00 Uhr, zwischen 18:00 und 19:00 Uhr sowie abends zwischen 21:00 und 22:00 Uhr.

Tabelle 14-4: Produkt-Moment-Korrelation zwischen stündlicher Fluglärmbelästigung (Durchschnitt) und dem Stunden- L_{eq3} getrennt für werktags/Wochenende

r = Produkt-Moment-Korrelation; n = Anzahl

Studienteil	Vertiefungsstudie				Breitenerhebung			
	Werktags		Wochenende		Werktags		Wochenende	
Tageszeit (h)	r	n	r	n	r	n	r	n
7-8	0,454	216	0,422	192	0,328	2244	0,388	2246
8-9	0,467	223	0,464	244	0,326	2253	0,307	2246
9-10	0,507	194	0,407	258	0,323	2247	0,385	2249
10-11	0,489	180	0,365	226	0,324	2247	0,401	2248
11-12	0,500	190	0,361	221	0,333	2247	0,355	2243
12-13	0,460	192	0,401	235	0,304	2247	0,371	2248
13-14	0,367	206	0,372	231	0,311	2240	0,392	2242
14-15	0,403	208	0,371	226	0,326	2247	0,391	2248
15-16	0,425	190	0,425	220	0,325	2253	0,360	2248
16-17	0,399	199	0,397	228	0,388	2255	0,377	2252
17-18	0,420	198	0,315	245	0,345	2250	0,406	2250
18-19	0,366	223	0,317	239	0,362	2257	0,382	2250
19-20	0,392	250	0,326	255	0,401	2258	0,382	2255
20-21	0,430	275	0,441	266	0,352	2247	0,393	2246
21-22	0,354	280	0,338	278	0,356	2259	0,359	2249
22-23	0,387	252	0,414	245	0,343	2256	0,340	2252
Minimum	0,354		0,315		0,304		0,307	
Maximum	0,507		0,464		0,401		0,406	
Median	0,422		0,385		0,338		0,382	

Weiterhin zeigt Tabelle 14-4), dass insbesondere werktags die stündliche Pegel-Belastungsbeziehung (Korrelation) in der Vertiefungsstudie enger ist. Dies gilt vor allem für die Morgen- und Vormittagsstunden. Das bedeutet, dass die Belastungsurteile in der Vertiefungsstudie „reiznäher“ ausfallen, sich also stärker an den Flugverkehrsgeräuschen orientieren, als es in der Breitenerhebung der Fall ist. Dies mag auch ein Grund dafür sein, dass sich die Belastungsprofile der Breitenerhebung und der Vertiefungsstudie unterscheiden: Der Belastungspeak in den frühen Morgenstunden in den oberen Pegelklassen findet sich in der Vertiefungsstudie, nicht aber in den Daten der Breitenerhebung. Weiterhin ist der pegelübergreifende Belastungsanstieg im Zeitraum 19-20h in der Breitenerhebung, nicht aber in der Vertiefungsstudie zu beobachten. Der Grund für diese Unterschiede mag darin bestehen, dass in das Belastungsurteil in der Breitenerhebung deutlich mehr allgemeine Einstellungen und Ansprüche einfließen als es beim stündlichen Urteil in der Vertiefungsstudie der Fall ist.

Belastungsverlauf und Stunden-Leq getrennt nach Ortslage und Betriebsrichtung

Im Untersuchungszeitraum der Vertiefungsstudie wurden die Betriebsrichtungen 07 (Ostbetrieb) und 25 (Westbetrieb) im Verhältnis 07=41% und 25= 59% geflogen (Tabelle 14-5). Dies ermöglicht die Betrachtung der Ergebnisse getrennt nach Betriebsrichtungen. Darstellungen im Tagesgang (z.B. Abbildung 14-10) beziehen sich auch hier nicht auf individuelle Verläufe, sondern beschreiben gemittelte Angaben.

Tabelle 14-5: Verteilung der Stunden mit überwiegendem Ost- bzw. Westbetrieb im Untersuchungszeitraum der Vertiefungsstudie

Betriebsrichtung	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
07 Ostbetrieb	5223	40,8	40,8	40,8
25 Westbetrieb	7577	59,2	59,2	100,0
Gesamt	12800	100,0	100,0	

Unter Berücksichtigung der Betriebsrichtungen 07 und 25 und der Ortslagen, in denen die Untersuchungsgebiete angesiedelt sind, ergibt sich ein differenzierteres Bild (Abbildung 14-10 und Tabelle 14-6):

- In der Ortslage Nordwest/West sind bei Ostbetrieb die Belastungsangaben sowie die Korrelation zwischen Pegel und Belästigung (Korrelation) höher als bei Westbetrieb. Dagegen sind in der Ortslage Süd/Ost bei Westbetrieb die Belastungsangaben (vor allem in der höchsten Pegelklasse) und die Korrelation zwischen Pegel und Belästigungsbeziehung im Durchschnitt über die Tagesstunden höher. Unter Berücksichtigung der Kombination von Ortslage und Betriebsrichtung bedeutet dies, dass die Bevölkerung vornehmlich auf Landungen stärker belästigt reagiert als bei Starts und hierbei auch die Pegel-Belastungsbeziehung enger ist.
- Die Tagesganglinien zeigen, dass im Nordwesten/ Westen bei Ostbetrieb und im Süden/Osten bei Westbetrieb erhöhte Belästigungswerte in den Morgenstunden (im Süden/Osten beschränkt auf 7-8 Uhr) sowie nachmittags (16 Uhr) und am Abend (19-20 Uhr) auftreten, d.h. der (vornehmliche) Landungsverkehr zu diesen Zeiten besonders belästigt.

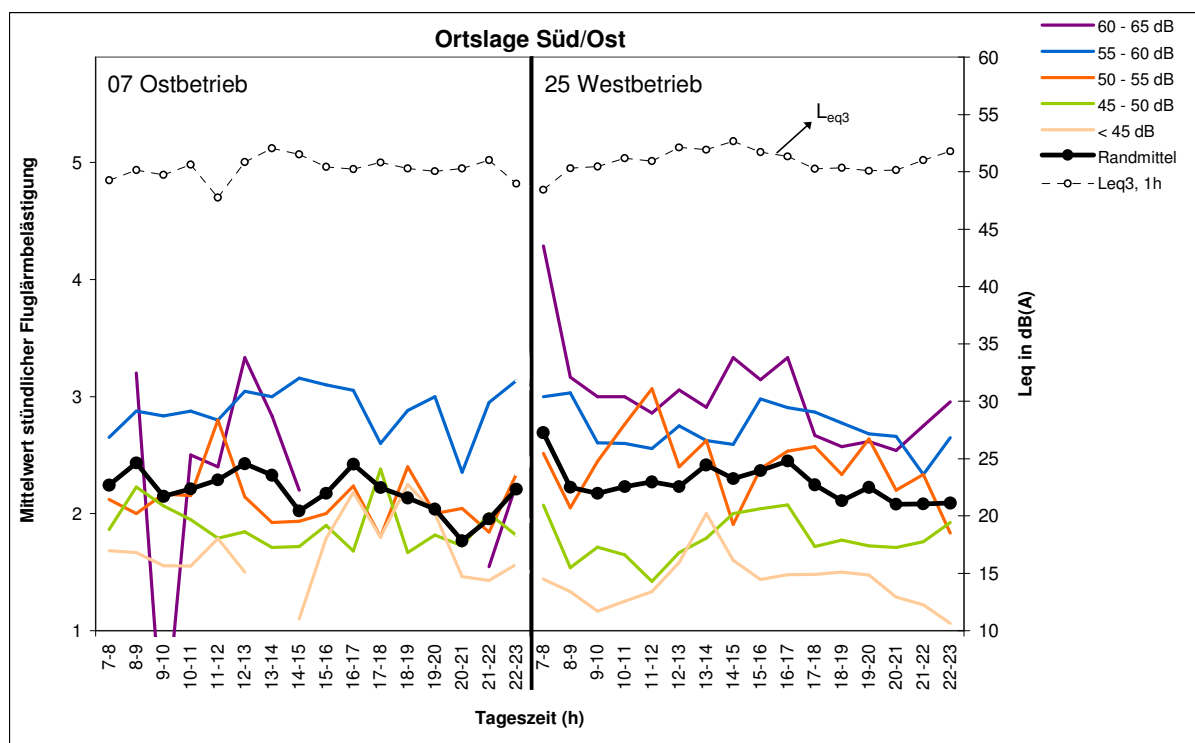
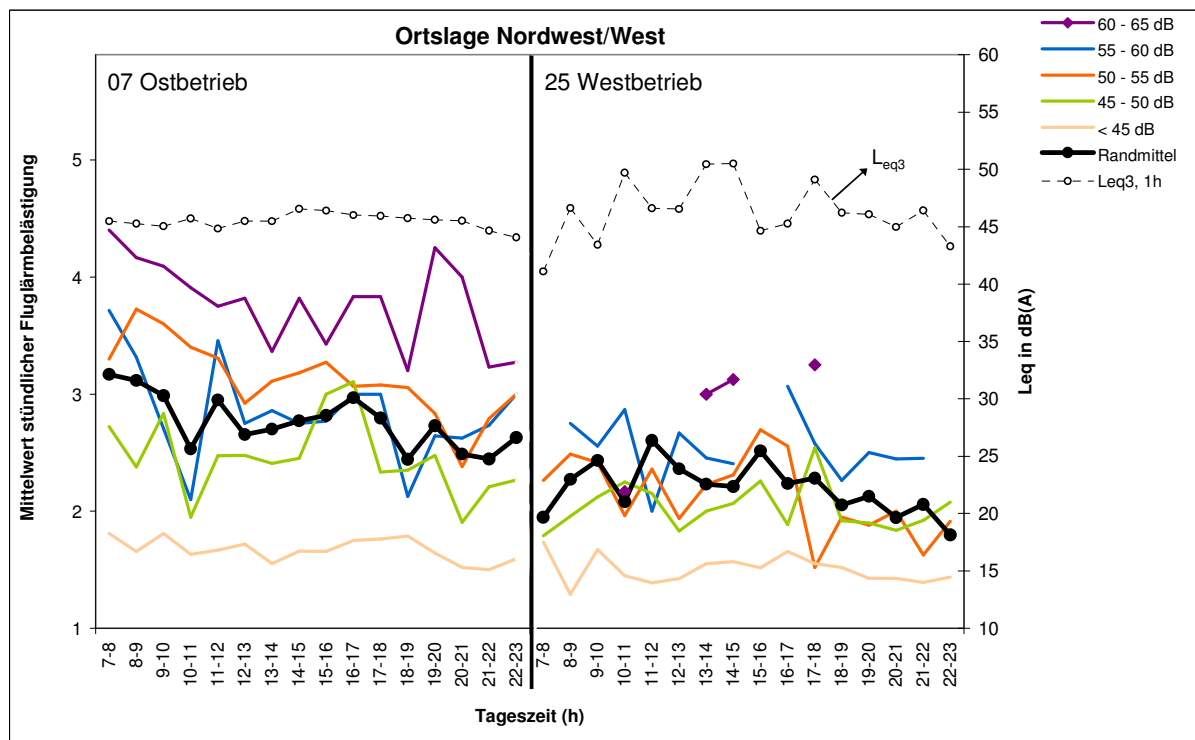


Abbildung 14-10 a+b: Fluglärmbelästigung im Tagesverlauf in der Ortslage Nordwest/West (a) und Süd/Ost (b) getrennt für Ost- und Westbetrieb und Stundenpegelklassen ($L_{eq3,1h}$)

Die bunten durchgezogenen Linien stellen die stündlichen Belästigungsurteile (Mittelwerte) bei jeweils gleicher Fluglärmbelastung (gleiche $L_{eq3,1h}$ -Pegelklasse) dar. Die durchgezogene schwarze Linie gibt den Durchschnitt der Belästigung über alle Pegelklassen an. Die gestrichelte schwarze Linie zeigt den Verlauf des $L_{eq3,1h}$ -Pegels. In Ortslage Nordwest/West: Ostbetrieb: n=1721; n pro Stunde und Pegel= 5 - 74; Westbetrieb: n= 2448; n pro Stunde und Pegel= 5 - 103. In Ortslage Süd/Ost: Ostbetrieb: n=1298; n pro Stunde und Pegel= 5 - 44; Westbetrieb: n= 1729; n pro Stunde und Pegel= 6 - 52.

Tabelle 14-6: Produkt-Moment-Korrelation zwischen stündlicher Fluglärmbelästigung und dem Stunden- L_{eq3} getrennt für werktags/Wochenende

r= Produkt-Moment-Korrelation, n= Anzahl Nennungen

Ortslage	Nordwest / West				Süd / Ost			
Betriebsrichtung	Ost 07		West 25		Ost 07		West 25	
Tageszeit (h)	r	n	r	n	r	n	r	n
7-8	0,587	119	0,250	103	0,310	101	0,526	85
8-9	0,603	126	0,448	138	0,320	101	0,482	102
9-10	0,562	111	0,374	154	0,360	84	0,543	103
10-11	0,560	98	0,353	144	0,365	78	0,496	86
11-12	0,627	111	0,319	129	0,370	82	0,452	89
12-13	0,468	114	0,324	136	0,492	90	0,474	87
13-14	0,503	120	0,357	140	0,360	81	0,280	96
14-15	0,540	95	0,319	164	0,436	74	0,379	101
15-16	0,481	78	0,373	152	0,381	68	0,423	112
16-17	0,456	87	0,313	150	0,333	74	0,465	116
17-18	0,526	87	0,259	168	0,260	66	0,451	122
18-19	0,439	100	0,220	170	0,284	67	0,431	125
19-20	0,561	107	0,257	183	0,196	77	0,364	138
20-21	0,568	124	0,371	194	0,222	85	0,486	138
21-22	0,495	150	0,281	183	0,158	102	0,364	123
22-23	0,431	138	0,281	166	0,300	81	0,445	112
Minimum	0,439		0,220		0,158		0,280	
Maximum	0,627		0,448		0,492		0,543	
Median	0,540		0,319		0,327		0,451	

14.2.2 Akute Stundenbelästigung durch Fluglärm in Abhängigkeit von der Anzahl der Überflüge

Die Abbildung 14-11 zeigt die stundenbezogene Fluglärmbelästigung in Abhängigkeit von der Anzahl der Überflüge pro Stunde oberhalb eines Maximalpegels von 55 dB(A) im Zeitraum von 7-23 Uhr getrennt für werktags und am Wochenende. Die Darstellung zeigt verschiedene über den Tag verteilte Belästigungsprofile aufgeteilt nach verschiedenen Kategorien der Anzahl von Überflügen. Die Lücken in den Belästigungsprofilen erklären sich dadurch, dass die verschiedenen Kategorien von Überflugszahlen nicht in jeder Tagesstunde auftreten.

Das Belästigungsprofil über die Tagesstunden in Abhängigkeit der Überflugszahl entspricht im Wesentlichen dem Belästigungsprofil in Abhängigkeit des Stunden- L_{eq} . Allerdings liegen keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen Wochenenden und Werktagen vor, d.h. der Effekt der Zahl der Überflüge über die Tagesstunden hinweg auf die Belästigung unterscheidet sich - von Zufallsschwankungen abgesehen – an Werktagen nicht vom Effekt an Wochenenden.

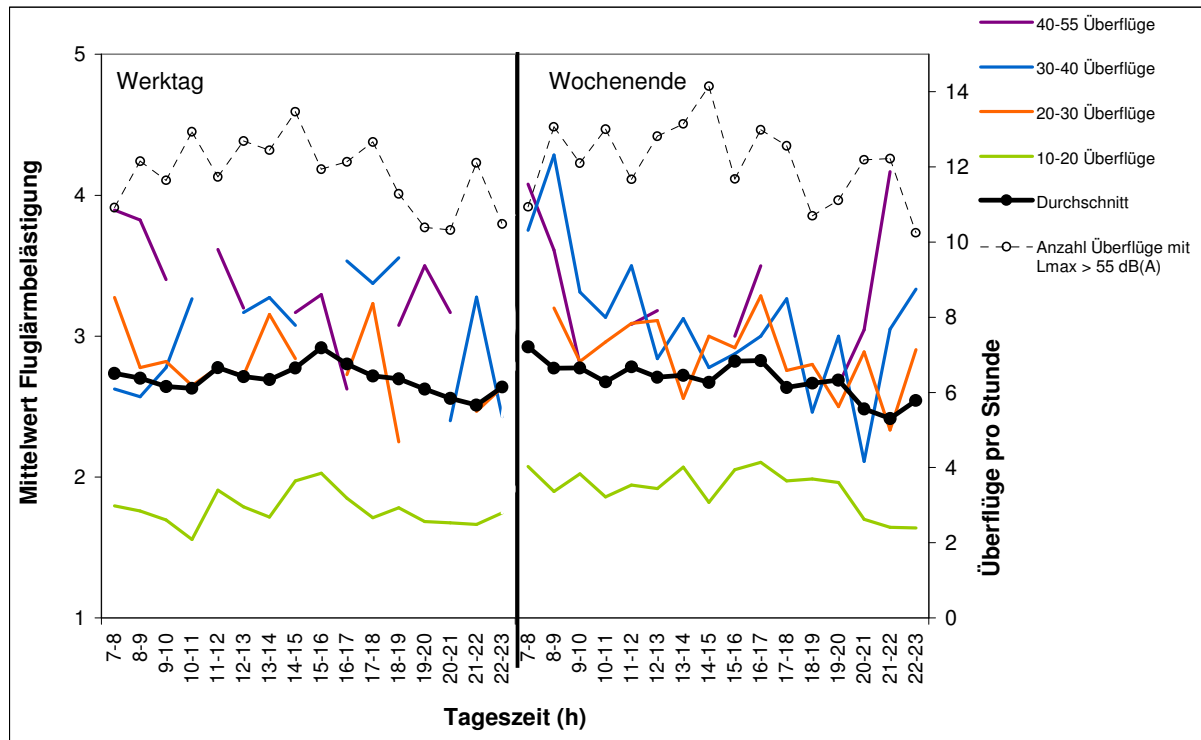


Abbildung 14-11: Fluglärmbelästigung im Tagesverlauf getrennt für werktags und Wochenende und der stündlichen Anzahl der Überflüge oberhalb eines L_{max} von 55 dB(A) (NAT_{55})

Die bunten durchgezogenen Linien stellen die stündlichen Belastungsurteile (Mittelwerte) innerhalb einer Überflugkategorie dar und beziehen sich auf die linke Achse. Die durchgezogene schwarze Linie (Randmittel) gibt den um Effekte der Messwiederholung (pro Stunde und Tag) und um den Haupteffekt der Überflugszahl bereinigten Durchschnitt der Belastigung an. Die gestrichelte schwarze Linie zeigt den Verlauf der Anzahl der Überflüge und bezieht sich auf die rechte Achse. Werktag: $n = 3218$; n pro Stunde und Pegel = 5 – 160; Wochenende: $n = 3508$; n pro Stunde und Pegel = 6 – 160.

Die Profilkorrelationen zwischen dem Belastungsverlauf und der Überflugszahl im Tagesverlauf ist mit $Q = 0,595$ werktags und $Q = 0,401$ höher als bei Betrachtung des Belastungsverlaufs in Abhängigkeit vom Stunden-Leq. Dies spricht, wie eingangs im Abschnitt 14.2 erwähnt, für die Bedeutung der Ereignishäufigkeit von Überflügen und den damit verbundenen Pausenanteilen für die Fluglärmbelästigung.

Tabelle 14-7: Profilkorrelation Q nach Hofstätter für die stündliche Fluglärmbelästigung (Durchschnitt) und dem Verlauf der Zahl der Überfliegerereignisse mit einem $L_{max} > 55$ dB(A)

Wochentage	Q	N
Werktags	0,595	3218
Wochenende	0,401	3508

14.3 Tätigkeiten und Aufenthalt innerhalb/außerhalb des Hauses im Tagesgang

Abbildung 14-12 zeigt, welche Tätigkeiten zu den einzelnen Stunden im Tagesgang überwiegend ausgeübt werden. Zugleich ist dargestellt, wie die mittlere Lärmbelastigung zur jeweiligen Stunde ausgeprägt ist. Ein systematischer Unterschied hinsichtlich der Lärmbelastigung bei den verschiedenen ausgeübten Tätigkeiten ist nicht zu erkennen. Jedoch zeigt sich, dass ein Anstieg der Häufigkeit des Außenaufenthalts am Haus mit einer Erhöhung der Fluglärmbelastigung verbunden ist. Dieser Sachverhalt ist in Abbildung 14-14 über die Pegelklassen (a) und Tagesstunden (b) dargestellt.

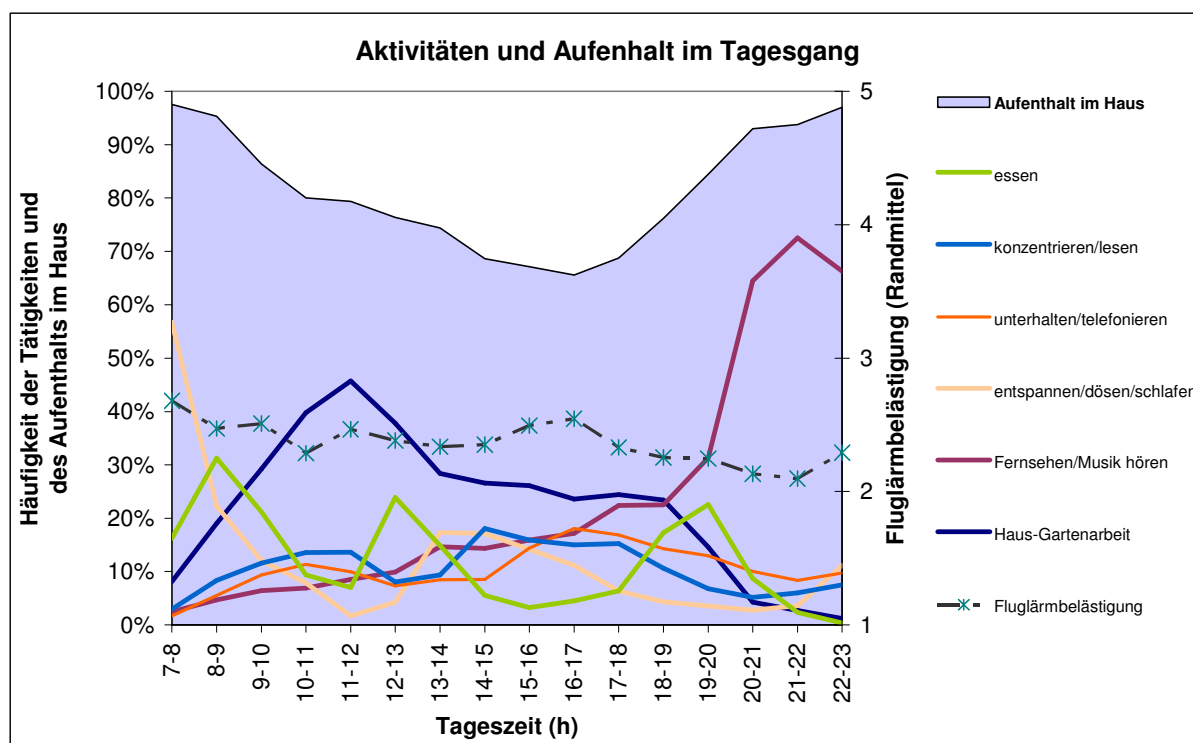


Abbildung 14-12: Häufigkeiten der häuslichen Aktivitäten innerhalb und außerhalb des Hauses, Häufigkeit des Aufenthalts im Haus und mittlere Fluglärmbelastigung im Tagesgang

Die farbigen durchgehenden Linien zeigen die prozentuale Häufigkeit der jeweils ausgeübten Tätigkeiten zu einer Stunde (an Hundert fehlende Werte ergeben sich aus den als „sonstige Tätigkeiten“ kodierten Werten, die hier nicht mit dargestellt sind). Die unterbrochene Linie zeigt die mittlere Belastigung durch Fluglärm (Randmittel) zur jeweiligen Stunde (bereinigt um Messwiederholungs- und Pegel effekte). Die hellblaue Fläche gibt die Häufigkeit des Aufenthalts im Haus zur betreffenden Stunde an.

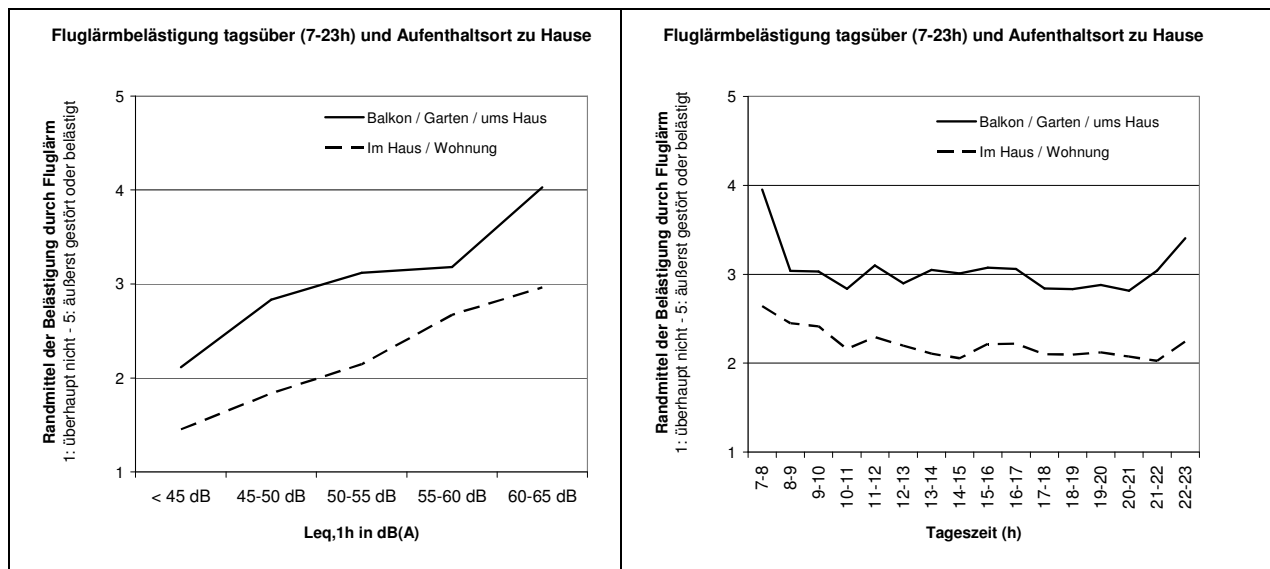


Abbildung 14-13: Stundenbezogene Fluglärmbelästigung bei Aufenthalt innerhalb und außerhalb des Hauses in Abhängigkeit vom Stunden- Leq_3 (a) und Tagesstunden (b)

Die angegebenen Mittelwerte der Belastigungsurteile pro Tageszeitfenster bzw. Pegelklasse (Randmittel) sind um die Effekte des jeweiligen anderen Faktors sowie um den Effekt der Messwiederholung (pro Stunde und Tag) bereinigt.

Betrachtet man die Lärmelastigung bei den verschiedenen häuslichen Tätigkeiten getrennt nach den einzelnen Pegelklassen (Abbildung 14-14), so werden Unterschiede in der Lärmelastigung bei den verschiedenen Aktivitäten deutlicher:

- die größte Lärmelastigung wird beim Lesen bzw. der Konzentration empfunden; besonders in der oberen Pegelklasse werden hier insgesamt die höchsten Belastigungswerte erzielt,
- bei den Tätigkeiten „entspannen/dösen/schlafen“ kommt es ebenfalls zu hohen Belastigungswerten in den oberen Pegelklassen,
- Fernsehen/Musik Hören stellen die am wenigsten belästigten Tätigkeiten dar.

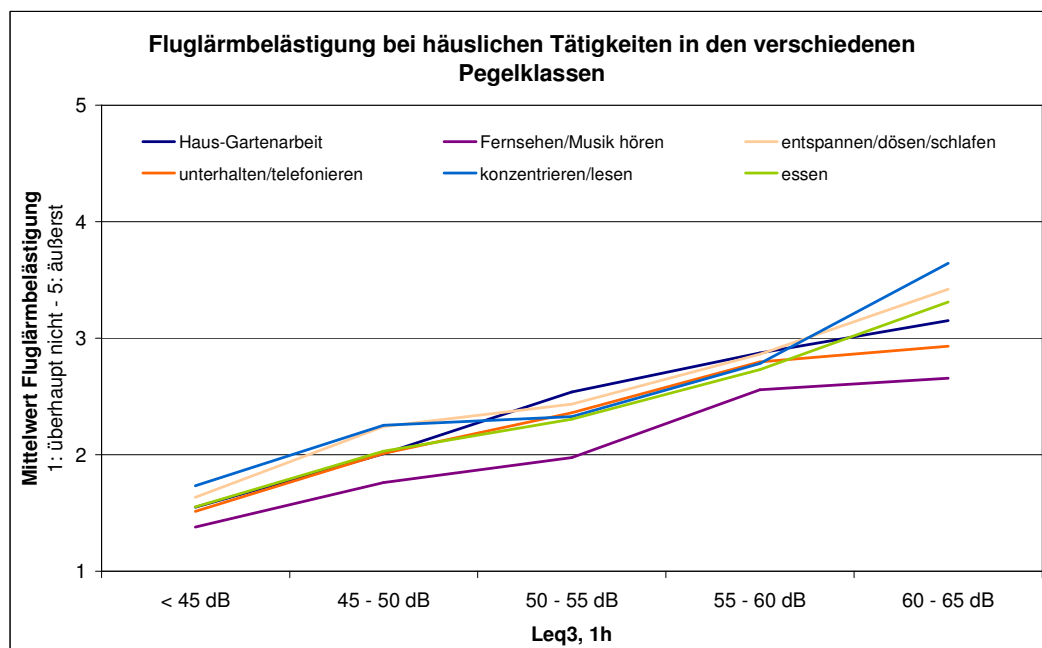


Abbildung 14-14: Mittlere Flug-Lärmelastigung bei verschiedenen häuslichen Tätigkeiten pro Pegelklasse.

14.4 Der Einfluss der Tagestemperatur und der Fensterstellung auf die akute Belästigung durch Fluglärm

Während des Aufenthalts im Hause hat die Stellung der Fenster einen bedeutenden Einfluss auf den Schallpegel innerhalb des Wohnbereichs und auch auf die erlebte Lärmbelästigung. Zunächst scheint es plausibel anzunehmen, dass geschlossene Fenster reduziere die erlebte Lärmbelästigung, da ja auch der Immissionspegel verringert wird. Aus der Breiterehebung und anderen Lärmwirkungsstudien ist jedoch bekannt, dass geschlossene Fenster mitnichten zwingend zu einer geringeren Lärmbelästigung führen. Schreckenberget al, (1999) interpretierten die Fensterstellung als eine eigene Lärm-Reaktion, die zu Belästigung führt. Um zu prüfen, wie sich der Zusammenhang zwischen Wetter, Fensterstellverhalten und Lärmbelästigung bei den Probanden der Vertiefungsstudie darstellt, wurden - gruppiert nach der jeweiligen Fensterstellung - die Lärmbelästigungswerte pro Stunde für alle Pegelklassen gemittelt. In gleicher Weise wurde die durchschnittliche Tagestemperatur gemittelt. Für diese Analysen wurden nur diejenigen Fälle verwendet, in denen die Betroffenen sich im Haus aufhalten.

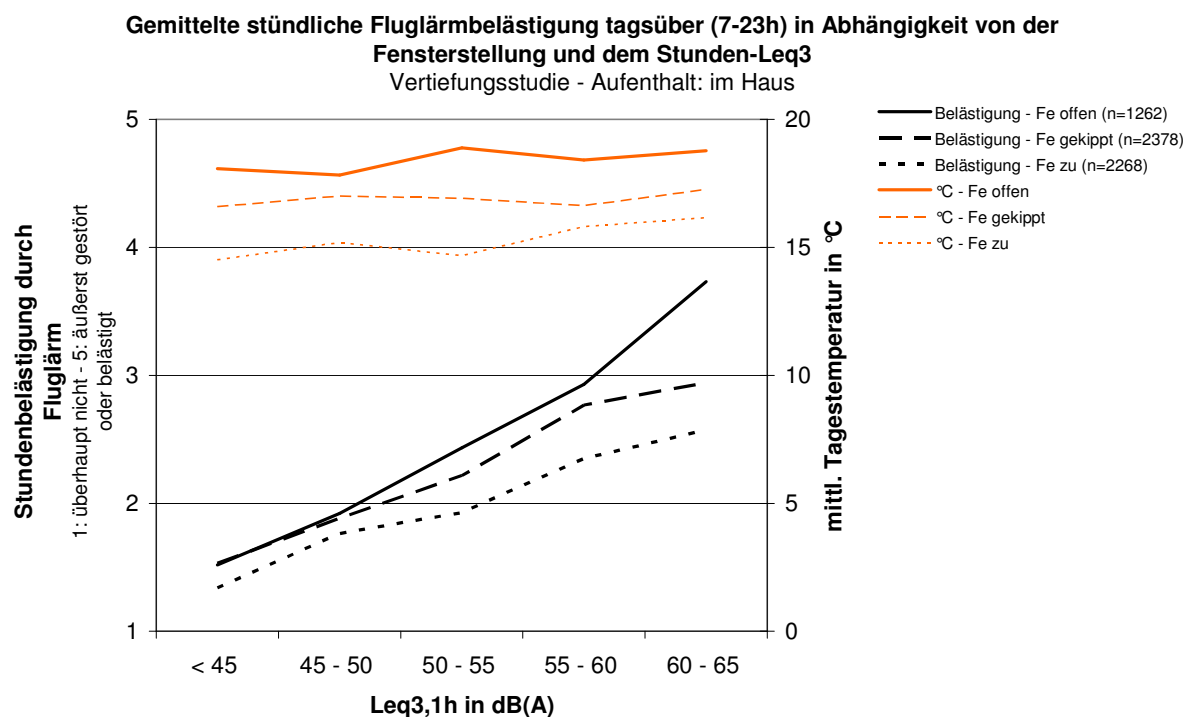


Abbildung 14-15: Mittlere Tagestemperatur und Belästigung durch Fluglärm pro Stunde in Abhängigkeit der Pegelklasse.

Rot dargestellt ist die Temperatur an Untersuchungstagen mit überwiegend offenem, gekipptem oder geschlossenem Fenster, schwarz dargestellt sind die entsprechenden Lärmbelästigungswerte.

Wie Abbildung 14-15 zeigt, halten die Probanden erwartungsgemäß das Fenster bei niedrigeren Temperaturen geschlossen, bei mittleren Temperaturen gekippt und bei höheren Temperaturen geöffnet. Dies ist pegelübergreifend so, d.h. auch bei hoher Belastung ist das Fenster offen, wenn die Temperatur es zulässt. Daraus resultiert eine mit steigendem Pegel zunehmende Belästigung bei geöffnetem Fenster gegenüber gekippter und geschlossener Fensterstellung. Der pegelübergreifende Effekt der

Fensterstellung sowie der Effekt der Wechselwirkung von Pegel und Fensterstellung sind statistisch signifikant (vgl. Anhang, Tabelle 18-22).

Das Ergebnis steht also im Widerspruch zu den oben beschriebenen Ergebnissen der Breitenerhebung, wonach gerade die geschlossene Fensterstellung mit höherer Belästigung verbunden war. Möglicherweise unterscheiden sich auch Angaben über Fensterstellung je nach Erhebungsmodus: Allgemein und retrospektiv erfasst, wie es in der Breitenerhebung realisiert wurde, enthalten die Angaben der Befragten auch ihre Wünsche, Vorstellungen oder Aspekte der Betroffenheit („...„Hier ist es so laut, da muss ich das Fenster geschlossen halten!“..). In der Vertiefungsstudie kommt die stündliche Abfrage der Fensterstellung mehr einer Verhaltensbeobachtung gleich, in der das tatsächliche, konkrete Verhalten berichtet wird, ohne dass in dieser Angabe einstellungsbezogene Aspekte einfließen.

Fensterstellung im Tagesgang

Im Tagesgang betrachtet nimmt allgemein der Anteil geschlossener Fenster in den Abendstunden zu, wie nachfolgende Abbildung zeigt. Bezogen auf die einzelnen Pegelklassen findet sich dieses Ergebnis besonders in den hoch belasteten Gebieten wieder (Grafiken dazu finden sich im Anhang). Dies könnte ein Grund für sinkende Lärmbelästigung in den Abendstunden sein (vgl. 14.2.1).

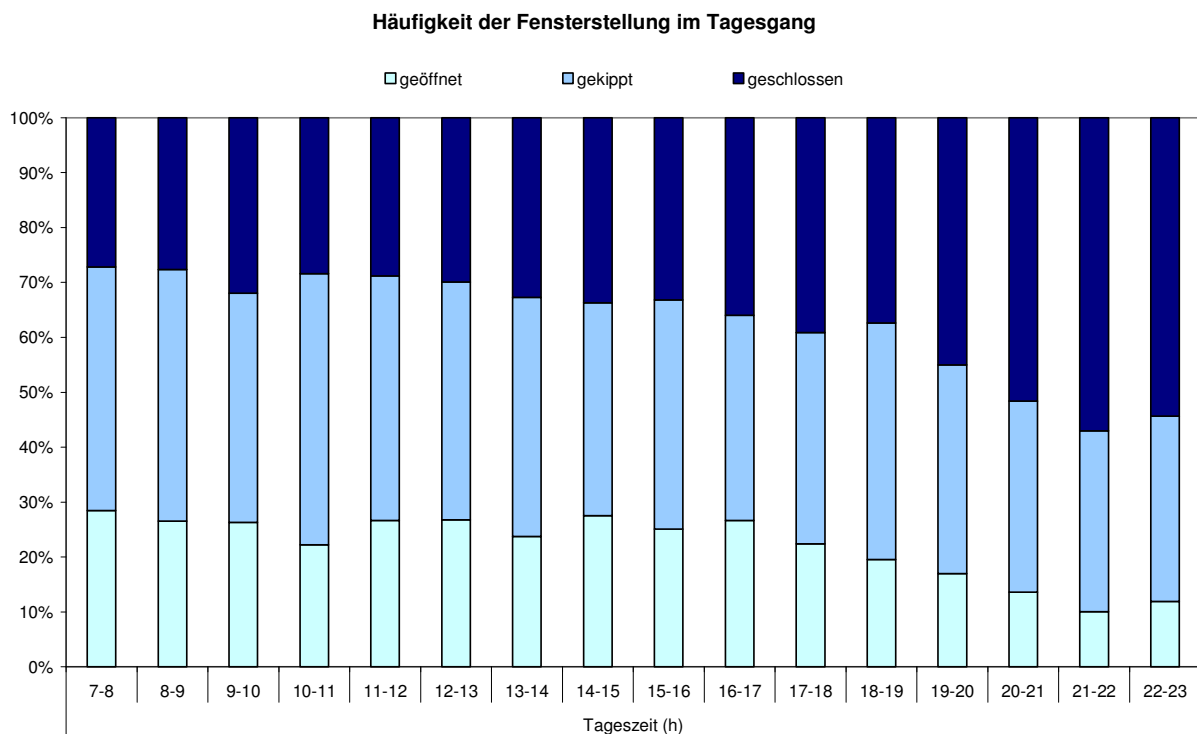


Abbildung 14-16: Die Häufigkeit der Fensterstellungen (geöffnet, gekippt, geschlossen) im Tagesverlauf

14.5 Störungen nachts und zu den Nachtrandzeiten durch Fluglärm

14.5.1 Zubettgeh-, Aufwach- und Aufstehzeiten in der Vertiefungsstudie

Die Aufsteh- und Zubettgehzeiten sind sowohl in der Breitenerhebung als auch in der Vertiefungsstudie erfragt worden. Tabelle 14-8 zeigt jeweils die am häufigsten genannten Zubettgeh-, Aufwach- und Aufstehzeiten. Personen, die an der Vertiefungsstudie teilgenommen haben, gehen tendenziell etwas später zu Bett (23-24h gegenüber 22-23h in der Breitenerhebung) und stehen später auf als Teilnehmer der Breitenerhebung (7-8h gegenüber 6-7h in der Breitenerhebung). Am Wochenende streuen die Zubettgeh-Werte stärker, was zu einer geringeren Besetzung der Stundenkategorie 23-24h führt (36% gegenüber 43% an Werktagen).

Tabelle 14-8: Meistgenannte Zubettgeh-, Aufwach- und Aufstehzeiten

Schlafzeiten	Breitenerhebung		Vertiefung
	Teilnahme an Vertiefung? nein	ja	
Zubettgehzeit	22-23h (53%)	22-23h (49%)	werktags: 23-24h (43%) Wochenende: 23-24h (36%)
Aufwachzeit	k.A.	k.A.	werktags: 6-7h (32%) Wochende: 7-8h (40%)
Aufstehzeit	6-7h (46%)	6-7h (47%)	werktags: 7-8h (35%) Wochende: 7-8h (33%)

14.5.2 Beziehung zwischen berichteten nächtlichen Störungen und L_{eq3} -Pegelwerten

Zunächst wurde geprüft, bei welchem Zeitbezug der L_{eq} -Pegel den engsten Zusammenhang mit den Angaben zur Störung durch Fluglärm beim Einschlafen, Durchschlafen und frühmorgens korreliert. Dazu wurden die L_{eq} -Werte für die folgenden Zeiträume herangezogen:

- Stundenpegel der Stunden:
- Abendpegel: 18-22 Uhr („deutscher“ Abend), 19:00-23:00 Uhr („europäischer“ Abend)
- Nachtpegel: 23:00-05:00 Uhr (vorgesehener Zeitraum für das Nachtflugverbot), 22:00-06:00 Uhr („deutscher“ Nachtzeitraum), 23:00-07:00 Uhr („europäischer“ Nachtzeitraum: In der EU-Umgebungslärmrichtlinie angegebener Bezugszeitraum für die Berechnung des Nachtpegels L_{night})

Tabelle 14-9: Produkt-Moment-Korrelation zwischen nächtlichen Fluglärmpegeln und berichteten nächtlichen Störungen - Vertiefungsstudie

Nächtliche Störungen	Korrelation r			Anzahl Nennungen		
	$L_{eq, 22-6h}$	$L_{eq, 23-7h}$	$L_{eq, 23-5h}$	$L_{eq, 22-6h}$	$L_{eq, 23-7h}$	$L_{eq, 23-5h}$
Störung beim Einschlafen d. Fluglärm	0,332	0,327	0,346	462	462	462
Einschlafstörungen allgemein	0,280	0,289	0,295	265	265	265
Qualität des Einschlafens	-0,139	-0,139	-0,136	575	575	575
Störung d. Nachtschlafs d. Fluglärm	0,224	0,223	0,210	450	450	450
Durchschlafstörungen allgemein	0,172	0,160	0,181	284	284	284
Qualität des Durchschlafens	-0,123	-0,125	-0,116	568	568	568
Störung am Frühmorgen d. Fluglärm	0,250	0,297	0,224	575	575	575

$p < .001$ für alle Korrelationen

Die Korrelationskoeffizienten zeigen, dass die Störungs-Pegelbeziehung bei Nachtpegeln für den Zeitraum ab 23 Uhr ($L_{eq,23-7h}$, $L_{eq,23-5h}$) alles in allem etwas enger ist als beim Nachtpegel für den Zeitraum 22-6 Uhr ($L_{eq,22-6h}$). Zieht man insbesondere die Urteile zu frühmorgendlichen Störungen durch Fluglärm in Betracht, so scheint insgesamt der Nachtpegel $L_{eq,23-7h}$ die Störungs-Pegelbeziehung am besten zu beschreiben, zumal er die durchschnittliche Zubettgeh- (23-24 Uhr) und die morgendliche Aufwachzeit (6-7 Uhr) ideal einschließt. Die Qualität des Einschlafens und dabei auftretende Störungen stehen dabei in engerer Beziehung zur nächtlichen Fluglärmbelastung als es in der Phase des Aufstehens und des nächtlichen Schlafs der Fall ist. Dieser Befund zeigte sich bereits in der Vertiefungsstudie.

Insgesamt bedeuten die Korrelationen, dass mit zunehmendem nächtlichen Fluglärmpegel

- die berichteten Einschlaf-, Durchschlafstörungen und Störungen frühmorgens zunehmen;
- ebenso allgemeine, weitere berichtete Störungen, insbesondere beim Einschlafen, im Ausmaß ansteigen;
- die wahrgenommene Qualität des Ein- und Durchschlafens insgesamt abnimmt (negative Korrelation). Die Stärke dieses Zusammenhangs mit dem Fluglärmpegel ist allerdings geringer als bei den Störungsurteilen.

14.5.3 Dosis-Wirkungs-Beziehung zu berichteten nächtlichen Störungen durch Fluglärm

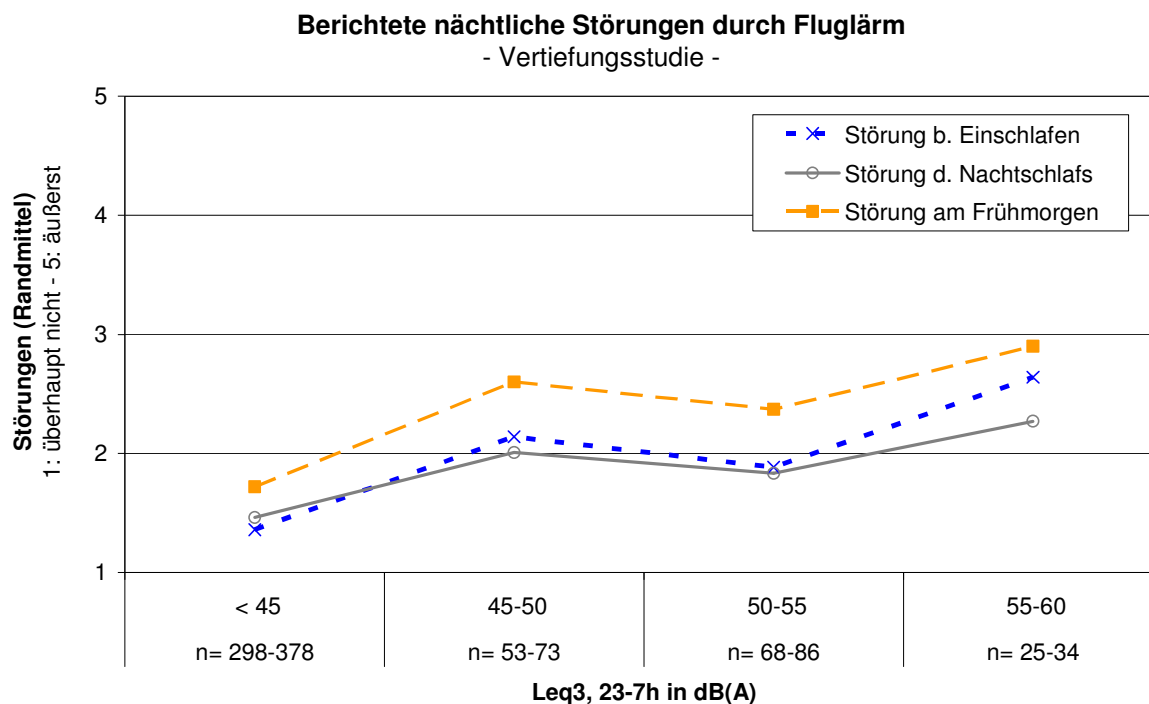


Abbildung 14-17: Berichtete nächtliche Störungen durch Fluglärm in Abhängigkeit des Nachtpegels $L_{eq3, 23-7h}$ (Realverteilung)

Die angegebenen Mittelwerte der Gestörtheitsurteile pro Pegelklasse (Randmittel) sind um die Effekte der Messwiederholung (pro Stunde und Tag bzw. Nacht), Tagesstunden bereinigt. Nachtstörungen in der Pegelklasse 60-65 dB sind aufgrund zu geringer Zellenbesetzung (4 Fälle mit $L_{eq3, 23-7h}$ zw. 60 und 61 dB) nicht dargestellt.

Wie Abbildung 14-17 zeigt, nehmen die morgens rückblickend auf die vergangene Nacht von den Untersuchungsteilnehmern berichteten nächtlichen Störungen mit dem Pegel zu. Allerdings zeigt sich eine „Senke“ in der Pegelklasse 50-55 dB(A), in der Nachtstörungen etwas geringer sind als in der Pegelklasse unmittelbar darunter (45-50 dB(A)).

Pegelübergreifend gilt, dass fluglärmbedingte Störungen am frühen Morgen höher ausfallen als Störungen beim Ein- bzw. Durchschlafen. In der Breitenerhebung liegen dagegen die berichteten Einschlafstörungen geringfügig über den Störungen beim Ausschlafen. Dies liegt möglicherweise an dem für die Nachtzeit postulierten erhöhten Ruheanspruch (vgl. Abbildung 14-20 im nachfolgenden Abschnitt 14.6).

14.6 Integration der Gestörtheits-/Belästigungsurteile in ein 24h-Tagesprofil

In der Vertiefungsstudie wurde die stündliche Gestörtheit und Belästigung durch Fluglärm tagsüber zwischen 7 und 23 Uhr von den Untersuchungsteilnehmern mittels eines Handheld Computers protokolliert. Fluglärmbedingte Störungen beim Einschlafen, Durchschlafen und in den frühen Morgenstunden wurden von den Probanden morgens unmittelbar nach dem Aufstehen in einem Kurzfragebogen angegeben. Nachfolgend werden diese Urteile in eine Gesamtdarstellung integriert. Damit wird der Versuch unternommen, ein zeitnah erhobenes 24h-Belästigungs-/Gestörtheitsprofil abzubilden.

Die Interpretation des Gestörtheit-/Belästigungsprofils ist allerdings mit Einschränkung verbunden. Die Angaben zu den nächtlichen Störungen wurden morgens retrospektiv vorgenommen und sind anders als die tagsüber vorgenommenen Urteile keinem Stundenpegel zugeordnet. Zwar korreliert die Einschlafstörung vergleichsweise gut mit den Stunden- L_{eq3} um 24 Uhr (plus/minus 1 Stunde), morgens korrelieren die Stundenpegel von 6-7 Uhr und 7-8 Uhr recht gut mit der Belästigung/Gestörtheit am frühen Morgen, dennoch weisen die Urteile zu den nächtlichen Störungen höhere Korrelationen mit dem integrierenden Nachtpegel $L_{eq3,23-7h}$ (auch mit dem Nachtpegel $L_{eq3,22-6h}$) als mit den einzelnen Stundenpegeln auf. Das heißt, sowohl die Urteilsbildung zur Belästigung/Gestörtheit tags/nachts als auch die Aufteilung der Urteile nach Pegelklassen (um Urteilsdifferenzen bei gleichem Pegel darstellen zu können) erfolgt nicht exakt auf Basis gleich großer Tageszeitfenster (tags stündlich, nachts integriert). Eine weitere damit verbundene Einschränkung ist, dass sich die abgebildeten Verläufe nicht in einer inferenzstatistischen, integrativen Gesamtanalyse auf statistische Signifikanz überprüfen lassen. Dies ist nur getrennt für die tagesbezogenen Urteile einerseits und auf die Nacht bezogenen Urteile andererseits möglich. Trotz der genannten Einschränkungen bietet das 24h-Profil die Möglichkeit, die *akute* Fluglärmbelästigung/-gestörtheit im Laufe eines gesamten Tages zu illustrieren. Dem Belästigungsprofil vorangestellt ist in Abbildung 14-18 der durchschnittliche Verlauf der Fluglärmbelastung am Frankfurter Flughafen. Abbildung 14-19 stellt das zusammengesetzte 24h-Profil der Belästigung und Störung durch Fluglärm dar. Die Linie der durchschnittlichen Belästigung ist dabei in Abbildung 14-19 tagsüber um die Effekte des Fluglärmpegels und zusätzlich des Aufenthaltsortes innerhalb/außerhalb des Hauses bereinigt, d.h. die Tageszeitunterschiede gelten pegelübergreifend und unabhängig vom Aufenthaltsort. Das hat zur Folge, dass die retrospektiv erhobenen Nachtstörungsurteile scheinbar geringer ausfallen als die Belästigung tagsüber. Dies ist aber hauptsächlich darauf zurückzuführen, dass aufgrund der Bereinigung nach Aufenthaltsort die Linie der durchschnittlichen Belästigung durch die Lärmbelastung außerhalb der Wohnung/des Hauses angehoben wird. Bei Aufenthalt innerhalb des Hauses sind die Nachtstörungen nicht geringer als die Belästigung tagsüber. Desweiteren ist zu berücksichtigen, dass bei den Nachtstörungsurteilen die oberste Pegelklasse nicht vertreten ist und die Durchschnittslinie der Belästigung (schwarze Linie) dadurch nochmals geringer als in den Tagesstunden ausfällt.

Das 24h-Profil zeigt, dass die Belästigung bzw. Gestörtheit durch Fluglärm zu morgendlichen Randzeiten (frühmorgens, 7-8 Uhr) bei gleichem Pegel höher als in den Stunden danach (am weiteren Vormittag) ist. Zur abendlichen Randzeit (22-23 Uhr) sind die Belästigungs-/Gestörtheitsurteile etwas höher als in den Stunden davor. Dennoch existieren Tagesspitzen der *akuten* Belästigung auch zu anderen Tageszeiten, vor allem am Nachmittag (15-17 Uhr) bedingt durch Außenaufenthalt. Vergleicht man die Belästigung-/Gestörtheit der Tages-/Nachtrandzeiten untereinander, so zeigt sich insgesamt,

dass im Durchschnitt die Belästigungs-/Störungsurteile in der morgendlichen Randzeit etwas höher sind als zur abendlichen Randzeit.

Pegelverlauf Flugverkehrsgeräusche am Frankfurter Flughafen

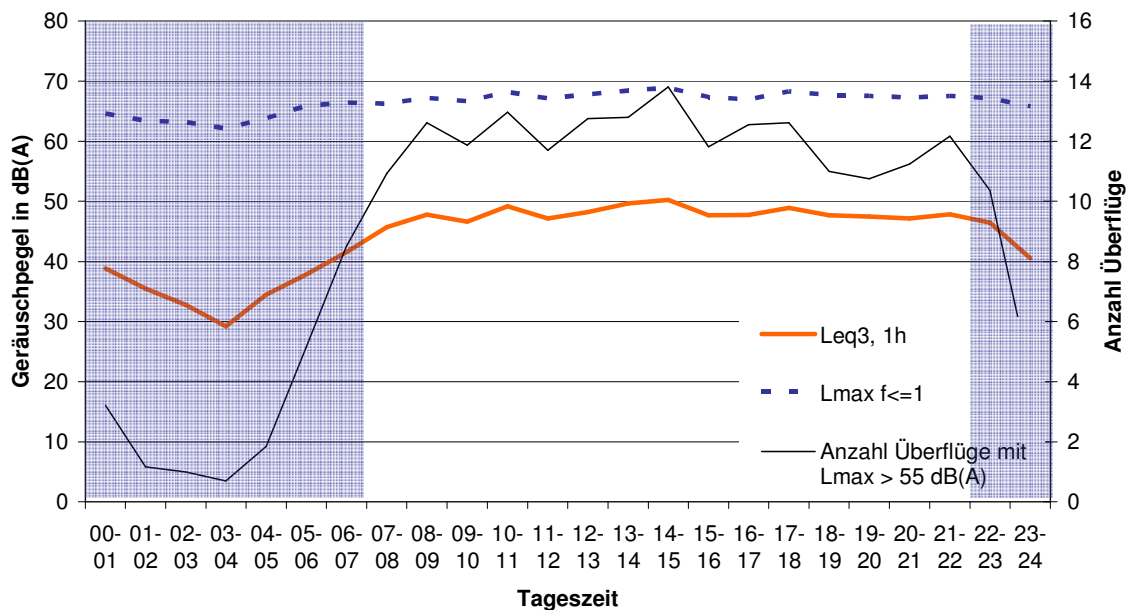


Abbildung 14-18: Durchschnittlicher Verlauf der Flugverkehrsgeräuschbelastung im Umfeld des Frankfurter Flughafens über 24 Stunden.

Dargestellt sind die Anzahl der Überflüge mit einem $L_{\max} > 55$ dB(A), der L_{eq3} und der Maximalpegel von Ereignissen mit einer Häufigkeit kleiner gleich 1 pro Stunde.

Zusammengesetztes 24h-Tagesprofil der Gestörtheit/Belästigung durch Fluglärm

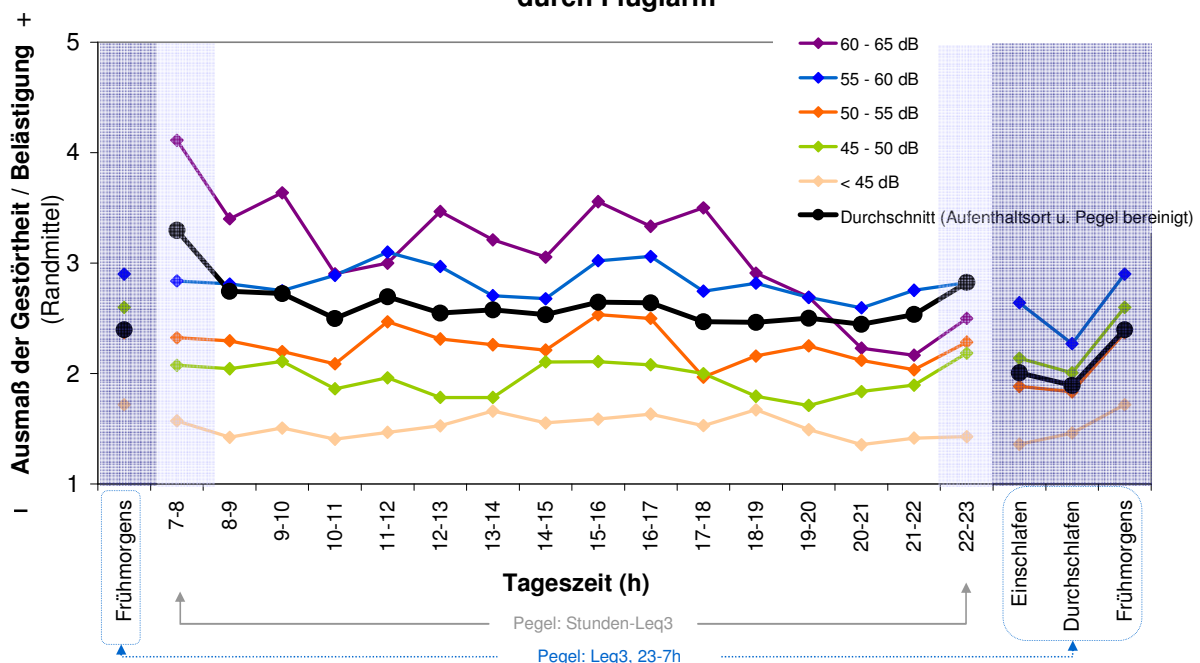


Abbildung 14-19: Zusammengesetztes 24h-Tagesprofil der Gestörtheit/Belästigung durch Fluglärm.

Die angegebenen Mittelwerte der Belästigungs/Gestörtheitsurteile pro Tageszeitfenster und Pegelklasse (Randmittel) sind um die Effekte der Messwiederholung (pro Stunde und Tag bzw. Nacht), die Durchschnittslinie der Belästigung zudem um die Effekte des Pegels und tagsüber um die des Aufenthaltsortes innerhalb/außerhalb des Hauses bereinigt. Nachtstörungen in der Pegelklasse 60-65 dB sind aufgrund zu geringer Zellenbesetzung (4 Fälle mit $L_{eq3,23-7h}$ zw. 60 und 61 dB) nicht dargestellt. Die Stundenbelästigungswerte zwischen 7 und 23 Uhr beruhen auf 14 bis 208 Urteilen pro Pegelklasse und Stunde; die nächtlichen Störungswerte auf 25 bis 378 Urteilen pro Pegelklasse.

Dieses Tagesprofil auf Basis der akuten Belästigungsurteile weist Ähnlichkeiten und Unterschiede zu den stündlichen Belästigungsangaben aus der Breitenerhebung auf. Ähnlichkeiten zeigen sich in einer erhöhten Lärmbelästigung in den Morgenstunden und der abendlichen Randstunde 22-23 Uhr. In der Breitenerhebung waren am Morgen in den Zeiten 5-6 Uhr sowie zwischen 8-9 Uhr erhöhte Belästigungswerte gegenüber den Angaben in den Stunden unmittelbar danach berichtet worden, am Wochenende zwischen 5-7 Uhr. In der Vertiefungsstudie zeigten sich insgesamt erhöhte Belästigungswerte zwischen 7-8 Uhr, insbesondere in der Pegelklasse 60-65 dB. Ebenfalls ähnlich (zu) den Ergebnissen der Breitenerhebung ist die - durch Außenaufenthalt am Haus bedingte – Tagesspitze am Nachmittag.

Die gegen 18-20 Uhr bei dem generalisierten Belästigungsprofil festzustellende Anhebung der Belästigung findet sich in dem Profil der akuten Belästigung in der Vertiefung nicht. Die zu dem Zeitpunkt überwiegend angegebene Tätigkeiten sind „essen“ und „Musik hören/TV sehen“. Es sind Aktivitäten, bei denen der Fluglärm entweder durch lauterstellen der Geräte bzw. lautersprechen teilweise kompensiert werden kann oder die selbst kurzfristig vom Fluglärm ablenken können, so dass das unmittelbar danach erhobene Stundenbelästigungsurteil niedriger ausfällt als im generalisierten Belästigungsprofil. Der wesentliche Unterschied zu den Aussagen in der Breitenerhebung besteht darin, dass die akute Belästigung in den Abendstunden (bei gleichem Pegel) erst zur Nachtrandzeit 22-23 Uhr deutlicher ansteigt.

In der Breitenerhebung wird ein erhöhter Ruheanspruch insbesondere für die Nacht, die Randstunde 5-6 Uhr, die Mittags-/Frühnachmittagszeit (13- 15 Uhr) und den Abend ab 20 Uhr formuliert. Es wird vermutet, dass beim generalisierten Belästigungsprofil stärker als beim akuten Belästigungsprofil allgemeine Ruheansprüche in der Abendzeit auch vor der Nachtrandstunde in das Belästigungsurteil mit einfließen.

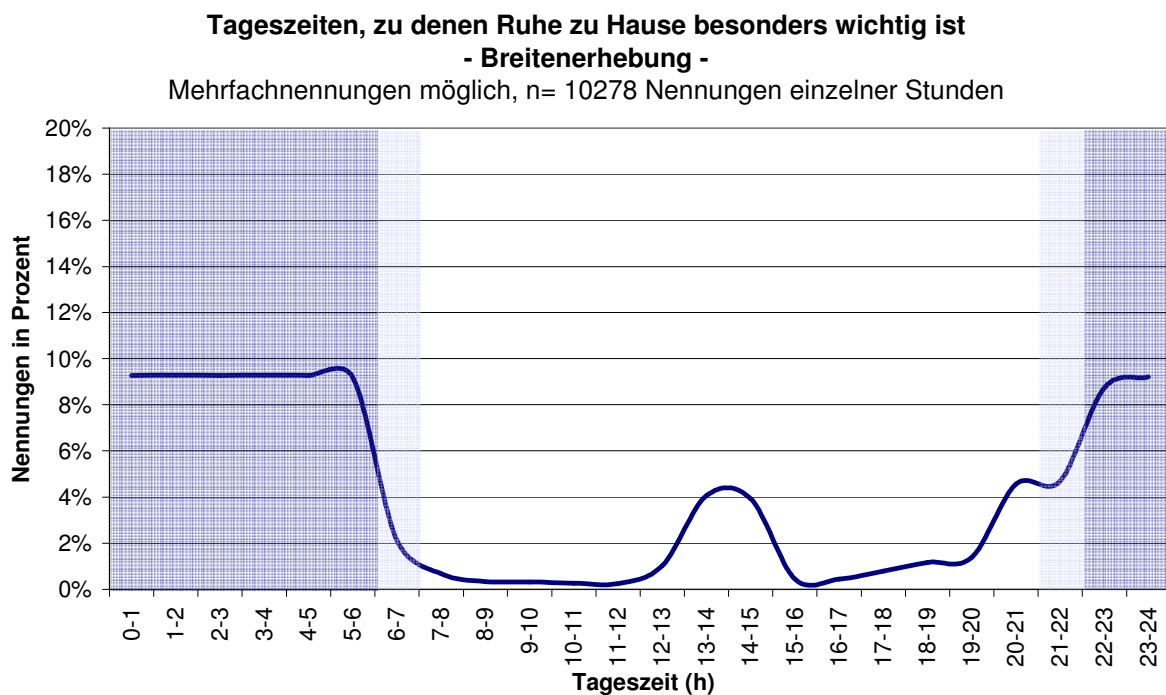


Abbildung 14-20: Offene Nennung von Tageszeiten, zu denen Ruhe zu Hause besonders wichtig ist (Tageszeiten mit erhöhtem Ruheanspruch)

14.7 Zusammenhang zwischen bereichsspezifischer Lärmempfindlichkeit, Fluglärmbelastung und Belästigung (Vertiefungsstudie)

In der Vertiefungsstudie wurde die Lärmempfindlichkeit der Untersuchungsteilnehmer differenzierter als in der Breiterehebung erfasst. Mit Hilfe des Fragebogens „NoiSeQ“ (Schütte, Leue & Griefahn, 2006) wurde von den Teilnehmern die individuelle Lärmempfindlichkeit allgemein sowie bezogen auf die Lebensbereiche Freizeit, Arbeit, Wohnumgebung, Kommunikation und Schlaf erhoben.

Abbildung 14-21 zeigt die durchschnittliche Lärmempfindlichkeit aufgeteilt nach Pegelklassen ($L_{Aeq3, 6-22h}$). Zwar scheint es, dass in der Pegelklasse 45-50 dB(A) die Lärmempfindlichkeit geringer ist als in den übrigen Pegelklassen, dieser augenscheinliche Unterschied ist aber statistisch nicht signifikant. Auch die Koeffizienten in der Korrelations-Tabelle 14-10 weisen darauf hin, dass es – mit Ausnahme der Lärmempfindlichkeit in der Freizeit – ansonsten keinen Zusammenhang zwischen akuter Geräuschbelastung durch Flugverkehr und der individuellen Lärmempfindlichkeit gibt. Bei der Lärmempfindlichkeit in der Freizeit handelt es sich offenbar teilweise auch um eine Reaktion auf den Fluglärm. Dagegen korreliert die Lärmempfindlichkeit erwartungsgemäß mit den Fluglärmbelästigungsurteilen, die bezogen auf die jeweiligen Untersuchungstage in der Vertiefungsstudie neben den Stundenbelästigungsangaben im Begleitfragebogen erhoben wurden. Allen voran korreliert mit der Fluglärmbelästigung am höchsten die Lärmempfindlichkeit gesamt, gefolgt in absteigender Reihenfolge von der Lärmempfindlichkeit bezogen auf Schlaf, Wohnumgebung, Arbeit, Freizeit und Kommunikation.

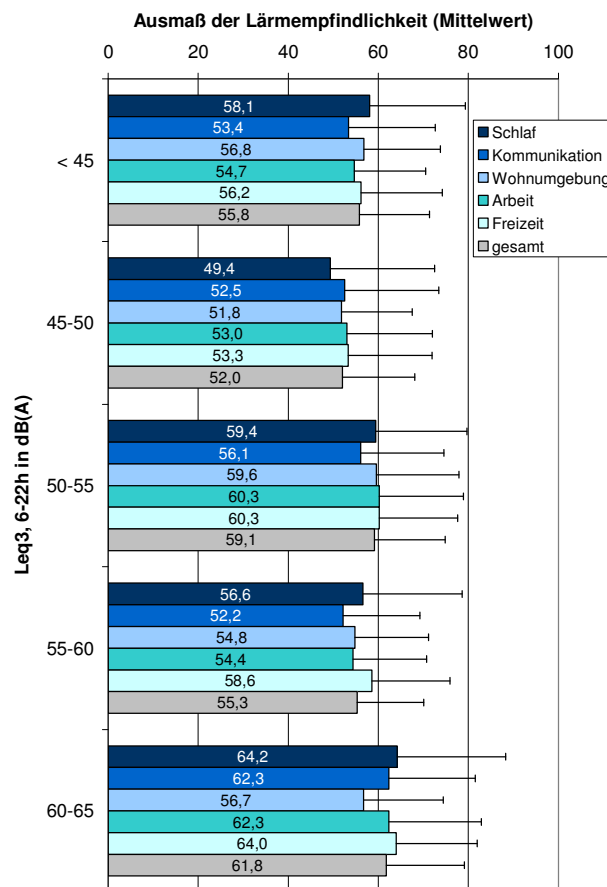


Abbildung 14-21: Lärmempfindlichkeit (NoiSeQ) gesamt und für einzelne Bereiche aufgeteilt nach Pegelklassen – Vertiefungsstudie

Tabelle 14-10: Produkt-Moment-Korrelation zwischen Lärmempfindlichkeit in verschiedenen Lebensbereichen und der Fluglärmbelästigung und den Fluglärmpegeln ($L_{eq36-22h}$, $L_{eq3,22-6h}$ in der Vertiefungsstudie)

	Fluglärmbelästigung (über 4 Tage arith. gemittelt)	$L_{eq3, 6-22h}$ (energetisch über die Tage gemittelt)	$L_{eq3,22-6h}$ (energetisch über die Nächte gemittelt)
Kommunikation	0,256	0,097	0,050
Freizeit	0,286	0,155	0,156
Arbeit	0,303	0,114	0,059
Wohnumgebung	0,308	0,038	0,039
Schlaf	0,352	0,075	0,091
gesamt	0,361	0,113	0,095

Im Anhang sind in Tabelle 18-24 die Korrelationswerte zwischen den bereichsspezifischen Lärmempfindlichkeiten und der Fluglärmbelästigung in Abhängigkeit ausgeübter Aktivitäten aufgelistet. Danach steht jede bereichsspezifische Lärmempfindlichkeit in korrelativer Beziehung zur Fluglärmbelästigung, egal bei welcher Tätigkeit (je lärmempfindlicher, desto belastigter). Allerdings bestehen die engsten Zusammenhänge nicht zwischen einer bestimmten bereichsbezogenen Lärmempfindlichkeit (z.B. Lärmempfindlichkeit bei Kommunikation) und der Belästigung bei entsprechend ausgeübter Aktivität (z.B. unterhalten, telefonieren). Vielmehr weisen Lärmempfindlichkeit gesamt und Lärmempfindlichkeit beim Schlafen die engsten Beziehungen zur stundenbezogenen Fluglärmbelästigung auf, egal bei welcher ausgeübter Tätigkeit.

15. Vertiefungsstudie: Befindlichkeit und Beschwerden

15.1 Operationalisierung

Im sog. Abendbogen der Vertiefungsstudie (vgl. Kapitel 5.1) wurden, ergänzend zu den Belastungsreaktionen, das Befinden/ Stimmung und gesundheitliche Beschwerden als akute Reaktionen des tagesbezogenen Schallpegels durch den Flugverkehr ($LA_{eq3, 06-22}$) erfasst. Es wurden weiterhin belastende Ereignisse des aktuellen Tages bei den Probanden erhoben, um zu eruieren, inwieweit nicht fluglärmbezogene kritische Tagesereignisse (Beruf, Familie etc.) subjektive Beschwerden und die Befindlichkeit moderieren.

15.1.1 Operationalisierung des Befindens/Stimmung

Das Befinden wurde in Anlehnung an Janke und Debus (1978) mit acht Adjektiven abgefragt. Diese Adjektive haben sich in einer Studie zu den Auswirkungen akuten Lärms als sensitiv herausgestellt (vgl. Quehl, 2001). Es finden sich jeweils vier Adjektive der Faktoren „Allgemeines Wohlbehagen“ („ausgezeichnet“, „fröhlich“, „unbeschwert“, „gut gelaunt“) und „Angst“ („ruhelos“, „reizbar“, „zerfahren“, „unausgeglichen“) die bezüglich der beiden Faktoren orthogonal und trennscharf für Lärmsituationen sind. Es wird eine 6-er Skala von 1=„trifft gar nicht zu“ bis 6=„trifft genau zu“ verwendet. Mittels dieser verkürzten Skalen werden akute, reiznahe Befindlichkeitszustände abgefragt: „Wenn Sie den heutigen Tag Revue passieren lassen, wie war da Ihre Stimmung?“ Es soll mit diesem Instrument geprüft werden, ob differenzierte Stimmungen in Abhängigkeit der tageszeitbezogenen Fluglärmexposition zu erfassen sind.

Es wurden die beiden Skalen „Wohlbehagen“ und „Angst“ durch Mittelung gebildet. Jede Skala kann einen Wert von 1 bis 6 annehmen. Bei der Skala „Wohlbehagen“ bedeuten hohe Werte ein hohes Wohlbehagen; bei der Skala „Angst“ ist eine hohe Ausprägung mit einem höheren Angstwert verbunden.

Zunächst wurden alle vier Tage der Vertiefungsstudie gemäß den Pegelklassen (PK) getrennt ausgewertet. Es stellte sich heraus, dass eine Mittelung der beiden Skalen über die vier Tage ein gutes Abbild des Befindens über den Befragungszeitraum darstellt.

15.1.2 Operationalisierung Subjektive Gesundheit: „Akutliste“ Beschwerden

Es wurde eine Kurzform „Akutliste“ Beschwerden nach dem Gießener Beschwerdebogen (GBB) entwickelt. Der Gießener Beschwerdebogen wurde bereits in der Breitenerhebung eingesetzt, so dass dieses Instrument nur für den Anwendungsbereich der Vertiefungsstudie vorgestellt wird.

Bezogen auf Fluglärmwirkungen werden **Herzbeschwerden** und deren Qualifizierungen mit drei Items „Herzklopfen, -jagen oder -stolpern“, „Anfallsweise Herzbeschwerden“ und „Stiche, Schmerzen oder Ziehen in der Brust“ sowie **Atemnot** (1 Item: „Anfallsweise Atemnot“) und **Starkes Schwitzen** (1 I-

tem: „Starkes Schwitzen“) abgefragt. Die Beschwerden wurden fünffach gestuft mit den Antwortmöglichkeiten 0=„nicht“, 1=„kaum“, 2=„einigermaßen“, 3=„erheblich“ und 4=„stark“ erfasst. Mithilfe der Akutliste Beschwerden wird versucht, das Beschwerdebild in Abhängigkeit der tageszeitbezogenen Fluglärmexposition zu erfassen.

Die gesundheitlichen Beschwerden wurden aufsummiert, wobei insgesamt zwei Skalen gebildet wurden. Zum einen wurde die Skala „Herzbeschwerden“ (mögliche Werte von 0-12) und die Skala „Gesamtbeschwerden“ (Werte von 0-20) gebildet. Neben diesen beiden Skalen werden die Ergebnisse der Items „Starkes Schwitzen“ und „Anfallsweise Atemnot“ kurz berichtet. Wiederum wurden die Antworten über vier Tage gemittelt.

15.2 Auswertungsschema

Bildung von Pegelklassen

Als unabhängige Variable wurde der tagesbezogene Schallpegel des Fluglärms (Realverteilung) herangezogen. Da in den oberen Pegelklasse > 60dB(A) zu wenig Probanden für die Vertiefungsstudie rekrutiert wurden, wurden vier Pegelklassen gebildet. Tabelle 15-1 zeigt die Pegelklassen und die Fallzahlen. Bei den 12 fehlenden Fällen handelt es sich um Personen, die in Wohngebieten leben, in denen ein höherer Schallpegel als 60 dB(A) berechnet worden war; für eine eigene Pegelklasse war die Fallzahl zu gering. Die vier Tagespegel wurden energetisch gemittelt.

Tabelle 15-1: 4 Pegelklassen $LA_{eq3, 06-22}$ (Realverteilung) Tage 1-4 und Zellbesetzungen

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente
Gültig	<45	31	15,4	16,4
	45-50	47	23,4	24,9
	50-55	67	33,3	35,4
	55-60	44	21,9	23,3
	Gesamt	189	94,0	100,0
Fehlend	System	12	6,0	
Gesamt		201	100,0	

Varianzanalysen und Kontrollfaktoren

Es wurden Varianzanalysen des Allgemeinen linearen Modells (GLM) berechnet. Folgende Confounder wurden durch Kovarianzanalysen und als Faktoren berücksichtigt: Alter (kontinuierlich), Geschlecht, Sozialschicht (kontinuierlich) und die selbst berichtete Anzahl der Stunden, die die Probanden außerhalb der Wohnung verbracht haben, um die Expositionszeit entsprechend zu kontrollieren. Für die außerhalb der Wohnung verbrachten Stunden waren weder Unterschiede bezüglich der vier Messtage ($F(3,188)=1.2$, $p=0.28$) noch für die vier Pegelklassen ($F(3,184)=1.7$, $p=0.16$) nachweisbar.

Belastende Ereignisse

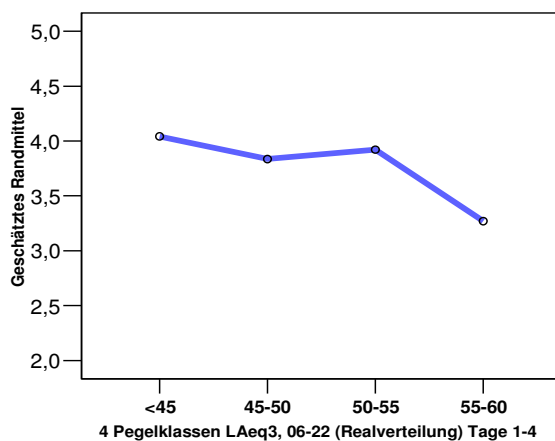
Innerhalb der vier Tage berichteten 70% über kein belastendes Ereignis, 22% über ein Ereignis, 6% über zwei Ereignisse, 1% über drei und 1% über vier Ereignisse. Hinsichtlich der belastenden Ereignisse ergaben sich keine Unterschiede bezüglich der vier Pegelklassen ($\chi^2=2.4$; $df=12$, 184, $p=0.70$), so dass auf weitere Kontrollanalysen oder Darstellungen verzichtet wird.

15.3 Ergebnisse

15.3.1 Befindlichkeit

Die Befindlichkeit als Akutreaktion, gemittelt über vier Tage, ist signifikant vom Schallpegel abhängig ($F(3,167)=3.1$, $p=0.02$, $\eta_p^2=0.055$). Wie Abbildung 15-1a zu entnehmen ist, liegt der Schwellenwert für ein sinkendes Wohlbefinden bei 55 dB(A). Die Differenz zwischen der Pegelklasse < 45 dB(A) und der obersten Pegelklasse betrug 0.78 Skaleneinheiten.

Geschätztes Randmittel Skala "Wohlbefinden" Tag 1-4 (Skala 1-6)



Geschätztes Randmittel Item "unbeschwert" Tag 1-4 (Skala 1-6)

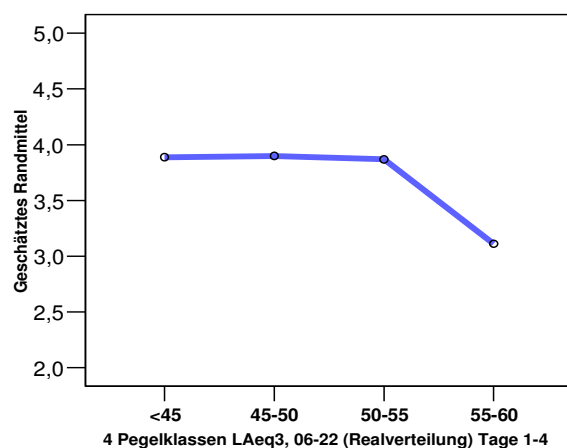


Abbildung 15-1a+b: Randmittel der gemittelten Skala „Wohlbefinden“ und des Items „unbeschwert“ über die vier Pegelklassen ($LA_{eq3, 06-22}$, Realverteilung)

Bei dem Item „unbeschwert“ war von allen Items dieser Skala die größte Wirkung nachzuweisen ($F(3,166)=4.0$, $p=0.00$, $\eta_p^2=0.071$); vgl. Abbildung 15-1b.

Hinsichtlich der Items der Skala „Angst“ konnten zwar keine signifikanten Ergebnisse für die Gesamtskala ($F(3,162)=1.5$, $p=0.20$, $\eta_p^2=0.029$) ermittelt werden, aber die Tendenz ging in die Richtung, wie es bei der Skala „Wohlbefinden“ auch zu beobachten war: Personen aus Wohngebieten höherer Pegelklassen berichten, dass ihre Stimmung tendenziell schlechter war (vgl. Abbildung 15-2a). Das Item „ruhelos“ hatte dabei die größte Wirkung und zeigte eine statistische Tendenz ($F(3,162)=2.4$, $p=0.06$, $\eta_p^2=0.045$). Posthoc-Tests zeigten, dass die Pegelklassen < 45 dB(A) und 50-60 dB(A) sich signifikant unterschieden; die Differenz betrug 0.72 Skaleneinheiten (vgl. Abbildung 15-2b).

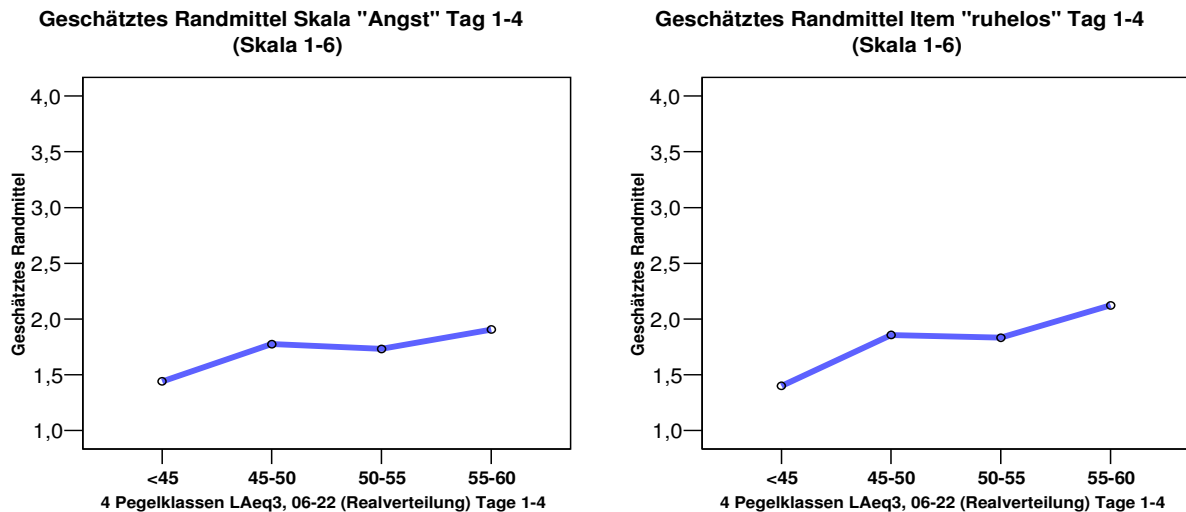


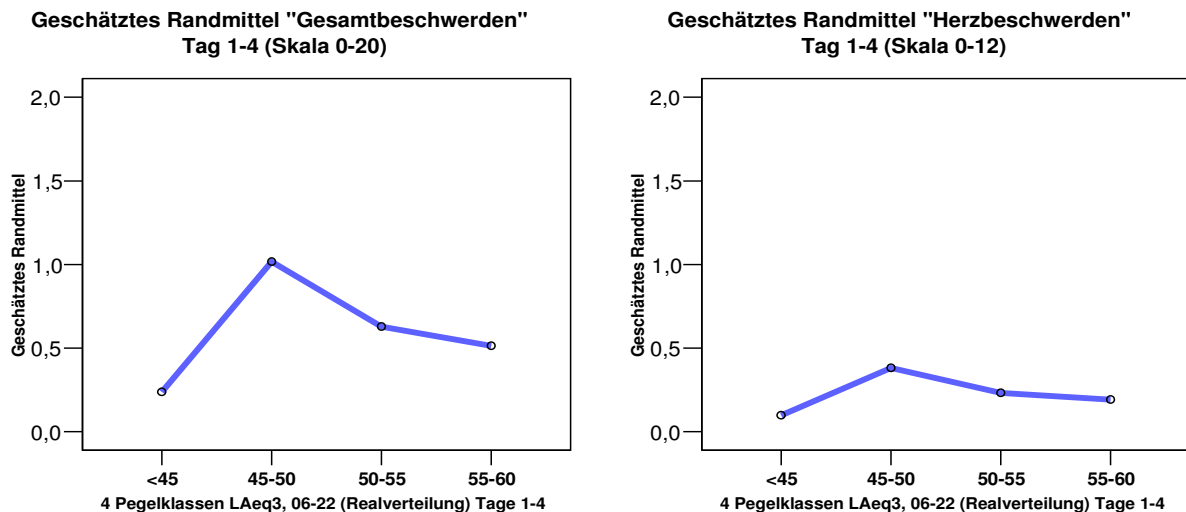
Abbildung 15-2a+b: Randmittel der gemittelten Skala „Angst“ über die vier Pegelklassen ($LA_{eq3, 06-22}$, Realverteilung)

15.3.2 „Akutliste“ gesundheitliche Beschwerden

Bei den Beschwerden waren deutliche Bodeneffekte zu beobachten. So gaben 81% aller Befragten an, über die *gesamten vier Tage* keinerlei „Herzbeschwerden“ gehabt zu haben. Für die beiden anderen Beschwerdebereiche wurden vergleichbare Werte ermittelt: 72% gaben keinerlei Ausprägung in Richtung „Starkes Schwitzen“ an und 92% konnten keine „Anfallsweise Atemnot“ berichten. Für die Skala „Gesamtbeschwerden“, bei der alle Beschwerden zusammengefasst sind, berichteten 66% über vier beschwerdefreie Tage. Explorative Analysen konnten bei den vorgebrachten Beschwerden keine zeitlichen Zusammenhänge zum Schallpegel aufweisen.

Abbildung 15-3a-d sind die Randmittel der drei Subskalen sowie der Gesamtskala zu entnehmen.

Sämtliche statistische Analysen konnten keinerlei Wirkzusammenhänge zwischen den berichteten Beschwerden und der Schallexposition aufdecken. Auf eine ausführliche Darstellung insignifikanter Ergebnisse wird daher verzichtet.



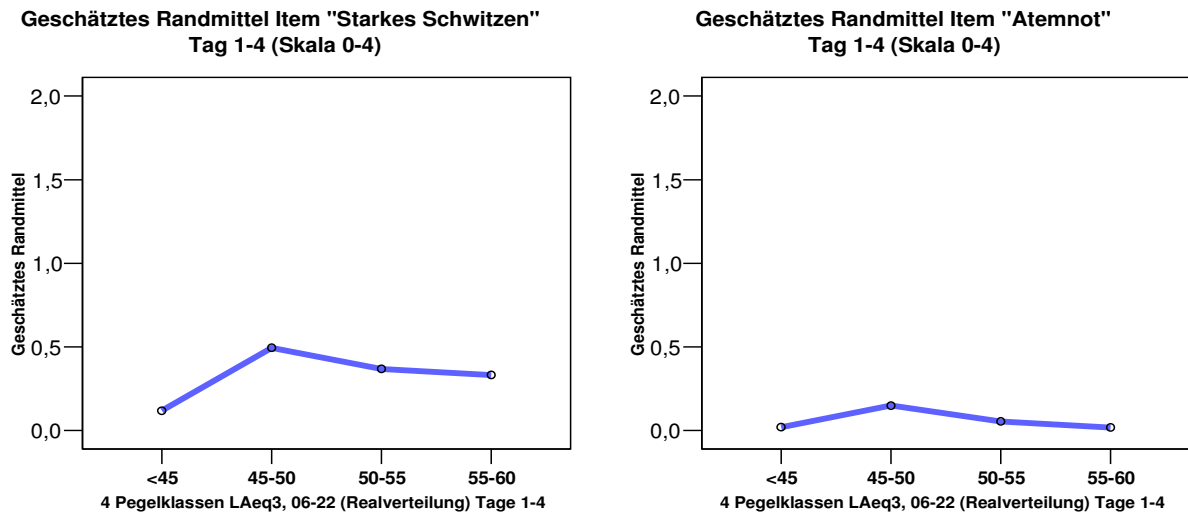


Abbildung 15-3a-d: Randmittel der Skalen „Gesamtbeschwerden“, „Herzbeschwerden“ und die Items „Starkes Schwitzen“ und „Anfallsweise Atemnot“ über die vier Pegelklassen ($LA_{eq3, 06-22}$, Realverteilung)

15.3.3 Moderatoreffekte

Es wurden Prüfungen der Moderatoren selbst berichtete Krankheiten und die Lärmempfindlichkeit gemäß des NoiSeQ (Schütte Leue & Griefahn, 2006) durchgeführt.

Selbst berichtete Krankheiten

Der Faktor selbst berichtete Krankheiten war als Haupteffekt bezüglich der Skala „Wohlbehagen“ signifikant ($F(1,180)=6.2$, $p=0.01$, $\eta_p^2=0.045$); bei der Skala „Angst“ war eine statistische Tendenz festzustellen ($F(1,175)=3.2$, $p=0.07$). Obwohl die Interaktion Pegel x Moderator (selbst berichtete Krankheiten) insignifikant ist, ist aber Abbildung 15-4b zu entnehmen, dass multimorbide Personen dann über mehr Befindenseinschränkungen (Skala „Angst“) berichteten, wenn sie einem höheren Schallpegel ausgesetzt waren.

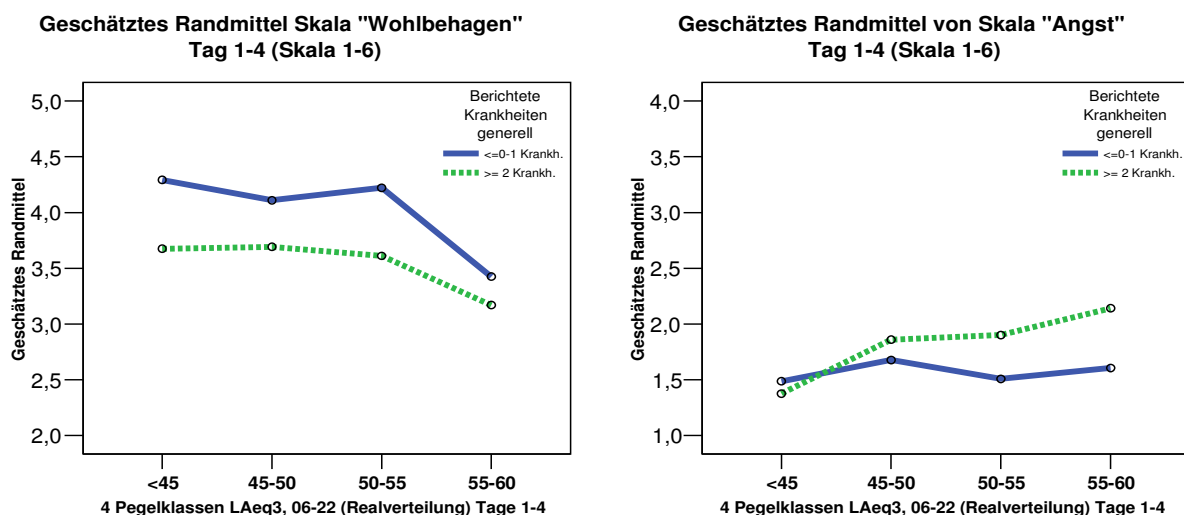


Abbildung 15-4a+b: Randmittel des Moderators selbst berichtete Krankheiten der Skalen „Wohlbehagen“ und „Angst“ über die vier Pegelklassen ($LA_{eq3, 06-22}$, Realverteilung)

Bezüglich der gesundheitlichen Beschwerden waren keine signifikanten moderierenden Wirkungen selbst berichteter Krankheiten aufgetreten.

15.3.4 Zusammenhangsmaße mit der Belästigung

In der Breitenerhebung konnte gezeigt werden, dass die medizinpsychologischen Verfahren einen engeren Zusammenhang mit Belästigungsreaktionen aufweisen als mit dem Schallpegel. Dies Ergebnismuster bestätigt sich in den Daten der Vertiefungsstudie.

Wie Tabelle 15-2 zeigt, besteht zwischen dem energetisch gemittelten Schallpegel und dem Beschwerdemaß des GBB kein statistisch signifikanter Zusammenhang. Es konnte aber gezeigt werden, dass Personen, die hohe Belästigungswerte über die vier Messtage angegeben haben, auch über mehr Beschwerden berichten. Ein vergleichbares Ergebnismuster war bereits in der Breitenerhebung aufgetreten.

Die beiden Skalen „Wohlbehagen“ und „Angst“ korrelieren signifikant mit dem Schallpegelmaß. Je höher der Schallpegel, desto geringer die Ausprägung der Skala „Wohlbehagen“ und desto höher die Ausprägung der Skala „Angst“. Die Korrelationen zur Belästigung sind aber in ihrer Ausprägung höher.

Tabelle 15-2: Zusammenhangsmaße Beschwerden und Stimmung mit dem Schallpegel (LA_{eq3} Tag gemittelt) und der gemittelten Belästigung durch Fluglärm

		Gesamtbeschwerden Tag 1-4	Skala "Wohlbehagen" Tag 1-4	Skala "Angst" Tag 1-4
Leq Tag energetisch gemittelt	Korrelation nach Pearson	,068	-,189	,152
	Signifikanz (2-seitig)	,347	,008	,038
	N	191	193	188
Gemittelte Belästigung über 4 Tage	Korrelation nach Pearson	,270	-,275	,257
	Signifikanz (2-seitig)	,000	,000	,000
	N	192	194	188

15.4 Zusammenfassung und Diskussion

Im Rahmen der Vertiefungsstudie konnte gezeigt werden, dass akute Lärmwirkungen des tagesbezogenen Schallpegels ($LA_{eq3, 06\ 22}$, Realverteilung) auf die Stimmung und das Befinden der Teilnehmer nachweisbar waren. Der Schwellenwert für Beeinträchtigungen des Wohlbehagens liegt ab 55 dB(A). Signifikante Stimmungsbeeinträchtigungen bezüglich des Items „Ruhelosigkeit“ (Skala „Angst“) sind zwischen den Pegeln < 45 dB(A) und 55-60 dB(A) nachgewiesen worden.

In der Breitenerhebung sind bezüglich der Schallwirkungen auf chronische Befindlichkeitswerte keine pegelabhängigen Effekte im Sinne von Dosis-Wirkungs-Beziehungen gefunden worden. Obwohl hier andere Messdimensionen verwendet wurden, deuten diese Ergebnisse an, dass akute Fluglärmwirkungen bezüglich der Befindlichkeit und der Stimmung tendenziell besser abzubilden sind.

Hinsichtlich der Akutliste Beschwerden („Herzbeschwerden“, „Starkes Schwitzen“, „Anfallsweise Atemnot“ und eine Gesamtskala), die eigens für diese Vertiefungsstudie entwickelt wurde, konnten keine relevanten Beziehungen zum tagesbezogenen Schallpegel durch den Flugverkehr nachgewiesen werden. Auch konnten keine bedeutsamen Moderatoreffekte ermittelt werden.

Moderatoreffekte konnten aber für die selbst berichteten Krankheiten als Haupteffekt nachgewiesen werden: Multimorbide Personen berichten über mehr Befindenseinschränkungen als Personen mit keiner oder einer Krankheit. Bei der Skala „Angst“ deutete sich tendenziell an, dass Befindensstörungen multimorbider Personen mit dem Pegel steigen. Es konnten zwar auch moderierende Effekte der Lärmempfindlichkeit der NoiSeQ Skala „Wohnumgebung“ gezeigt werden, doch fällt hier die Interpretation der moderierenden Wirkung schwerer, da für die lärmempfindlichen Personen keine systematische Beziehung zum Schallpegel zu erkennen ist.

Wie schon in der Breitenerhebung, konnte gezeigt werden, dass lärmunspezifische Fragen und Skalen, besonders die gesundheitlichen Beschwerden, einen höheren korrelativen Bezug zur Belästigung aufweisen als zum Schallpegel. Für die Stimmungs-/Befindensdimensionen hingegen konnten auch signifikante Korrelationen zum Schallpegel nachgewiesen werden.

16. Fazit und Empfehlungen

Diese umfassende Lärmwirkungsstudie hat verschieden erwartbare Ergebnisse hervorgebracht. Es ist zu konstatieren, dass die Bewohner des Rhein-Main-Gebiets durch die Fluglärmbelastung gestört und belästigt sind. Sie sind es stärker als der Durchschnitt der Bewohner in Hessen und auch in der gesamten Bundesrepublik. Liegen 25% HA (25% Anteil hoher Belästigung in der Bevölkerung) der im EU-Positionspapier zur Dosis-Wirkungsbeziehung für die Lärmbelastung (EG/WG2, 2002) aufgestellten Kurve für Fluglärm bei einem L_{dn} (Tag-/Nachtpegel) von 64 dB(A), so zeigt die Frankfurter Situation dem gegenüber eine stärkere Wirkung der Fluglärmbelastung: Der 25% HA wird hier bereits bei einem L_{dn} von etwa 54 dB(A) überschritten. Die Frankfurter Belästigungsdaten stellen dabei keine Ausreißer dar, sondern liegen im Trend der Ergebnisse jüngerer Fluglärmwirkungsstudien.

Griefahn et al. (2001, 2002) unterscheiden in ihrer Synopse als Fluglärmkriterien für den Schutz der Bevölkerung vor erheblicher Belästigung einen kritischen Toleranzwert von $L_{eq,16h} = 65$ dB(A) (Überschreitung erfordert Lärminderungsmaßnahmen), einen präventiven Richtwert von $L_{eq,16h} = 62$ dB(A) (Vorsorgewert) und einen Schwellenwert bei $L_{eq,16h} = 55$ dB(A) (langfristig anzustrebender Wert). Die vorgeschlagenen Werte basieren auf eine Sichtung relevanter Lärmwirkungsstudien an verschiedenen Flughäfen bzw. im Labor und Ergebniszusammenfassung durch die Autoren. Die Werte sind nicht spezifisch auf die Situation am Frankfurter Flughafen bezogen. Dagegen spiegeln die vorliegenden RDF-Daten ausschließlich die Verhältnisse am Frankfurter Flughafen wider. Hier beträgt der %HA-Anteil (Urteil zur Fluglärmbelästigung insgesamt in den letzten 12 Monaten) in Abhängigkeit des 16h-Tagespegels (Realverteilung) bei einem präventiven Richtwert von 62 dB(A) mehr als 50% und beim Schwellenwert 35%¹⁹.

Wieviele Prozent hoch Belästigte zumutbar sind, kann wissenschaftlich nicht eindeutig definiert werden; dies unterliegt einem gesellschaftlichen Diskurs. Mit den im Rahmen dieses Gutachtens gewonnenen Ergebnissen erhält das Regionale Dialogforum Flughafen Frankfurt (RDF) die Möglichkeit, entsprechend seiner Forums-Funktion diesen Diskurs auf Basis einer regionsspezifischen und aktuellen Datenlage unter den beteiligten Gruppen zu führen.

Besonders die Störungen und Belästigungen in der Nacht tragen zu diesen hohen Störungswerten bei: Schon in der L_{eq3} -Pegelklasse 50-52,5 dB(A) – berechnet nach 100/100-Regel – finden sich 25% hoch durch nächtlichen Fluglärm Belästigte, der Mittelwert der nächtlichen Belästigung liegt hier etwa bei 2,8 (von fünf Skalenstufen). Bezogen auf den nächtlichen Flugverkehr fällt die Pegel-Belästigungsbeziehung bei einer Pegelberechnung nach der 100/100-Regel etwas enger aus als bei der Realverteilung. Dieser Unterschied zwischen den Berechnungsverfahren lässt sich für die Fluglärmbelastung tagsüber nicht in gleichem Maße feststellen. Dass für die Nacht die Berechnung des jahresgemittelten Fluglärmpegels nach der 100/100-Regel und für den Tag die Berechnung nach Realverteilung erfolgt, ist aus der Perspektive des statistischen Pegel-Belästigungszusammenhangs zulässig. Keines der Berechnungsverfahren kann als ungeeignet zur Beschreibung der Belästigungswirkung verworfen werden.

¹⁹ Für die Angabe des %HA-Anteils am Frankfurter Flughafen beim kritischen Toleranzwert von 65 dB(A) müssten die Daten extrapoliert werden. Dies wird im Rahmen dieses Gutachtens jedoch nicht vorgenommen.

Auch das Leben außerhalb der (möglicherweise passiv Lärm geschützten) eigenen Wände wird durch die Fluglärmbelastung beeinträchtigt. Die befragten Anwohner des Rhein-Main-Gebiets berichten über Aktivitätenstörungen im Außenbereich durch Fluglärm und sie sehen sich in ihrer Wohnzufriedenheit durch den Fluglärm beeinträchtigt. Die Befragten in dieser sowie auch in anderen Lärmwirkungsuntersuchungen schließen in ihr Belästigungsurteil die (eingeschränkte) Möglichkeit der Nutzung des Außenbereichs ihrer Wohnung/ihres Hauses explizit mit ein. Zum Wohnen gehören die Nutzung von Balkon, Terrasse und Garten sowie die Möglichkeit zur Lüftung durch das Öffnen von Fenstern dazu. Insofern mindern zwar Schallschutzfenster die Fluglärmexposition im Haus, nicht aber notwendigerweise dadurch die insgesamt erlebte Fluglärmbelästigung.

Die akute Fluglärmbelästigung fällt innerhalb des Hauses kurzfristig durch das Schließen von Fenstern geringer aus. Langfristig wird dagegen eher eine höhere Fluglärmbelästigung bei geschlossenen Fenstern berichtet, vor allem nachts. Mehrheitlich bevorzugt die Bevölkerung gekippte Fenster, und vor allem bei wärmerem Wetter wird häufiger gelüftet. Wer dennoch das Fenster insbesondere nachts geschlossen hält, berichtet gleichzeitig eine höhere Fluglärmbelästigung, einen schlechteren Gesundheitszustand und eine geringere Schlafqualität. Das heißt, den vollen Umfang ihrer Schutzfunktion erfüllen Schallschutzfenster nachts vor allem für gesundheitlich beeinträchtigte, vulnerable Personen. Gewissermaßen stellt für die Bevölkerung nachts das geschlossene Fenster bzw. der Verzicht auf Lüftung ein „letztes Mittel der Wahl“ zur Lärminderung dar. Die Priorität von aktiven Schallschutzmaßnahmen gegenüber einem passiven Schallschutz ist bekannt und wird anhand der vorliegenden Daten erneut unterstützt.

Zu den vulnerablen Gruppen zählen Ältere sowie durch Erkrankung vorbelastete Menschen. Entsprechend zeigen sie stärkere Beeinträchtigungen durch die Fluglärmbelastung als junge, gesunde Menschen.

Die vermeintlichen Gesundheitsschäden durch Kerosin, Bedrohungsgefühle durch geringe Überflughöhen und nicht zuletzt auch die Furcht vor Wertverlust der eigenen Immobilie beeinflussen die Lebenssituation um den Frankfurter Flughafen. Es empfiehlt sich für das RDF diese Befürchtungen in der Bevölkerung in den Dialog mit den Betroffenen zum Flugverkehr und zum Flughafenausbau aufzugreifen und diesbezüglich die bisherige Informationsarbeit fortzusetzen und zu intensivieren.

Ein erhöhter Schutzbedarf hat sich zu den Randstunden des Tages morgens und abends herausgestellt. In der Breitenerhebung ist die morgendliche Belästigung werktags um 5-6 Uhr sowie 8-9 Uhr bei gleichem Pegel erhöht, am Wochenende im Zeitraum 5-7 Uhr. In der Vertiefungsstudie ist es morgens der Zeitraum 7-8 Uhr (werktags und am Wochenende), insbesondere bei einem Stunden- $L_{eq3} > 60$ dB(A). Eine nachmittägliche Belästigungsspitze um 15-17 Uhr spiegelt den vermehrten Außenaufenthalt am Haus wider, der entsprechend mit einer höheren Fluglärmexposition im Vergleich zum Aufenthalt im Haus verbunden ist. Abends ist in der Randstunde 22-23 Uhr eine erhöhte Lärmbelästigung bei gleichem Pegel im Vergleich zu den Tagesstunden davor festzustellen. Für den Zeitraum 19-20 Uhr – laut Vertiefungsstudie zur Abendessen- und Fernsehzeit – berichten die Befragten in der Breitenerhebung eine höhere Belästigung, in der Vertiefungsstudie berichten sie dies nur am Wochenende.

Insgesamt ist am Wochenende die Lärmbelästigung zu allen Tageszeiten höher als werktags, deswegen fallen die Unterschiede in der Belästigung zwischen den einzelnen Tagesstunden geringer als an Werktagen aus.

Der NAT_{70} als Wert für die Anzahl von Überflügen, die einen Maximalpegel von 70 dB(A) überschreiten, erwies sich in dieser Untersuchung als ein weniger gut geeignetes akustisches Maß zur Beschreibung/Vorhersage der Lärmbelästigung. Das bedeutet nicht, dass die Lautheit der Flugverkehrsgeräusche (Maximalpegel) eine größere Rolle als die Zahl der Ereignisse spielt. Vielmehr zeigen die Ergebnisse dieser Untersuchung eine engere Beziehung zur Anzahl der Überflüge mit einem Maximalpegel größer 55 dB(A) und der damit verbundenen Verkürzung von Ruhezeiten als zur Lautheit (Maximalpegel) der einzelnen Flugverkehrsgeräusche festzustellen. Dies gilt insbesondere für die Tagesrandzeiten. Das heißt, dass auch die Häufigkeit von Überflügen *unter* einem Maximalpegel von 70 dB(A) in das Fluglärm-Belästigungsurteil einfließt. Es wäre daher für die Zukunft (erneut) zu überprüfen, welche Maximalpegelschwelle für die Bestimmung der Überflugszahl anzusetzen ist, um das Ausmaß der Fluglärmbelästigung optimal erklären/vorhersagen zu können. Vor dem Hintergrund der dargestellten Bedeutung der Anzahl der Überflüge ist es nicht verwunderlich, dass angesichts der steigenden Flugverkehrsmenge die Lärmbelästigung über die Jahre trotz leiserer Maschinen zugenommen hat, der weitere Trend dieser Entwicklung (Flugverkehrsmenge und Belästigung) sollte beobachtet werden.

Startende und landende Flugzeuge wirken bei gleichem Pegel unterschiedlich auf die Lärmbelästigung: Landungen weisen danach eine größere Lästigkeit auf als Starts. In den östlichen und südöstlichen Ortslagen ist demzufolge bei Westbetrieb, in den westlichen und nord-westlichen Ortslagen bei Ostbetrieb die Fluglärmbelästigung ausgeprägter.

Ganz besonders beeinträchtigt fühlen sich diejenigen Anwohner, die eine Verschlechterung ihrer Situation nach dem Flughafenausbau erwarten: Sie sind heute schon stärker gestört und belästigt, berichten eine geringere Lebensqualität und Einschränkungen in ihrer Lebenszufriedenheit. Dies gilt für Personen, die tatsächlich eine Verschlechterung ihrer Situation zu erwarten haben, aber es erwarten auch eine ganze Reihe von Menschen Verschlechterungen, obwohl sich ihre Lärmsituation laut heute verfügbarer Prognosepegel verbessern könnte. Unabhängig von der Ursache der Erwartungshaltung, ergeben sich hier Ansatzpunkte für die Optimierung der Risikokommunikation zum Ausbau des Flughafens. Ziel sollte es sein, Befürchtungen durch offensiv ausgerichtete, sachliche sowie transparente Kommunikationsmaßnahmen zu begegnen. Die Gutachter sehen auch durch die Gestaltung der Kommunikationspolitik eine wesentliche Möglichkeit, lärmbezogene Gesundheits- und Befindlichkeitsstörungen zu minimieren. Es konnte gezeigt werden, dass im Bereich der Belästigung und der subjektiven Gesundheit zur Ausprägung von Befindlichkeitsstörungen neben objektiven Einflüssen (Schallpegel) auch subjektive Einflussvariablen zu beachten sind. Diese zielgerichteten Kommunikationsmaßnahmen, sollten systematisch hinsichtlich ihrer Effektivität unter dem Gesichtspunkt der Kosten-Nutzen-Analysen evaluiert werden.

Hinsichtlich der gesundheitlichen Lebensqualität zeigte sich in vielen Teilbereichen eine so genanntes „Senke“/ „Gipfel“ Phänomen der Daten: Bereits Personen mit mittlerer Belastung durch Fluglärm im Bereich von 50-55 dB(A) weisen eine geringere subjektive Lebensqualität / Gesundheitszufriedenheit und höhere Anzahl von Beschwerden auf als Personen mit niedriger aber auch höherer Belastung durch Fluglärm. Ob hierfür regionale Besonderheiten verantwortlich sind, oder bereits durch Selektionsprozesse, speziell in den höher belasteten Gebieten, nur noch besonders „robuste“ Personen leben, kann im Rahmen dieser Querschnittsuntersuchung nicht geklärt werden. Eine weitere Hypothese, die auch die Thematik der Erwartungen zum Flughafenausbau mit einbezieht, lautet, dass die Personen mit mittlerer Fluglärmbelastung die erwartete Veränderung am stärksten als *qualitative* Veränderung

insb. Verschlechterung ihrer Lebensumstände begreifen und daher schon jetzt (vor dem Ausbau) ein geringeres generelles Wohlbefinden in der Wohn- und Lebensqualität artikulieren als die Personen der übrigen Pegelklassen. Diese Annahme lässt sich allerdings anhand der vorliegenden Querschnittsdaten nicht belegen und bedarf einer Überprüfung etwa im Rahmen eines kombinierten Fluglärmwirkungs-/ Sozialmonitorings.

Insgesamt ist die subjektiv wahrgenommene Gesundheit (Beschwerdedruck, gesundheitsbezogene Lebensqualität, Lebenszufriedenheit, Schlafqualität) der Befragten in ihrer Ausprägung vergleichbar mit dem Bundesdurchschnitt. Ein systematischer Bezug zwischen gesundheitlichen Beeinträchtigungen und Pegeln im Sinne von linearen Dosis-Wirkungs-Beziehungen konnte nicht hergestellt werden.

Die Gutachter empfehlen die Einrichtung eines Fluglärmwirkungsmonitoring im Rhein-Main-Gebiet. Aus Gründen der Effizienz ist dabei zu prüfen, inwiefern eine regelmäßige Messung der Fluglärmwirkungen mit dem geplanten Sozialmonitoring sowie dem (akustischen) Fluglärmmonitoring für das Rhein-Main-Gebiet verknüpft werden kann. Ziel des Fluglärmwirkungs-Monitoring sollte sein, die in diesem Gutachten dargestellten Entwicklungen in der Belästigung und der Wohn- und Lebensqualität weiter zu verfolgen. Dabei gilt es, die Monitoring-Ergebnisse im Sinne eines Fine-Tunings für Maßnahmen der Lärminderung, soweit möglich der zeitlichen und räumlichen Flugbewegungssteuerung und der weiteren zielgruppenspezifischen Aufklärung und Information zu nutzen. Dabei ist zu betonen, dass Aufklärung und Information in mehrere Richtungen zu verfolgen ist. Zum einen ist weitere, intensive Aufklärung und Information auf die Bevölkerung im Hinblick auf die Veränderungen am Flughafen und daraus resultierende Wirkungen auszurichten. Zum anderen aber sind auch die Entscheidungsträger in Bezug auf den Flugverkehr in Politik, Verwaltung und Wirtschaft (Betreiber, Flugverkehrsgesellschaften, weitere Unternehmen) sowie Multiplikatoren darüber zu informieren, welche Wirkungen Entscheidungen und Planungen zum Flugverkehr am Frankfurter Flughafen im Weiteren auf die Bevölkerung hat (Maßnahmencontrolling), welche Reaktionen in der Bevölkerung auftreten bzw. zu erwarten sind und welche möglicherweise befürchteten Reaktionen eben nicht auftreten.

Im Monitoring sollte verfolgt werden ...

- ...welcher Entwicklung die derzeitige Wirkung des Fluglärms auf die Belästigung in der Rhein-Main-Bevölkerung im Zuge weiterer Ausbauphasen des Flughafenausbaus bzw. nach Ausbau unterworfen ist.
- ..wie Wirkunterschiede von Fluglärmberechnungen nach 100/100-Regel bzw. Realverteilung in gezielt ausgewählten Gebieten, für die sich größere Abweichungen zwischen den beiden Berechnungsverfahren ergeben, ausfallen.
- welche Kausalrichtung die Beziehung zwischen Belästigung und gesundheitsbezogenen Wirkungen einnimmt. Hier sollten vor allem vulnerable Gruppen besonders berücksichtigt werden. Es ist dabei zu prüfen, inwieweit die Daten zur subjektiv empfundenen Gesundheit der Befragten um ärztliche Untersuchungen oder Sekundärdaten ergänzt werden können.

Zusammenfassend ist dem RDF und seinen Mitgliedern anzuraten, in der weiteren Diskussion zur Wirkung des Fluglärms im Umfeld des Frankfurter Flughafens den folgenden Punkten Aufmerksamkeit zu schenken:

- Beachtung der spezifischen Frankfurter Situation bezüglich des Anteils hoch Belästigter
- Beachtung besonderer Wochentage (Wochenende) und Tagesstunden (Randstunden) erhöhter Lärmbelästigung bei gleichem Pegel
- Beachtung der Bedeutung aktiver Schallschutzmaßnahmen im Verhältnis zum passiven Schallschutz (Fensterausbau), um eine Außennutzung des Wohnbereichs gewährleisten zu können
- Beachtung vulnerabler Gruppen (Ältere, Menschen mit Vorerkrankungen, lärmempfindliche Personen) bei der Diskussion über und Planung von Lärminderungsmaßnahmen
- Intensivierung offensiv ausgerichteter, sachlicher sowie transparenter Information und Kommunikation, um Vertrauen und Glaubwürdigkeit zu sichern und etwaige Wissenslücken (bei allen Beteiligten) zu minimieren.
- Beobachtung (Monitoring) der weiteren Entwicklung im Lärmwirkungs- und Sozialbereich und in Verbindung damit Evaluation der Effektivität der Kommunikationspolitik und der technischen Lärminderungsmaßnahmen unter dem Gesichtspunkt von Kosten-Nutzen-Analysen. Der Nutzen ist dabei nach Ansicht der Gutachter wirkungsseitig zu definieren. Einer Maßnahme – sei sie technischer oder kommunikativer Art – wird ein Nutzen für die Bevölkerung zugeschrieben, wenn sich positive *Wirkungen* auf die Befindlichkeit sowie Wohn- und Lebensqualität abzeichnen bzw. negative Wirkungen reduziert werden. Überspitzt formuliert ist dabei eine in dB-Werten quantifizierbare Geräuschminderung als geeignetes Mittel und nicht als Ziel anzusehen.

17. Literatur

- Backhaus, J., Niemann, T., Hohagen, F., Riemann, D., Junghanns, K. Test-retest reliability of the Pittsburgh Sleep Quality Index (=PSQI) in patients with primary insomnia. *World J Biol Psychiatry* 2001, 2: 374S.
- Basner, M., Buess, H., Elmenhorst, D., Gerlich, A., Luks, H., Maass, H., Mawet, L., Müller, E.W., Müller, U., Plath, G., Quehl, J., Samel, A., Schulze, M., Vejvoda, M., Wenzel, J. (2004). *Nachtfluglärmwirkungen. Band 1: Zusammenfassung.* Köln: DLR-Forschungsbericht 2004-07.
- Baum, A., Singer, J.E., & Baum, C. (1982). Stress and the environment. In G.W. Evans (ed.), *Environmental stress*, 15-44. New York: Cambridge University Press.
- Bortz, J. (1999). *Statistik für Sozialwissenschaftler* (5.Auflage). Berlin/Heidelberg/New York et al.: Springer
- Brähler, E., Hinz, A. & Scheer, J.W. (in press). Der Gießener Beschwerdebogen (GBB-24). 3., ergänzte und revidierte Auflage (persönlich als Vorabdruck von den Autoren überreicht).
- Breugelman, O., van Wiechen, C., van Kamp, I., Heisterkamp, Houthoij, D. (2004). Gezondheid en beleving van de omgevings-kwaliteit in de regio Schiphol: 2002. RIVM report 630100001/2004. Bilthoven: RIVM
- Bullinger, M. (1992). Lebensqualität - Entscheidungshilfen durch ein neues evaluatives Konzept? In: M. Niechzial, R. Pichlmayr & P. Schölmerich. *Soziale Gerechtigkeit im Gesundheitswesen.* Springer: 1992.
- Bullinger, M. (1998). Zum Einfluss wahrgenommener Umweltbedingungen auf die subjektive Gesundheit. In: E. Kals (ed.). *Umwelt und Gesundheit. Die Verbindung ökologischer und gesundheitlicher Ansätze*, pp. 83-98. Weinheim: DVU Verlagsunion.
- Bullinger, M., Kirchberger, I. (1998). SF-36 Fragebogen zum Gesundheitszustand – Manual. Göttingen: Hogrefe.
- Bullinger, M., v. Mackensen, S. & Kirchberger, I. (1994). KINDL - ein Fragebogen zur Erfassung der Lebensqualität von Kindern. *Zeitschrift für Gesundheitspsychologie*, 2, 64-77.
- Bullinger, M., Hygge, S., Evans, G.W., Meis, M. & Mackensen, S.v. (1999). The Psychological Cost of Aircraft Noise for Children. *Zentralblatt für Hygiene und Umweltmedizin*, 202, 127-138.
- Bullinger, M., Mackensen, v. S., Eikmann, T., Herr, C., Seitz, H., Höger, R., Machunsky, M., Schmaus, I., Schreckenberger, D., Guski, R. (2003). Machbarkeitsstudie „Fluglärm und Lebensqualität“. Methodenstudie im Auftrag des Regionalen Dialogforums Flughafen Frankfurt. Bochum: ZEUS GmbH. Im Internet unter: <http://www.dialogforum-flughafen.de/htm/page.asp?pageID=303> (04.02.04).
- Buysse D.J., Reynolds III C.F., Monk T.H., Berman S.R., Kupfer D.J.. The Pittsburgh Sleep Quality Index: A new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Research* 1989, 28: 193-213.
- Campbell, J. (1983). Ambient stressors. *Environment and Behavior*, 15, 355-380.
- Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), 1974: *Fluglärmwirkungen – eine interdisziplinäre Untersuchung über die Auswirkung des Fluglärms auf den Menschen.* Bonn: Boldt.
- Ellert, U. & Bellach, B.M. (1999). Der SF-36 im Bundes-Gesundheitssurvey - Beschreibung einer aktuellen Normstichprobe. *Gesundheitswesen* 61 (1999) Sonderheft 2 S184-S190.
- EMPA (2003). Gutachten Fluglärmmonitoring Flughafen Frankfurt, AP2: Akustik. Bericht Nr. 422'293. Im Internet: <http://www.dialogforum-flughafen.de/htm/page.asp?pageID=325>
- EU-Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm, veröffentlicht am 18.07.2002 im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften
- Evans, G.W. & Cohen, S. (1987). *Environmental stress.* In: Stokols, D., Altmann, J. *Handbook of environmental psychology.* New York : John Wiley Felscher-Suhr et al., 1995;
- Felscher-Suhr, U., Guski, R., Hunecke, M., Kastka, J. Paulsen, R., Schuemer, R. & Vogt, J. (1995). Störungen von Alltagstätigkeiten durch Flug- und Straßenlärm. Eine methodologische Vorstudie.
- Fields, J. M., DeJong, R.G., Flindell, I.H., Gjestland, T., Job, R.F.S., Kurra, S., Schuemer-Kohrs, A., Vallet, M. & Yano, T. (1998): Recommendation for shared annoyance questions in noise annoyance surveys. *Noise Effects '98*, Vol. 2, pp. 481-486.
- Fields, J. M., DeJong, R.G., Gjestland, T., Flindell, I.H., Job, R.F.S., Kurra, S., Lercher, P., Vallet, M. Guski, R., Felscher-Suhr, U. & Schuemer, R. (2001): Standardized general-purpose noise reaction questions for community noise surveys: Research and a recommendation. *Journal of Sound and Vibration*, 242(4), 641-679.
- Fields, J.M. (1986). The relative effect of noise at different times of day. NASA Contractor Report CR-3965. Hampton, USA: NASA.
- Griefahn, B., Jansen, G., Scheuch, K., Spreng, M. (2001). Synopse. Im Auftrag der Fraport AG, Flughafen Frankfurt/Main AG, Frankfurt. http://www.dfl.de/cgi-bin/FRAPORT_01xxxx_Laermgutachten.pdf, 14.07.06.

- Griefahn, B., Jansen, G., Scheuch, K., Spreng, M. (2002). Fluglärmkriterien für ein Schutzkonzept bei wesentlichen Änderungen oder Neuanlagen von Flughäfen/Flugplätzen. *Zeitschrift für Lärmbekämpfung*, 49, 171-175.
- Groothuis-Oudshoorn, C. G. M. & H.M.E. Miedema (2006) Multilevel grouped regression for analyzing self-reported health in relation to environmental factors: the model and its application. *Biomedical Journal*, 48(1):67-82.
- Guski, R. (2004). How to forecast community annoyance in planning noise facilities. *Noise & Health*, 6 (22), 59-64.
- Guski, R., Schuemer, R., Felscher-Suhr, U., (1999). The concept of noise annoyance: How international experts see it. *J Sound Vib*, 223, 513-527.
- Hallmann, S., Guski, R., Schuemer, R., (2002). What residents have in mind when asked for scaling noise annoyance. The 2002 International Congress and Exposition on Noise Control Engineering. Dearborn, MI, USA. August 19-21, 2002.
- Henrich, G., Herschbach, P. & von Rad, M. (1992). "Lebensqualität" in den alten und neuen Bundesländern. *Psychotherapie, Psychosomatik, Medizinische Psychologie*, 42, 31-32.
- Henrich, G.; Herschbach, P. (2000). Fragen zu Lebenszufriedenheit. In: Ravens-Sieberer, U.; Bullinger, M. (Hrsg.). *Lebensqualität und Gesundheitsökonomie in der Medizin: Konzepte, Methoden, Anwendung*. Landsberg: ecomed. S. 98-110.
- Herschbach, P. & Henrich, G. (1991). Der Fragebogen als methodischer Zugang zur Erfassung von "Lebensqualität" in der Onkologie. In R. Schwarz, J. Bernhard, H. Flechtner, T. Küchler & C. Hüry (Hrsg.), *Lebensqualität in der Onkologie* (S. 34-46). München: Zuckschwerdt.
- Hofstätter, P. R. (1955). Über Ähnlichkeit. *Psyche*, 9, 54-80.
- Höger, R., Schreckenberger, D., Felscher-Suhr, U., Griefahn, B. (2002). Night-time annoyance – state of the art. *Noise & Health* 4, 15:19-24.
- Houthuijs D.J.M, van Wichem C.M.A.G (2006). Monitoring van gezondheid en beleving rondom de luchthaven Schiphol. RIVM report 63010003/2006. Bilthoven: RIVM.
- Isermann, U. & R. Schmid (1999). Bewertung und Berechnung von Fluglärm. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Strömungsmechanik, Abteilung Messverfahren und Strömungsanalysen. FE-Nr. L-2/96-50144/96. Juli 1999.
- Issarayangyun, T., Black, D., Black, J., Samuels, S. (2005). Aircraft noise and methods for the study of community health and well-being. *Journal of the Eastern Asia Society for transportation studies*, vol. 6, pp.3293-3308.
- Janke, W. & Debus, G. (1978). Die Eigenschaftswörterliste: EWL. Eine mehrdimensionale Methode zur Beschreibung von Aspekten des Befindens. Göttingen: Hogrefe.
- Kastka, J. (1999). Untersuchung der Fluglärmbelastungs- und Belastungssituation der Allgemeinbevölkerung der Umgebung des Flughafens Frankfurt. Im Auftrag der Mediationsgruppe Flughafen Frankfurt/Main. Düsseldorf.
- Kempen, E.E.M.M. van & Kamp, I. van (2005). Annoyance from air traffic noise. Possible trends in exposure-response relationships. Report Nr. 01/2005 MGO Evk.
- Kempen, E.E.M.M. van, Staatsen, B.A.M. & Kamp, I van (2005). Selection and evaluation of exposure-effect-relationships for health impact assessment in the field of noise and health. RIVM report 63400001/2005. Bilthoven: RIVM
- Knopf, H. & Melchert, H.-U. (1999). „Subjektive Angaben zur täglichen Anwendung ausgewählter Arzneimittelgruppen – Erste Ergebnisse des Bundes-Gesundheitssurveys 1998“. *Gesundheitswesen* 61 (1999) Sonderheft 2 S151-S157.
- Lärmkontor GmbH / Wölfel Meßsysteme · Software GmbH + Co. KG (2005). Regionale Lärminderungsplanung Rhein-Main-Region. Endbericht zum Gutachten im Auftrag des RDF. Im Internet unter <http://www.dialogforum-flughafen.de/htm/page.asp?pageID=652>.
- Lepore, S.J. & Evans, G.W. (1993). Coping with multiple stressors in the environment. In M. Zeidner & N. Endler (Eds.), *Handbook of Coping: Theory, Research, and Applications*. New York: Wiley.
- Maschke, C., Laußmann, D., Eis D., Wolf, U.(1999). Umweltbedingter Lärm und Wohnzufriedenheit. *Gesundheitswesen*, 61 (2), S. 158-162.
- Meis, M. (1998). Zur Wirkung von Lärm auf das Gedächtnis: Explizite und implizite Erinnerungsleistungen fluglärmexponierter Kinder im Rahmen einer medizinpsychologischen Längsschnittstudie. Hamburg: Verlag Dr. Kovac.
- Meis, M. (1999). Kognitive, motivationale und streßbezogene Auswirkungen durch Eisenbahn- und Straßenverkehrslärm auf Schulkinder: labor- und feldexperimentelle Befunde im Rahmen der Studien zur Erhebung der Ist-Situation im Rahmen des UVP-Verfahrens 'Ausbau Eisenbahnachse Brenner Teilprojekt Zulaufstrecke Nord: Unterinntaltrasse' (Schulstudie II). Forschungsbericht für die Universität Innsbruck im April 1999. Institut für Sozialmedizin Innsbruck.
- Meis, M., Bullinger, M. & Kahl, C. (2002). Environmental Quality and well-being in children. In: I. van Kamp, H. Kruize, B.A.M. Staatsen, A.E.M. de Hollander & R. van Poll (eds...). *Environmental Quality and Human Well-being. Outcomes of a workshop*, Utrecht, April 28 and 29, 2002. RIVM report 630950001/2003, 21-22.

- Miedema, H.M.E. (1993). Response functions for environmental noise in residential areas. (TNO-rapport 92.021). Leiden, Niederlande: TNO.
- Miedema, H.M.E. (1998). Revised DNL-annoyance curves for transportation noise. In N. Carter & R.F.S. Job (Hrsg.), 7th international congress on noise as a public health problem: Congress proceedings (Band 2, S. 491-496). Sydney: Noise Effects '98.
- Miedema, H.M.E. & Vos, H. (1998). Exposure-response relationships for transportation noise. Journal of the Acoustical Society of America, 104, 6, 3432-3445.
- Miedema, H.M.E. & Vos, H. (1999). Demographic and attitudinal factors that modify annoyance from transportation noise. Journal of the Acoustical Society of America 105 (6), 3336-3344.
- Miedema, H. M. E. & Oudshoorn, C. G. M. (2001). Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals. Environmental Health Perspectives, 109, 409-416.
- Poll, R. v. (2005). Residential Satisfaction and Annoyance in Residents Living Near Industrial Estates. Epidemiology, 16(5), S. 28.
- Quehl, J. (2001). Comfort studies on aircraft interior sound and vibration (Berichte aus der Psychologie). Aachen: Shaker Verlag. Zugleich Oldenburg, Univ., Diss. 2001
- TNO-PG en RIVM (1998). Hinder, slaapverstooring, gezondheids- en belevingsaspecten in de region Schiphol, resultaten van een vragenlijstonderzoek. Publicatienummers: TNO-PG: 98.039; RIVM: 441520010. Leiden/Bilthoven: TNO-PG/RIVM.
- RIVM&RIGO (2006). Evaluatie Schipholbeleid. Bilthoven: RIVM
- Schreckenberger, D, Felscher-Suhr, U & Lass, J. (1999). Sozialwissenschaftliche Erhebung zur Lärmbelastigung in Baden-Württemberg. Endbericht zum Projekt Nr. 1010/53478/33-90003913 im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Bochum: ZEUS.
- Schreckenberger, D. & Guski, R. (2004). Lärmbelastigung durch Straßen- und Schienenverkehr in Abhängigkeit von der Tageszeit. Schlussbericht zur Einzelaufgabe 2131 im BMBF-Forschungsnetzwerkes „Leiser Verkehr“, Förderkennzeichen: 19U2062B. Bochum: ZEUS GmbH.
- Schreckenberger, D. & Guski, R. (2005). Lärmbelastigung durch Straßen- und Schienenverkehrslärm zu unterschiedlichen Tageszeiten. Umweltmedizin in Forschung und Praxis, 10(2), 67-76.
- Schuemer, R. & Schreckenberger, D. (2000). Änderung der Lärmbelastigung bei Maßnahme bedingter, stufenweise veränderter Geräuschbelastung: Hinweise auf einige Befunde und Interpretationsansätze. Zeitschrift für Lärmbekämpfung. 134-143.
- Schütte, M., Leue, E. & Griefahn, B. (2006). Der NoiSeQ (Noise Sensitivity Questionnaire): Ein Fragebogen zur Messung der Lärmempfindlichkeit. Diagnostica (in Rev.).
- Schultz, T.H.J. (1978). Sythesis of social surveys on noise annoyance. Journal of the Acoustical Society of America. 377-405
- Statistisches Bundesamt Deutschland (2004). Quelle: <http://www.destatis.de/basis/d/bevoe/bevoetab4.php>.
- Tesch-Römer, C., Engstler, H., Wurm, S. (Hrsg.) (2005). Altwerden in Deutschland. Sozialer Wandel und individuelle Entwicklung in der zweiten Lebenshälfte. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Ware, J. Sherbourne C. (1992). The MOS 36-item Short-Form Health Survey (SF-36): I. Conceptual framework and item selection. Medical Care, 30: 473-483.
- Winkler, J. (1998). Die Messung des sozialen Status mit Hilfe eines Index in den Gesundheitssurveys der DHP. S. 69-74. In: RKI-Schriften 1/1998: Messung soziodemographischer Merkmale in der Epidemiologie. München: MMV Medizin Verlag München.
- Winkler, J., Stolzenberg, H. (1999). Der Sozialschichtindex im Bundesgesundheitsurvey. S. 178-183. Gesundheitswesen, 61 (Sonderheft). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Wirth, K. (2002). Lärmstudie 2000 - eine neue Schweizer Fluglärmuntersuchung. Tagungsband der 11. Konferenz Verkehrslärm in Dresden, 27.-29.9.2002.
- Wirth, K., Brink, M. & Schierz, C. (2002). Lärmstudie 2000 - Projektdesign und erste Resultate. Fortschritte in der Akustik, 346-347.
- Wittchen H.U., Krause, P., Höfler, M., Winter, S., Spiegel, B., Hajak, G., Riemann, D., Pittrow, D., Steiger, A., Pfister, H. (2001). NISAS-2000 – die „Nationwide Insomnia Screening and Awareness Study“. Nervenheilkunde 2001, 20: 4-16.
- Zeitlhofer J, Schmeiser-Rieder, A, Tribl, G, Rosenberger, A, Bolitschek, J, Kapfhammer, G, Saletu, B, Katschnig, H, Holzner, B, Popovic, R, Kunze, M. (2000). Sleep and quality of life in the Austrian population. Acta Neurol Scand 2000, 102: 249-257.

18. Anhang

Der Anhang umfasst ergänzende Auswertungstabellen sowie ein Muster des Fragebogens zur Breiten-erhebung. Eine Kurzbeschreibung der Untersuchungsgebiete findet sich in einer besonderen Anlage (A1_Gebiete.doc/pdf).

18.1 Breitenerhebung: Ergänzende Auswertungstabellen

18.1.1 Pegel-Reaktions-Korrelationen für L_{eq3} -Pegel getrennt nach Ost-Westbetrieb

Tabelle 18-1: Pegel-Reaktions-Korrelation (Produkt-Moment-Korrelation) für L_{eq3} -Pegel getrennt nach Ost- und Westbetrieb

		Ostbetrieb											
Lärmreaktionen		L _{eq3} , 24h		L _{eq3} , 6-22h		L _{eq3} , 22-6h		L _{eq3} , 6-18h		L _{eq3} , 18-22h		Lden	
		r	N	r	N	r	N	r	N	r	N	r	N
Belästigung durch Fluglärm	nachts	0,282	2302	0,282	2302	0,288	2302	0,283	2302	0,281	2302	0,282	2302
	tags 6-22h	0,333	2263	0,334	2263	0,334	2263	0,334	2263	0,333	2263	0,331	2263
	gesamt	0,275	2309	0,276	2309	0,283	2309	0,277	2309	0,275	2309	0,274	2309
Störungen durch Fluglärm	Kommunikation außen	0,234	2307	0,234	2307	0,245	2307	0,235	2307	0,233	2307	0,234	2307
	Kommunikation innen	0,324	2310	0,324	2310	0,328	2310	0,325	2310	0,323	2310	0,322	2310
	Ruhe außen	0,229	2305	0,229	2305	0,237	2305	0,230	2305	0,228	2305	0,228	2305
	Ruhe innen	0,286	2310	0,287	2310	0,287	2310	0,287	2310	0,286	2310	0,284	2310
	Einschlafen	0,316	2309	0,316	2309	0,322	2309	0,317	2309	0,315	2309	0,315	2309
	Nachtschlaf	0,246	2310	0,247	2310	0,252	2310	0,247	2310	0,245	2310	0,245	2310
	Aufwachen	0,332	2307	0,333	2307	0,334	2307	0,333	2307	0,331	2307	0,331	2307
	nachts gesamt	0,320	2310	0,321	2310	0,325	2310	0,322	2310	0,320	2310	0,319	2310
Westbetrieb													
		L _{eq3} , 24h		L _{eq3} , 6-22h		L _{eq3} , 22-6h		L _{eq3} , 6-18h		L _{eq3} , 18-22h		Lden	
		r	N	r	N	r	N	r	N	r	N	r	N
Belästigung d. Fluglärm	nachts	0,140	2302	0,146	2302	0,101	2302	0,147	2302	0,140	2302	0,123	2302
	tags 6-22h	0,193	2263	0,206	2263	0,071	2263	0,207	2263	0,204	2263	0,152	2263
	gesamt	0,276	2309	0,289	2309	0,129	2309	0,290	2309	0,282	2309	0,232	2309
Störungen durch Fluglärm	Kommunikation außen	0,265	2307	0,279	2307	0,120	2307	0,280	2307	0,270	2307	0,222	2307
	Kommunikation innen	0,277	2310	0,292	2310	0,123	2310	0,293	2310	0,287	2310	0,230	2310
	Ruhe außen	0,238	2305	0,251	2305	0,100	2305	0,252	2305	0,243	2305	0,196	2305
	Ruhe innen	0,238	2310	0,251	2310	0,100	2310	0,252	2310	0,247	2310	0,195	2310
	Einschlafen	0,159	2309	0,170	2309	0,072	2309	0,171	2309	0,164	2309	0,128	2309
	Nachtschlaf	0,120	2310	0,127	2310	0,065	2310	0,129	2310	0,120	2310	0,098	2310
	Aufwachen	0,087	2307	0,099	2307	0,010	2307	0,101	2307	0,090	2307	0,055	2307
	nachts gesamt	0,131	2310	0,142	2310	0,052	2310	0,143	2310	0,134	2310	0,101	2310

Fett gedruckte Korrelationswerte bedeuten, dass die Korrelation höher ist als die entsprechende Korrelation bei der jeweils anderen Betriebsart. **Fett gedruckte Belästigungs-/Störungsvariablen** bedeuten, dass diese getrennt nach den Bereichen Belästigung, Tag- und Nachtstörungen bei der entsprechenden Betriebsart die höchste Pegel-Reaktions-Korrelation unter den Reaktionsvariablen aufweist. Alle Korrelationswerte sowie die berichteten Unterschiede zwischen den Korrelationen sind statistisch signifikant.

- Bei den Belästigungsvariablen korrelieren die auf Tag/Nacht bezogenen Belästigungsurteile stärker mit dem Ost- als mit den Westpegeln. Die Fluglärmbelästigung insgesamt korreliert bezogen auf die Tagespegel stärker mit den Westpegeln, bezogen auf den Nachtpegel und den L_{den} stärker mit den Ostpegeln.
- Bei den Störungen korrelieren die berichteten nächtlichen Störungen stärker mit den Ost- als mit den Westpegeln. Bei den Tagesstörungen korrelieren die Innenstörungen (Kommunikation, Ruhe

innen) stärker mit den Ostpegeln, die Außenstörungen (Kommunikation, Ruhe außen) stärker mit den Westpegeln.

- Die höchsten Korrelationswerte weisen die Ostpegel mit der Belästigung tags (6-22h), bei den Tagstörungen mit den Kommunikationsstörungen innen und bei den Nachtstörungen mit den Störungen beim Aufwachen auf.
- Die Westpegel weisen die höchsten Korrelationswerte mit der Fluglärmbelästigung gesamt (Ausnahme: Nachtpegel $L_{eq3, 22-6h}$ und L_{den}), bei den Tagstörungen mit den Kommunikationsstörungen innen und bei den Nachtstörungen mit den Störungen beim Einschlafen auf.

18.1.2 L_{eq3} -Pegel in den einzelnen Untersuchungsgebieten berechnet nach 100/100-Verfahren und Realverteilung

Nordwest

Untersuchungsgebiet		$L_{eq3, 6-22h} -- 100/100$	$L_{eq3, 6-22h} -- RV$	Differenz 100/100-RV $L_{eq3} 6-22h$	$L_{eq3, 22-6h} -- 100/100$	$L_{eq3, 22-6h} -- RV$	Differenz 100/100-RV $L_{eq3} 22-6h$
Wiesbaden-Delkenheim 4	N	36	36	36	36	36	36
	Mittelwert	51,503	49,874	1,6294	38,114	36,612	1,5017
	Standardabweichung	,2732	,2746	,00475	,2852	,2770	,01276
	Minimum	50,7	49,1	1,62	37,6	36,1	1,48
	Maximum	52,0	50,3	1,64	38,6	37,1	1,53
Wiesbaden-Biebrich 2	N	33	33	33	33	33	33
	Mittelwert	47,600	45,924	1,6758	33,734	32,107	1,6273
	Standardabweichung	,3730	,3716	,00502	,1864	,1857	,00574
	Minimum	47,1	45,4	1,67	33,5	31,9	1,62
	Maximum	48,7	47,0	1,68	34,3	32,6	1,64
Hochheim-Massenheim 5	N	36	36	36	36	36	36
	Mittelwert	54,809	53,161	1,6483	43,575	42,005	1,5703
	Standardabweichung	,5593	,5641	,00697	,3988	,3962	,01183
	Minimum	54,1	52,5	1,64	43,0	41,4	1,55
	Maximum	56,0	54,3	1,66	44,4	42,8	1,59
Hochheim-Massenheim 6	N	24	24	24	24	24	24
	Mittelwert	55,357	53,708	1,6483	43,936	42,369	1,5675
	Standardabweichung	,1205	,1204	,00381	,2703	,2681	,00608
	Minimum	55,2	53,6	1,64	43,5	41,9	1,56
	Maximum	55,7	54,0	1,65	44,3	42,7	1,58
Hofheim-Marxheim 1	N	32	32	32	32	32	32
	Mittelwert	43,488	41,978	1,5103	35,203	33,981	1,2225
	Standardabweichung	,4928	,4713	,02456	,4010	,3616	,04614
	Minimum	42,5	41,0	1,47	34,4	33,3	1,14
	Maximum	44,4	42,8	1,56	35,9	34,6	1,31
Hofheim-Diedenberg 3	N	21	21	21	21	21	21
	Mittelwert	48,860	47,227	1,6329	40,005	38,511	1,4938
	Standardabweichung	,7394	,7283	,01271	,7497	,7197	,03090
	Minimum	47,9	46,3	1,61	39,1	37,7	1,45
	Maximum	50,5	48,9	1,66	41,7	40,1	1,55
Hofheim-Wallau 4	N	38	38	38	38	38	38
	Mittelwert	51,340	49,664	1,6763	42,473	40,852	1,6208
	Standardabweichung	,4231	,4213	,00489	,4709	,4680	,00587
	Minimum	50,5	48,8	1,67	41,5	39,9	1,61
	Maximum	52,2	50,6	1,68	43,5	41,8	1,63
Hofheim-Wallau 5	N	35	35	35	35	35	35
	Mittelwert	53,552	51,871	1,6817	44,864	43,237	1,6274
	Standardabweichung	,2352	,2358	,00382	,2441	,2436	,00443
	Minimum	53,2	51,5	1,68	44,5	42,9	1,62
	Maximum	54,0	52,3	1,69	45,3	43,7	1,63
Hattersheim-Eddersheim 7	N	33	33	33	33	33	33
	Mittelwert	59,085	57,481	1,6045	48,080	46,691	1,3894

Untersuchungsgebiet		$L_{eq3, 6-22h} -- 100/100$	$L_{eq3, 6-22h} -- RV$	Differenz 100/100-RV $L_{eq3} 6-22h$	$L_{eq3, 22-6h} -- 100/100$	$L_{eq3, 22-6h} -- RV$	Differenz 100/100-RV $L_{eq3} 22-6h$
	Standardabweichung	,4982	,4966	,00905	,4627	,4635	,02989
	Minimum	58,1	56,5	1,58	47,3	45,9	1,32
	Maximum	60,4	58,8	1,62	49,5	48,1	1,45
Hattersheim-Eddersheim 8	N	33	33	33	33	33	33
	Mittelwert	61,081	59,469	1,6118	49,834	48,421	1,4133
	Standardabweichung	,9271	,9182	,01211	,7250	,7003	,03680
	Minimum	59,1	57,5	1,59	48,3	47,0	1,34
	Maximum	62,4	60,8	1,63	51,0	49,5	1,47
Hattersheim 1	N	33	33	33	33	33	33
	Mittelwert	42,071	41,794	,2767	37,958	37,666	,2924
	Standardabweichung	,3741	,3572	,02102	,3349	,3309	,01300
	Minimum	41,3	41,1	,23	37,3	37,0	,27
	Maximum	42,8	42,5	,32	38,6	38,3	,31
Hattersheim-Okriftel 2	N	39	39	39	39	39	39
	Mittelwert	47,678	46,885	,7931	42,306	41,773	,5333
	Standardabweichung	,3316	,2972	,07723	,2993	,3099	,03793
	Minimum	47,2	46,4	,68	41,8	41,2	,47
	Maximum	48,4	47,5	,93	42,8	42,3	,60
Hattersheim-Okriftel 3	N	34	34	34	34	34	34
	Mittelwert	49,077	48,397	,6800	43,988	43,525	,4626
	Standardabweichung	,4513	,4252	,07045	,4006	,3970	,04330
	Minimum	48,3	47,7	,53	43,3	42,9	,39
	Maximum	50,0	49,1	,87	44,8	44,4	,58
Flörsheim-Wicker 8	N	30	30	30	30	30	30
	Mittelwert	61,811	60,185	1,6257	47,146	45,661	1,4847
	Standardabweichung	,2680	,2707	,00504	,2398	,2383	,00776
	Minimum	61,3	59,7	1,62	46,8	45,3	1,47
	Maximum	62,2	60,6	1,63	47,7	46,2	1,50
Flörsheim-Weilbach 6	N	30	30	30	30	30	30
	Mittelwert	56,598	54,955	1,6430	45,987	44,456	1,5310
	Standardabweichung	,6127	,6138	,00535	,4870	,4842	,01373
	Minimum	55,5	53,9	1,63	45,0	43,5	1,50
	Maximum	58,0	56,3	1,65	47,0	45,5	1,55
Flörsheim-Weilbach 7	N	21	21	21	21	21	21
	Mittelwert	59,318	57,665	1,6529	48,582	47,012	1,5700
	Standardabweichung	,9325	,9329	,00463	,6970	,6956	,00548
	Minimum	58,0	56,3	1,65	47,4	45,8	1,56
	Maximum	61,4	59,7	1,66	50,1	48,5	1,58
Insgesamt	N	508	508	508	508	508	508
	Mittelwert	52,459	51,042	1,4176	42,722	41,437	1,2856
	Standardabweichung	5,8152	5,5708	,43680	4,6080	4,5553	,45137
	Minimum	41,3	41,0	,23	33,5	31,9	,27
	Maximum	62,4	60,8	1,69	51,0	49,5	1,64

a Ortslage = Nordwest

West

Untersuchungsgebiet		$L_{eq3, 6-22h} -- 100/100$	$L_{eq3, 6-22h} -- RV$	Differenz 100/100-RV $L_{eq3} 6-22h$	$L_{eq3, 22-6h} -- 100/100$	$L_{eq3, 22-6h} -- RV$	Differenz 100/100-RV $L_{eq3} 22-6h$
Hochheim 4	N	43	43	43	43	43	43
	Mittelwert	51,998	50,795	1,2030	45,685	41,591	4,0933
	Standardabweichung	,1241	,1355	,11486	,4141	,3278	,09047
	Minimum	51,7	50,6	1,07	45,0	41,1	3,90
	Maximum	52,3	51,1	1,53	46,7	42,4	4,30
Hochheim 5	N	32	32	32	32	32	32
	Mittelwert	54,866	53,582	1,2841	44,000	41,128	2,8719
	Standardabweichung	,6207	,5323	,09217	,7721	,3789	,41296
	Minimum	53,9	52,8	1,11	43,0	40,6	2,31
	Maximum	55,9	54,5	1,41	45,4	41,9	3,55

Hochheim 7	N	28	28	28	28	28	28
	Mittelwert	58,595	56,972	1,6232	40,248	38,765	1,4825
	Standardabweichung	,1042	,1052	,00476	,1921	,1946	,00518
	Minimum	58,4	56,8	1,62	40,0	38,5	1,47
	Maximum	58,9	57,2	1,63	40,7	39,2	1,49
Klein-Wintersheim 3	N	36	36	36	36	36	36
	Mittelwert	48,207	43,947	4,2603	42,995	39,810	3,1853
	Standardabweichung	,8446	,7088	,13929	,7444	,4401	,31468
	Minimum	46,7	42,7	3,97	41,7	39,1	2,60
	Maximum	49,6	45,2	4,46	44,3	40,6	3,67
Flörsheim 6	N	29	29	29	29	29	29
	Mittelwert	58,189	57,031	1,1576	51,236	48,197	3,0393
	Standardabweichung	,4724	,4853	,33282	1,2735	,6545	,65451
	Minimum	57,5	56,5	,91	49,7	47,5	2,25
	Maximum	59,0	57,9	2,20	54,0	49,8	4,20
Flörsheim 8	N	31	31	31	31	31	31
	Mittelwert	61,503	57,599	3,9039	56,820	52,199	4,6210
	Standardabweichung	,6424	,3511	,30439	,6223	,5587	,06750
	Minimum	60,0	56,7	3,31	55,3	50,8	4,51
	Maximum	62,4	58,1	4,25	57,7	53,0	4,70
Bischhofsheim 7	N	21	21	21	21	21	21
	Mittelwert	59,334	54,802	4,5324	54,285	49,516	4,7690
	Standardabweichung	,2602	,2177	,06441	,2078	,2060	,01044
	Minimum	58,8	54,4	4,39	54,0	49,2	4,75
	Maximum	59,7	55,2	4,60	54,6	49,9	4,78
Rüsselsheim 1	N	40	40	40	40	40	40
	Mittelwert	41,529	41,109	,4200	41,297	40,146	1,1512
	Standardabweichung	,1571	,1327	,05505	,3138	,2682	,06466
	Minimum	41,3	40,9	,38	40,7	39,7	1,00
	Maximum	42,0	41,4	,64	41,9	40,7	1,23
Rüsselsheim 2	N	30	30	30	30	30	30
	Mittelwert	47,156	43,557	3,5987	41,743	38,371	3,3723
	Standardabweichung	,9818	,8208	,17480	,9634	,7247	,25286
	Minimum	45,7	42,5	3,28	40,4	37,5	2,91
	Maximum	49,8	45,9	3,94	44,4	40,5	3,95
Rüsselsheim 4	N	31	31	31	31	31	31
	Mittelwert	51,273	47,045	4,2274	45,892	41,484	4,4081
	Standardabweichung	,6340	,6646	,09377	,6183	,7713	,26981
	Minimum	50,3	46,1	3,77	45,0	40,6	2,98
	Maximum	53,2	49,4	4,32	47,7	44,7	4,56
Rüsselsheim 8	N	42	42	42	42	42	42
	Mittelwert	61,598	57,094	4,5038	56,053	51,387	4,6655
	Standardabweichung	1,1366	1,1216	,01873	1,1228	1,1189	,01877
	Minimum	60,1	55,6	4,47	54,5	49,9	4,63
	Maximum	63,3	58,8	4,53	57,7	53,0	4,70
Rüsselsheim 9	N	167	167	167	167	167	167
	Mittelwert	63,339	58,799	4,5401	57,891	53,168	4,7229
	Standardabweichung	1,1102	1,1017	,02233	1,1668	1,1524	,01936
	Minimum	58,4	54,0	4,43	52,9	48,3	4,61
	Maximum	64,4	59,9	4,57	59,2	54,5	4,74
Rüsselsheim-Königsstädten	N	29	29	29	29	29	29
	Mittelwert	43,648	42,360	1,2872	42,957	41,368	1,5890

	Standardabweichung	3,5122	2,8880	,62685	2,5852	1,9979	,59367
	Minimum	42,4	41,4	1,02	42,0	40,6	1,43
	Maximum	61,8	57,3	4,50	56,2	51,6	4,67
Rüsselsheim-Königsstädten 2	N	35	35	35	35	35	35
	Mittelwert	45,463	43,993	1,4709	44,638	43,051	1,5877
	Standardabweichung	,9333	,8799	,06055	,9287	,9080	,02353
	Minimum	43,5	42,2	1,29	42,8	41,3	1,51
	Maximum	47,1	45,5	1,58	45,9	44,3	1,63
Rüsselsheim-Königsstädten 3	N	32	32	32	32	32	32
	Mittelwert	47,651	46,097	1,5544	46,821	45,200	1,6213
	Standardabweichung	,9538	,9253	,03212	,9460	,9366	,01100
	Minimum	45,9	44,4	1,48	45,2	43,6	1,59
	Maximum	49,3	47,7	1,59	48,5	46,9	1,64
Raunheim 9 A	N	42	42	42	42	42	42
	Mittelwert	63,143	58,734	4,4086	57,555	53,106	4,4483
	Standardabweichung	,7029	,6693	,03565	,6948	,6334	,06585
	Minimum	62,0	57,7	4,34	56,4	52,1	4,32
	Maximum	64,7	60,2	4,46	59,1	54,5	4,55
Raunheim 9 B	N	47	47	47	47	47	47
	Mittelwert	65,541	61,134	4,4070	60,437	55,783	4,6543
	Standardabweichung	,1273	,1059	,02781	,0607	,0642	,00617
	Minimum	65,3	61,0	4,34	60,4	55,7	4,64
	Maximum	65,7	61,3	4,44	60,7	56,0	4,66
Raunheim 9 C	N	85	85	85	85	85	85
	Mittelwert	66,344	61,923	4,4211	60,807	56,295	4,5120
	Standardabweichung	,5238	,5249	,03566	,5661	,5306	,07359
	Minimum	64,2	59,9	4,33	58,6	54,4	4,23
	Maximum	67,1	62,7	4,48	61,5	57,0	4,61
Mainz 5	N	33	33	33	33	33	33
	Mittelwert	54,281	49,596	4,6852	49,033	44,299	4,7339
	Standardabweichung	,5883	,5869	,00566	,6397	,6281	,01345
	Minimum	53,2	48,5	4,67	47,9	43,1	4,71
	Maximum	55,1	50,5	4,69	50,1	45,3	4,75
Mainz 6	N	40	40	40	40	40	40
	Mittelwert	55,993	51,314	4,6793	50,818	46,053	4,7642
	Standardabweichung	,2293	,2299	,01141	,2430	,2401	,00747
	Minimum	54,8	50,2	4,64	49,7	44,9	4,74
	Maximum	56,2	51,6	4,69	51,1	46,3	4,77
Insgesamt	N	873	873	873	873	873	873
	Mittelwert	57,070	53,642	3,4284	51,738	47,942	3,7956
	Standardabweichung	7,7306	6,7953	1,50668	7,1159	6,2008	1,26070
	Minimum	41,3	40,9	,38	40,0	37,5	1,00
	Maximum	67,1	62,7	4,69	61,5	57,0	4,78

a Ortslage = West

Süd

Untersuchungsgebiet		L _{eq3} , 6-22h -- 100/100	L _{eq3} , 6- 22h -- RV	Differenz 100/100-RV L _{eq3} 6-22h	L _{eq3} , 22-6h -- 100/100	L _{eq3} , 22- 6h -- RV	Differenz 100/100-RV L _{eq3} 22-6h
Darmstadt 1	N	29	29	29	29	29	29
	Mittelwert	42,954	42,397	,5579	40,166	39,632	,5338

	Standardabweichung	,5664	,5489	,02059	,5415	,5081	,04491
	Minimum	41,3	40,8	,50	38,6	38,2	,43
	Maximum	43,7	43,1	,58	40,9	40,3	,61
Darmstadt-Arlheiligen 5	N	42	42	42	42	42	42
	Mittelwert	53,417	52,698	,7195	50,393	49,408	,9845
	Standardabweichung	,4815	,4774	,00582	,4698	,4648	,00633
	Minimum	52,5	51,8	,71	49,5	48,5	,97
	Maximum	54,3	53,5	,73	51,2	50,2	1,00
Darmstadt-Wixhausen 6	N	36	36	36	36	36	36
	Mittelwert	56,278	55,551	,7269	53,171	52,171	1,0003
	Standardabweichung	,2763	,2744	,00467	,2684	,2662	,00446
	Minimum	55,8	55,1	,72	52,7	51,7	,99
	Maximum	56,7	55,9	,73	53,5	52,5	1,01
Seelheim-Jugenheim 1	N	36	36	36	36	36	36
	Mittelwert	43,721	42,716	1,0050	41,456	40,839	,6178
	Standardabweichung	,7059	,6778	,02844	,6055	,6085	,01245
	Minimum	42,0	41,0	,94	40,0	39,3	,60
	Maximum	44,9	43,9	1,05	42,5	41,9	,66
Weiterstadt-Braunshardt 3	N	45	45	45	45	45	45
	Mittelwert	48,016	47,744	,2722	45,314	44,828	,4869
	Standardabweichung	,4017	,3912	,01396	,3910	,4287	,05138
	Minimum	47,3	47,1	,25	44,7	44,1	,41
	Maximum	48,7	48,4	,30	46,0	45,6	,57
Weiterstadt-Gräfenhausen 5	N	36	36	36	36	36	36
	Mittelwert	53,863	53,183	,6794	50,818	49,864	,9547
	Standardabweichung	,5857	,5858	,00630	,5681	,5688	,00506
	Minimum	53,0	52,3	,67	49,9	49,0	,95
	Maximum	55,4	54,7	,69	52,3	51,4	,96
Weiterstadt-Schneppenhausen 4	N	36	36	36	36	36	36
	Mittelwert	51,338	50,826	,5114	48,460	47,626	,8344
	Standardabweichung	,3883	,3649	,03164	,3647	,3477	,02372
	Minimum	50,8	50,3	,46	48,0	47,2	,80
	Maximum	52,4	51,8	,59	49,5	48,6	,89
Weiterstadt 3	N	22	22	22	22	22	22
	Mittelwert	45,455	45,170	,2850	42,706	42,279	,4277
	Standardabweichung	,2947	,2917	,01819	,2971	,3009	,03854
	Minimum	44,9	44,6	,26	42,1	41,7	,37
	Maximum	46,0	45,7	,32	43,2	42,9	,50
Büttelborn 4	N	34	34	34	34	34	34
	Mittelwert	50,738	50,301	,4368	47,903	47,679	,2241
	Standardabweichung	,5890	,5802	,01065	,5842	,5913	,00857
	Minimum	49,6	49,1	,42	46,7	46,5	,21
	Maximum	51,7	51,3	,45	48,9	48,7	,24
Mörfelden-Walldorf 6	N	33	33	33	33	33	33
	Mittelwert	56,245	55,796	,4497	53,620	53,008	,6115
	Standardabweichung	,8435	,8412	,00467	,8825	,8941	,01460
	Minimum	55,0	54,5	,44	52,3	51,7	,58
	Maximum	57,7	57,3	,46	55,2	54,6	,63
Groß-Gerau 3	N	25	25	25	25	25	25
	Mittelwert	47,795	46,603	1,1916	45,794	44,446	1,3480
	Standardabweichung	,4449	,3598	,11338	,4577	,4004	,07483
	Minimum	47,2	46,1	,90	45,1	43,9	1,14

	Maximum	48,8	47,4	1,39	46,8	45,3	1,47
Griesheim 2	N	29	29	29	29	29	29
	Mittelwert	46,236	45,912	,3238	43,775	43,465	,3100
	Standardabweichung	,5087	,5080	,00561	,5428	,5378	,01282
	Minimum	45,4	45,0	,32	42,9	42,6	,28
	Maximum	47,2	46,9	,34	44,8	44,5	,34
Büttelborn-Klein-Gerau 7	N	37	37	37	37	37	37
	Mittelwert	58,066	57,609	,4578	55,286	55,122	,1641
	Standardabweichung	,5757	,5723	,00584	,5912	,5952	,00599
	Minimum	57,0	56,5	,45	54,2	54,0	,15
	Maximum	59,2	58,7	,47	56,4	56,3	,18
Büttelborn-Worfelden 7	N	39	39	39	39	39	39
	Mittelwert	58,494	58,069	,4256	55,662	55,469	,1926
	Standardabweichung	,5966	,5952	,01465	,5859	,5937	,01568
	Minimum	56,4	55,9	,40	53,8	53,6	,16
	Maximum	59,2	58,8	,48	56,4	56,2	,23
Insgesamt	N	479	479	479	479	479	479
	Mittelwert	51,323	50,754	,5690	48,579	47,964	,6156
	Standardabweichung	5,0849	5,1255	,24702	4,9402	4,9721	,33880
	Minimum	41,3	40,8	,25	38,6	38,2	,15
	Maximum	59,2	58,8	1,39	56,4	56,3	1,47

a Ortslage = Süd

Ost

Untersuchungsgebiet		$L_{eq3, 6-22h}$ -- 100/100	$L_{eq3, 6-22h}$ -- RV	Differenz 100/100-RV $L_{eq3, 6-22h}$	$L_{eq3, 22-6h}$ -- 100/100	$L_{eq3, 22-6h}$ -- RV	Differenz 100/100-RV $L_{eq3, 22-6h}$
Frankfurt-Bockenheim 5	N	17	17	17	17	17	17
	Mittelwert	52,918	48,030	4,8876	31,912	28,315	3,5971
	Standardabweichung	,2100	,2086	,00437	,1978	,1782	,03016
	Minimum	52,6	47,7	4,88	31,6	28,1	3,54
	Maximum	53,3	48,4	4,89	32,2	28,6	3,64
Frankfurt-Praunheim 4	N	19	19	19	19	19	19
	Mittelwert	50,592	45,704	4,8879	27,711	24,675	3,0358
	Standardabweichung	,3631	,3583	,00713	,2717	,2107	,10895
	Minimum	50,1	45,2	4,88	27,3	24,4	2,89
	Maximum	51,2	46,3	4,90	28,2	25,0	3,21
Offenbach 1	N	36	36	36	36	36	36
	Mittelwert	45,001	41,972	3,0289	38,999	36,253	2,7464
	Standardabweichung	,4333	,2997	,28439	,3570	,2986	,24500
	Minimum	44,4	41,6	2,47	38,5	35,9	2,27
	Maximum	45,9	42,7	3,54	39,8	36,9	3,19
Offenbach 2	N	29	29	29	29	29	29
	Mittelwert	47,137	45,820	1,3172	41,888	40,521	1,3669
	Standardabweichung	,2440	,4267	,44050	,2678	,5315	,35087
	Minimum	46,6	45,0	,86	41,4	39,5	,97
	Maximum	47,8	46,5	2,18	42,4	41,3	2,05
Offenbach 4	N	21	21	21	21	21	21
	Mittelwert	52,269	50,677	1,5924	47,074	45,435	1,6390
	Standardabweichung	,5903	,3399	,47396	,4905	,3633	,41699
	Minimum	51,2	50,2	,88	46,2	44,8	,94

	Maximum	53,3	51,4	2,38	48,0	46,1	2,27
Offenbach 6	N	31	31	31	31	31	31
	Mittelwert	56,420	54,973	1,4471	51,271	50,163	1,1084
	Standardabweichung	,5203	,5053	,03258	,5232	,4937	,07062
	Minimum	55,6	54,2	1,37	50,4	49,4	,94
	Maximum	57,4	55,9	1,51	52,3	51,1	1,25
Offenbach 7	N	35	35	35	35	35	35
	Mittelwert	58,704	57,252	1,4523	53,573	52,437	1,1360
	Standardabweichung	,3251	,3060	,03742	,3284	,2877	,08128
	Minimum	58,0	56,6	1,38	52,9	51,9	,99
	Maximum	59,3	57,8	1,53	54,2	52,9	1,30
Offenbach 8	N	29	29	29	29	29	29
	Mittelwert	60,334	58,962	1,3728	55,310	54,157	1,1531
	Standardabweichung	,1489	,2041	,06792	,1725	,2226	,05279
	Minimum	60,1	58,7	1,20	55,1	53,9	1,02
	Maximum	60,7	59,5	1,44	55,8	54,7	1,21
Hanau 3	N	20	20	20	20	20	20
	Mittelwert	49,270	47,536	1,7340	44,142	42,425	1,7170
	Standardabweichung	,5250	,5229	,00503	,5278	,5244	,00571
	Minimum	48,5	46,8	1,73	43,4	41,7	1,71
	Maximum	50,1	48,4	1,74	45,0	43,3	1,73
Hanau-Steinheim 5	N	32	32	32	32	32	32
	Mittelwert	51,704	50,076	1,6278	46,539	45,012	1,5266
	Standardabweichung	4,2452	4,0377	,20933	4,2477	3,8868	,36212
	Minimum	43,2	42,1	1,13	38,2	37,4	,77
	Maximum	54,1	52,4	1,75	49,0	47,2	1,73
Mörfelden-Walldorf 1	N	36	36	36	36	36	36
	Mittelwert	45,267	44,823	,4442	40,036	39,861	,1750
	Standardabweichung	,4216	,3747	,08968	,3636	,3488	,07595
	Minimum	44,6	44,2	,34	39,5	39,3	,09
	Maximum	46,0	45,3	,65	40,5	40,4	,36
Mörfelden-Walldorf 2	N	34	34	34	34	34	34
	Mittelwert	47,220	46,857	,3624	42,365	42,186	,1797
	Standardabweichung	,4650	,3904	,12103	,4057	,3757	,08590
	Minimum	46,7	46,4	,25	41,6	41,3	,09
	Maximum	48,3	47,7	,58	43,3	42,9	,37
Mörfelden-Walldorf 3	N	33	33	33	33	33	33
	Mittelwert	49,382	48,922	,4591	45,258	44,801	,4576
	Standardabweichung	,3788	,3884	,01756	,5606	,5225	,06330
	Minimum	48,7	48,2	,43	44,4	44,0	,29
	Maximum	50,0	49,6	,49	46,2	45,7	,53
Neu-Isenburg 6	N	23	23	23	23	23	23
	Mittelwert	57,490	55,525	1,9648	54,035	51,317	2,7187
	Standardabweichung	1,5164	1,8572	,34105	1,5047	1,7726	,26955
	Minimum	55,8	53,4	1,14	52,3	49,3	2,02
	Maximum	61,2	60,0	2,37	57,6	55,6	3,00
Neu-Isenburg 7	N	32	32	32	32	32	32
	Mittelwert	59,292	57,669	1,6225	55,885	53,401	2,4844
	Standardabweichung	,6924	,8867	,19449	,7041	,8541	,15082
	Minimum	58,3	56,4	1,06	54,8	52,1	2,00
	Maximum	61,3	60,2	1,91	57,9	55,9	2,69
Neu-Isenburg 8	N	25	25	25	25	25	25

	Mittelwert	61,686	60,701	,9856	58,182	56,281	1,9012
	Standardabweichung	,7241	,8817	,15917	,6456	,8307	,18550
	Minimum	59,7	58,2	,77	56,3	53,9	1,58
	Maximum	62,9	62,2	1,50	59,2	57,6	2,41
Insgesamt	N	452	452	452	452	452	452
	Mittelwert	52,578	50,932	1,6463	46,411	44,863	1,5477
	Standardabweichung	5,7214	5,8387	1,19352	7,9002	8,0801	,98123
	Minimum	43,2	41,6	,25	27,3	24,4	,09
	Maximum	62,9	62,2	4,90	59,2	57,6	3,64

a Ortslage = Ost

18.1.3 Interkorrelation 100/100-Pegel vs. Realverteilungspegel

Tabelle 18-2: Korrelation der Maximalpegel berechnet nach Realverteilung mit den Maximalpegeln berechnet nach dem 100/100-Verfahren (Ost-/Westumhüllende)

RV= Realverteilung; 100/100= Ost-/Westumhüllende; r= Produkt-Moment-Korrelation; n= Anzahl.
Alle Korrelationskoeffizienten sind statistisch signifikant

Tabelle 18-3: Korrelation der NAT₇₀-Werte berechnet nach Realverteilung mit den NAT₇₀-Werten berechnet nach dem 100/100-Verfahren (Ost-/Westumhüllende)

RV= Realverteilung; 100/100= Ost-/Westumhüllende; r= Produkt-Moment-Korrelation; n= Anzahl.
Alle Korrelationskoeffizienten sind statistisch signifikant

RV \ 100/100			NAT70, 24h	NAT70, Tag	NAT70, Nacht
			r	r	r
NAT70, 24h	r		0,954	0,956	0,891
	n		2312	2312	2312
NAT70, Tag	r		0,953	0,956	0,883
	n		2312	2312	2312
NAT70, Nacht	r		0,945	0,940	0,933
	n		2312	2312	2312

Tabelle 18-4: Korrelation zwischen L_{eq3^-} , Maximalpegel und NAT₇₀-Werten, 24, Tag, Nacht

100/100 24h		L_{eq3^-} , 24h	L_{max} , $f \leq 1$, 24h	L_{1e} , 24h	L_{max70} , 24h	L_{max55} , 24h	NAT70, 24h
L_{eq3^-} , 24h	r	1	,915(**)	,817(**)	,287(**)	,875(**)	,794(**)
	p		,000	,000	,000	,000	,000
	n	2312	2312	2312	2312	2312	2312
L_{max} , $f \leq 1$, 24h	r	,915(**)	1	,971(**)	,422(**)	,972(**)	,687(**)
	p	,000		,000	,000	,000	,000
	n	2312	2312	2312	2312	2312	2312
L_{1e} , 24h	r	,817(**)	,971(**)	1	,443(**)	,983(**)	,629(**)
	p	,000	,000		,000	,000	,000
	n	2312	2312	2312	2312	2312	2312
L_{max70} , 24h	r	,287(**)	,422(**)	,443(**)	1	,393(**)	,197(**)
	p	,000	,000	,000		,000	,000
	n	2312	2312	2312	2312	2312	2312
L_{max55} , 24h	r	,875(**)	,972(**)	,983(**)	,393(**)	1	,713(**)
	p	,000	,000	,000	,000		,000
	n	2312	2312	2312	2312	2312	2312
NAT70, 24h	r	,794(**)	,687(**)	,629(**)	,197(**)	,713(**)	1
	p	,000	,000	,000	,000	,000	
	n	2312	2312	2312	2312	2312	2312
100/100 Tag, 6-22h		L_{eq3^-} , 6-22h	L_{max} , $f \leq 1$, 6- 22h	L_{1e} , 6-22h	L_{max70} , 6-22h	L_{max55} , 6-22h	NAT70, 6-22h
L_{eq3^-} , 6-22h	r	1	,923(**)	,821(**)	,291(**)	,878(**)	,787(**)
	p		,000	,000	,000	,000	,000
	n	2312	2312	2312	2312	2312	2312
L_{max} , $f \leq 1$, 6-22h	r	,923(**)	1	,967(**)	,429(**)	,970(**)	,684(**)
	p	,000		,000	,000	,000	,000
	n	2312	2312	2312	2312	2312	2312
L_{1e} , 6-22h	r	,821(**)	,967(**)	1	,452(**)	,983(**)	,629(**)
	p	,000	,000		,000	,000	,000
	n	2312	2312	2312	2312	2312	2312
L_{max70} , 6-22h	r	,291(**)	,429(**)	,452(**)	1	,396(**)	,193(**)
	p	,000	,000	,000		,000	,000
	n	2312	2312	2312	2312	2312	2312
L_{max55} , 6-22h	r	,878(**)	,970(**)	,983(**)	,396(**)	1	,710(**)
	p	,000	,000	,000	,000		,000
	n	2312	2312	2312	2312	2312	2312
NAT70, 6-22h	r	,787(**)	,684(**)	,629(**)	,193(**)	,710(**)	1
	p	,000	,000	,000	,000	,000	
	n	2312	2312	2312	2312	2312	2312

100/100 Nacht 22-6h		L _{eq3} , 22-6h	L _{max} , f _≤ 1, 22-6h	L _{1e} , 22-6h	L _{max70} , 22-6h	L _{max55} , 22-6h	NAT70, 22-6h
L _{eq3} , 22-6h	r	1	,823(**)	,828(**)	,288(**)	,835(**)	,798(**)
	p		,000	,000	,000	,000	,000
	n	2312	2312	2312	2312	2312	2312
L _{max} , f _≤ 1, 22-6h	r	,823(**)	1	,624(**)	,248(**)	,611(**)	,552(**)
	p	,000		,000	,000	,000	,000
	n	2312	2312	2312	2312	2312	2312
L _{1e} , 22-6h	r	,828(**)	,624(**)	1	,434(**)	,986(**)	,725(**)
	p	,000	,000		,000	,000	,000
	n	2312	2312	2312	2312	2312	2312
L _{max70} , 22-6h	r	,288(**)	,248(**)	,434(**)	1	,402(**)	,228(**)
	p	,000	,000	,000		,000	,000
	n	2312	2312	2312	2312	2312	2312
L _{max55} , 22-6h	r	,835(**)	,611(**)	,986(**)	,402(**)	1	,787(**)
	p	,000	,000	,000	,000		,000
	n	2312	2312	2312	2312	2312	2312
NAT70, 22-6h	r	,798(**)	,552(**)	,725(**)	,228(**)	,787(**)	1
	p	,000	,000	,000	,000	,000	
	n	2312	2312	2312	2312	2312	2312

Realverteilung 24h		L _{eq3} , 24h	L _{max} , f _≤ 1, 24h	L _{1e} , 24h	L _{max70} , 24h	L _{max55} , 24h	NAT70, 24h
L _{eq3} , 24h	r	1	,941(**)	,848(**)	,745(**)	,867(**)	,829(**)
	p		,000	,000	,000	,000	,000
	n	2312	2312	2312	2312	2312	2312
L _{max} , f _≤ 1, 24h	r	,941(**)	1	,968(**)	,879(**)	,955(**)	,767(**)
	p	,000		,000	,000	,000	,000
	n	2312	2312	2312	2312	2312	2312
L _{1e} , 24h	r	,848(**)	,968(**)	1	,925(**)	,983(**)	,727(**)
	p	,000	,000		,000	,000	,000
	n	2312	2312	2312	2312	2312	2312
L _{max70} , 24h	r	,745(**)	,879(**)	,925(**)	1	,899(**)	,670(**)
	p	,000	,000	,000		,000	,000
	n	2312	2312	2312	2312	2312	2312
L _{max55} , 24h	r	,867(**)	,955(**)	,983(**)	,899(**)	1	,775(**)
	p	,000	,000	,000	,000		,000
	n	2312	2312	2312	2312	2312	2312
NAT70, 24h	r	,829(**)	,767(**)	,727(**)	,670(**)	,775(**)	1
	p	,000	,000	,000	,000	,000	
	n	2312	2312	2312	2312	2312	2312
Realverteilung 6-22h		L _{eq3} , 6-22h	L _{max} , f _≤ 1, 6- 22h	L _{1e} , 6-22h	L _{max70} , 6-22h	L _{max55} , 6-22h	NAT70, 6-22h
L _{eq3} , 6-22h	r	1	,946(**)	,848(**)	,734(**)	,870(**)	,823(**)
	p		,000	,000	,000	,000	,000
	n	2312	2312	2312	2312	2312	2312
L _{max} , f _≤ 1, 6-22h	r	,946(**)	1	,962(**)	,864(**)	,953(**)	,765(**)
	p	,000		,000	,000	,000	,000
	n	2312	2312	2312	2312	2312	2312
L _{1e} , 6-22h	r	,848(**)	,962(**)	1	,920(**)	,984(**)	,729(**)
	p	,000	,000		,000	,000	,000
	n	2312	2312	2312	2312	2312	2312
L _{max70} , 6-22h	r	,734(**)	,864(**)	,920(**)	1	,895(**)	,668(**)
	p	,000	,000	,000		,000	,000
	n	2312	2312	2312	2312	2312	2312
L _{max55} , 6-22h	r	,870(**)	,953(**)	,984(**)	,895(**)	1	,777(**)
	p	,000	,000	,000	,000		,000
	n	2312	2312	2312	2312	2312	2312
NAT70, 6-22h	r	,823(**)	,765(**)	,729(**)	,668(**)	,777(**)	1
	p	,000	,000	,000	,000	,000	
	n	2312	2312	2312	2312	2312	2312

Realverteilung 22-6h		L_{eq3} , 22-6h	L_{max} , $f \leq 1$, 22-6h	L_{1e} , 22-6h	L_{max70} , 22-6h	L_{max55} , 22-6h	NAT70, 22-6h
L_{eq3} , 22-6h	r	1	,850(**)	,828(**)	,485(**)	,801(**)	,821(**)
	p		,000	,000	,000	,000	,000
	n	2312	2312	2312	2312	2312	2312
L_{max} , $f \leq 1$, 22-6h	r	,850(**)	1	,612(**)	,365(**)	,585(**)	,597(**)
	p	,000		,000	,000	,000	,000
	n	2312	2312	2312	2312	2312	2312
L_{1e} , 22-6h	r	,828(**)	,612(**)	1	,545(**)	,986(**)	,815(**)
	p	,000	,000		,000	,000	,000
	n	2312	2312	2312	2312	2312	2312
L_{max70} , 22-6h	r	,485(**)	,365(**)	,545(**)	1	,518(**)	,462(**)
	p	,000	,000	,000		,000	,000
	n	2312	2312	2312	2312	2312	2312
L_{max55} , 22-6h	r	,801(**)	,585(**)	,986(**)	,518(**)	1	,828(**)
	p	,000	,000	,000	,000		,000
	n	2312	2312	2312	2312	2312	2312
NAT70, 22-6h	r	,821(**)	,597(**)	,815(**)	,462(**)	,828(**)	1
	p	,000	,000	,000	,000	,000	
	n	2312	2312	2312	2312	2312	2312

18.1.4 Varianzanalysen zur Belästigung durch Fluglärm in Abhängigkeit der Berechnung des Fluglärms

Tabelle 18-5: Ergebnisse der multifaktoriellen Analysen im Rahmen des Allgemeinen Linearen Modells: UV1: L_{eq3} (Realverteilung), UV2: Differenz Ost-/Westumhüllende (100/100) und Realverteilungspegel, AV: Fluglärmelastigung gesamt (a), tags (b), nachts (c)

a) Abhängige Variable: F2.4.3 Lärmelastigung Flugverkehr gesamt

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	888,869(a)	14	63,491	45,384	,000
Konstanter Term	11784,061	1	11784,061	8423,489	,000
cd100R_0622 – Differenz	20,860	2	10,430	7,456	,001
CRL5_L0622 - L_{eq3} , tags (RV)	633,587	4	158,397	113,225	,000
cd100R_0622 * CRL5_L0622	21,993	8	2,749	1,965	,047
Fehler	3209,197	2294	1,399		
Gesamt	25887,000	2309			
Korrigierte Gesamtvariation	4098,066	2308			

R-Quadrat = ,217 (korrigiertes R-Quadrat = ,212)

Post-Hoc-Tests (Scheffe-Test) ergaben signifikante Unterschiede zwischen allen Subgruppen

b) Abhängige Variable: Fluglärmelastigung tags 6-22h gesamt

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	553,995(a)	14	39,571	42,543	,000
Konstanter Term	6578,422	1	6578,422	7072,468	,000
cd100R_0622 – Differenz	38,860	2	19,430	20,889	,000
CRL5_L0622 - L_{eq3} , tags (RV)	311,168	4	77,792	83,634	,000
cd100R_0622 * CRL5_L0622	21,530	8	2,691	2,893	,003
Fehler	2090,966	2248	,930		
Gesamt	14732,085	2263			
Korrigierte Gesamtvariation	2644,961	2262			

R-Quadrat = ,209 (korrigiertes R-Quadrat = ,205)

Post-Hoc-Tests (Scheffe-Test) ergaben signifikante Unterschiede zwischen allen Subgruppen

c) Abhängige Variable: F2.11 Fluglärmelastigung nachts

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	510,265(a)	14	36,447	22,877	,000
Konstanter Term	9089,962	1	9089,962	5705,525	,000
cd100R_2206 – Differenz	53,237	2	26,619	16,708	,000
CRL5_L2206 - L _{eq3, nachts} (RV)	331,231	4	82,808	51,976	,000
cd100R_2206 * CRL5_L2206	27,644	8	3,456	2,169	,027
Fehler	3643,616	2287	1,593		
Gesamt	17071,000	2302			
Korrigierte Gesamtvariation	4153,881	2301			

R-Quadrat = ,123 (korrigiertes R-Quadrat = ,117)

Post-Hoc-Tests (Scheffe-Test) ergaben signifikante Unterschiede zwischen allen Subgruppen

18.1.5 Signifikanzprüfungen zu den Ergebnissen in Kapitel 10: Ergebnisse univariater Signifikanztests (ANOVA) im Rahmen des Allgemeinen Linearen Modells (GLM; Generalised Linear Model)

Nachfolgende Tabellen zeigen die Ergebnisse verschiedener Signifikanzprüfungen im Rahmen des Allgemeinen Linearen Modells (GLM) zu den Ergebnisdarstellungen in Kapitel 10. Angegeben sind jeweils die in den Signifikanzprüfungen ermittelten deskriptiven und inferenzstatistischen Kennwerte.

Tabelle 18-6a+b: Deskriptive Statistiken zur ANOVA mit den unabhängigen Variablen UV1= L_{eq3, 6-22h} bzw. L_{eq3, 22-6h}(5dB-Klassen) und UV2= Lärmempfindlichkeit und der Fluglärmelastigung gesamt (Fr 2.4.3) bzw. Fluglärmelastigung nachts (Fr 2.11) als abhängige Variable

a) Abhängige Variable: F2.4.3 Lärmelastigung Flugverkehr gesamt

L _{eq3, 6-22h} - 5dB-Kl. 100:100	Lärmempfindlichkeit	Mittelwert	Standardabweichung	N
< 45 dB	unempfindlich	1,92	,881	143
	empfindlich	2,59	,868	107
	Gesamt	2,21	,934	250
45 - 50 dB	unempfindlich	1,90	,909	283
	empfindlich	2,70	,978	237
	Gesamt	2,27	1,021	520
50 - 55 dB	unempfindlich	2,33	1,038	219
	empfindlich	3,00	1,015	272
	Gesamt	2,70	1,077	491
55 - 60 dB	unempfindlich	2,68	1,077	228
	empfindlich	3,38	,891	288
	Gesamt	3,07	1,036	516
≥ 60 dB	unempfindlich	2,99	1,202	241
	empfindlich	3,74	,950	289
	Gesamt	3,40	1,134	530
Gesamt	unempfindlich	2,38	1,119	1114
	empfindlich	3,17	1,034	1193
	Gesamt	2,79	1,146	2307

b) Abhängige Variable: F2.11 Fluglärmelastigung nachts

$L_{eq3, 22-6h} - 5dB-Kl. 100:100$	Lärmempfindlichkeit	Mittelwert	Standardabweichung	N
< 40 dB	unempfindlich	1,530	,9394	134
	empfindlich	1,991	1,1989	113
	Gesamt	1,741	1,0884	247
40 - 45 dB	unempfindlich	1,660	1,0148	324
	empfindlich	2,284	1,2098	328
	Gesamt	1,974	1,1591	652
45 - 50 dB	unempfindlich	1,914	1,1832	266
	empfindlich	2,688	1,2908	234
	Gesamt	2,276	1,2927	500
50 - 55 dB	unempfindlich	2,374	1,3682	155
	empfindlich	3,103	1,3179	203
	Gesamt	2,788	1,3861	358
≥ 55 dB	unempfindlich	2,557	1,3774	235
	empfindlich	3,230	1,2977	309
	Gesamt	2,939	1,3726	544
Gesamt	unempfindlich	1,994	1,2420	1114
	empfindlich	2,722	1,3402	1187
	Gesamt	2,369	1,3436	2301

Tabelle 18-7: Ergebnisse der ANOVA mit den unabhängigen Variablen $UV1 = L_{eq3, 6-22h}$ (5dB-Klassen) bzw. $L_{eq3, 22-6h}$ (5dB-Klassen) und $UV2 =$ Geschlecht und der Fluglärmelastigung gesamt (Fr 2.4.3) bzw. Fluglärmelastigung nachts (Fr 2.11) als abhängige Variable

a) Abhängige Variable: F2.4.3 Lärmelastigung Flugverkehr gesamt

Tests der Zwischensubjekteffekte

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz	Partielles η_p^2
Korrigiertes Modell	766,291(a)	9	85,143	86,512	,000	,253
Konstanter Term	15519,935	1	15519,935	15769,353	,000	,873
Pegel C100L5 L0622	402,150	4	100,538	102,153	,000	,151
Lärmempfindlichkeit	267,985	1	267,985	272,292	,000	,106
C100L5_L0622 * Lärmempfindlichkeit	1,487	4	,372	,378	,825	,001
Fehler	2260,669	2297	,984			
Gesamt	21021,000	2307				
Korrigierte Gesamtvariation	3026,961	2306				

R-Quadrat = ,253 (korrigiertes R-Quadrat = ,250)

b) Abhängige Variable: F2.11 Lärmelastigung Flugverkehr nachts

Tests der Zwischensubjekteffekte

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz	Partielles η_p^2
Korrigiertes Modell	701,326(a)	9	77,925	51,737	,000	,169
Konstanter Term	11030,621	1	11030,621	7323,529	,000	,762
Pegel C100L5 L2206	390,446	4	97,612	64,807	,000	,102
Lärmempfindlichkeit	215,409	1	215,409	143,016	,000	,059
C100L5_L2206 * Lärmempfindlichkeit	4,692	4	1,173	,779	,539	,001
Fehler	3450,680	2291	1,506			
Gesamt	17070,000	2301				
Korrigierte Gesamtvariation	4152,006	2300				

R-Quadrat = ,169 (korrigiertes R-Quadrat = ,166)

Tabelle 18-8a+b: Deskriptive Statistiken zur zweifaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA) im Rahmen des GLM (Allgemeinen Linearen Modells) mit den unabhängigen Variablen UV1= $L_{eq3, 6-22h}$ (5dB-Klassen) bzw. $L_{eq3, 22-6h}$ (5dB-Klassen) und UV2= Altersgruppe und der Fluglärmelastung gesamt (Fr 2.4.3) bzw. Fluglärmelastung nachts (Fr 2.11) als abhängige Variable

a) Abhängige Variable: F2.4.3 Lärmelastung Flugverkehr gesamt				
$L_{eq3, 6-22h}$ - 5dB-Kl. 100/100	Altersgruppen nach GBB-24	Mittelwert	Std.-abw.	N
< 45 dB	≤ 40	1,96	1,066	74
	$> 40 \leq 60$	2,08	,960	84
	> 60	2,10	,971	88
	Gesamt	2,05	,995	246
45 - 50 dB	≤ 40	2,24	1,084	138
	$> 40 \leq 60$	2,49	1,235	166
	> 60	2,47	1,208	208
	Gesamt	2,42	1,187	512
50 - 55 dB	≤ 40	2,86	1,293	147
	$> 40 \leq 60$	3,25	1,244	170
	> 60	3,01	1,259	167
	Gesamt	3,05	1,272	484
55 - 60 dB	≤ 40	3,24	1,285	163
	$> 40 \leq 60$	3,78	1,153	169
	> 60	3,57	1,131	183
	Gesamt	3,53	1,206	515
≥ 60 dB	≤ 40	3,67	1,221	162
	$> 40 \leq 60$	4,03	1,016	151
	> 60	3,73	1,177	211
	Gesamt	3,80	1,155	524
Gesamt	≤ 40	2,92	1,345	684
	$> 40 \leq 60$	3,23	1,334	740
	> 60	3,08	1,310	857
	Gesamt	3,08	1,333	2281
b) Abhängige Variable: F2.11 Fluglärmelastung nachts				
$L_{eq3, 22-6h}$ - 5dB-Kl. 100/100	Altersgruppen nach GBB-24	Mittelwert	Std.-abw.	N
< 40 dB	≤ 40	1,735	1,0018	68
	$> 40 \leq 60$	1,779	1,2020	86
	> 60	1,730	1,0635	89
	Gesamt	1,749	1,0941	243
40 - 45 dB	≤ 40	1,807	1,0807	181
	$> 40 \leq 60$	2,162	1,2633	197
	> 60	1,962	1,1093	264
	Gesamt	1,980	1,1574	642
45 - 50 dB	≤ 40	2,047	1,2496	150
	$> 40 \leq 60$	2,456	1,3576	193
	> 60	2,263	1,2293	156
	Gesamt	2,273	1,2948	499
50 - 55 dB	≤ 40	2,546	1,3968	108
	$> 40 \leq 60$	3,034	1,4014	116
	> 60	2,773	1,3293	128
	Gesamt	2,790	1,3841	352
≥ 55 dB	≤ 40	2,508	1,3573	177
	$> 40 \leq 60$	3,379	1,3285	145
	> 60	3,009	1,3154	216
	Gesamt	2,944	1,3730	538
Gesamt	≤ 40	2,151	1,2791	684
	$> 40 \leq 60$	2,571	1,4173	737
	> 60	2,380	1,3023	853
	Gesamt	2,373	1,3437	2274

Tabelle 18-9: Ergebnisse der ANOVA mit den unabhängigen Variablen $UV1 = L_{eq3, 6-22h}$ (5dB-Klassen) bzw. $L_{eq3, 22-6h}$ (5dB-Klassen) und $UV2 =$ Altersgruppe und der Fluglärmelastung gesamt (Fr 2.4.3) bzw. Fluglärmelastung nachts (Fr 2.11) als abhängige Variable

a) Abhängige Variable: F2.4.3 Lärmelastung Flugverkehr gesamt

Tests der Zwischensubjekteffekte

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz	Partielles η_p^2
Korrigiertes Modell	918,885(a)	14	65,635	47,452	,000	,227
Konstanter Term	18222,263	1	18222,263	13174,239	,000	,853
C100L5_L0622	868,928	4	217,232	157,053	,000	,217
Altersgr.	36,685	2	18,342	13,261	,000	,012
C100L5_L0622 * Altersgr.	9,922	8	1,240	,897	,518	,003
Fehler	3134,272	2266	1,383			
Gesamt	25701,000	2281				
Korrigierte Gesamtvariation	4053,157	2280				

R-Quadrat = ,227 (korrigiertes R-Quadrat = ,222)

Mehrfachvergleiche (Scheffé)

(I) Altersgruppen nach GBB-24	(J) Altersgruppen nach GBB-24	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
≤ 40	$> 40 \leq 60$	-,31(*)	,062	,000	-,46	-,16
	> 60	-,17(*)	,060	,023	-,31	-,02
$> 40 \leq 60$	≤ 40	,31(*)	,062	,000	,16	,46
	> 60	,14	,059	,053	,00	,29
> 60	≤ 40	,17(*)	,060	,023	,02	,31
	$> 40 \leq 60$	-,14	,059	,053	-,29	,00

Basiert auf beobachteten Mittelwerten. * Die mittlere Differenz ist auf der Stufe ,05 signifikant.

b) Abhängige Variable: F2.11 Fluglärmelastung nachts

Tests der Zwischensubjekteffekte

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz	Partielles η_p^2
Korrigiertes Modell	537,360(a)	14	38,383	24,312	,000	,131
Konstanter Term	10952,081	1	10952,081	6937,156	,000	,754
Pegel C100L5_L2206	441,855	4	110,464	69,969	,000	,110
Altersgr.	59,380	2	29,690	18,806	,000	,016
C100L5_L2206 * Altersgr.	22,188	8	2,773	1,757	,081	,006
Fehler	3566,411	2259	1,579			
Gesamt	16908,000	2274				
Korrigierte Gesamtvariation	4103,771	2273				

R-Quadrat = ,131 (korrigiertes R-Quadrat = ,126)

Mehrfachvergleiche (Scheffé)

(I) Altersgruppen nach GBB-24	(J) Altersgruppen nach GBB-24	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
≤ 40	$> 40 \leq 60$	-,421(*)	,0667	,000	-,584	-,257
	> 60	-,229(*)	,0645	,002	-,387	-,071
$> 40 \leq 60$	≤ 40	,421(*)	,0667	,000	,257	,584
	> 60	,191(*)	,0632	,010	,037	,346
> 60	≤ 40	,229(*)	,0645	,002	,071	,387
	$> 40 \leq 60$	-,191(*)	,0632	,010	-,346	-,037

Basiert auf beobachteten Mittelwerten. * Die mittlere Differenz ist auf der Stufe ,05 signifikant.

Tabelle 18-10a+b: Deskriptive Statistiken zur ANOVA mit den unabhängigen Variablen UV1= $L_{eq3, 6-22h}$ bzw. $L_{eq3, 22-6h}$ (5dB-Klassen) und UV2= Geschlecht und der Fluglärmelastung gesamt (Fr 2.4.3) bzw. Fluglärmelastung nachts (Fr 2.11) als abhängige Variable

a) Abhängige Variable: F2.4.3 Lärmelastung Flugverkehr gesamt

$L_{eq3, 6-22h}$ - 5dB-Kl. 100:100	Geschlecht - Registerdaten	Mittelwert	Standardabweichung	N
< 45 dB	männlich	1,98	,963	126
	weiblich	2,11	1,018	123
	Gesamt	2,05	,991	249
45 - 50 dB	männlich	2,36	1,188	240
	weiblich	2,45	1,184	280
	Gesamt	2,41	1,186	520
50 - 55 dB	männlich	3,00	1,244	226
	weiblich	3,06	1,296	264
	Gesamt	3,03	1,271	490
55 - 60 dB	männlich	3,39	1,212	222
	weiblich	3,65	1,185	297
	Gesamt	3,54	1,203	519
≥ 60 dB	männlich	3,76	1,168	218
	weiblich	3,80	1,161	313
	Gesamt	3,78	1,163	531
Gesamt	männlich	2,97	1,324	1032
	weiblich	3,15	1,334	1277
	Gesamt	3,07	1,333	2309

b) Abhängige Variable: F2.11 Fluglärmelastung nachts

$L_{eq3, 22-6h}$ - 5dB-Kl. 100:100	Geschlecht - Registerdaten	Mittelwert	Standardabweichung	N
< 40 dB	männlich	1,689	1,0451	122
	weiblich	1,792	1,1309	125
	Gesamt	1,741	1,0884	247
40 - 45 dB	männlich	1,894	1,1220	312
	weiblich	2,047	1,1890	340
	Gesamt	1,974	1,1591	652
45 - 50 dB	männlich	2,152	1,2685	224
	weiblich	2,372	1,3059	277
	Gesamt	2,273	1,2927	501
50 - 55 dB	männlich	2,680	1,4079	153
	weiblich	2,868	1,3674	205
	Gesamt	2,788	1,3861	358
≥ 55 dB	männlich	2,895	1,3923	219
	weiblich	2,969	1,3605	325
	Gesamt	2,939	1,3726	544
Gesamt	männlich	2,255	1,3247	1030
	weiblich	2,461	1,3522	1272
	Gesamt	2,369	1,3436	2302

Tabelle 18-11: Ergebnisse der ANOVA mit den unabhängigen Variablen UV1= $L_{eq3, 6-22h}$ (5dB-Klassen) bzw. $L_{eq3, 22-6h}$ (5dB-Klassen) und UV2= Geschlecht und der Fluglärmelastigung gesamt (Fr 2.4.3) bzw. Fluglärmelastigung nachts (Fr 2.11) als abhängige Variable

a) Abhängige Variable: F2.4.3 Lärmelastigung Flugverkehr gesamt

Tests der Zwischensubjekteffekte

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz	Partielles η_p^2
Korrigiertes Modell	880,026(a)	9	97,781	69,855	,000	,215
Konstanter Term	18335,038	1	18335,038	13098,734	,000	,851
Pegel C100L5_L0622	846,716	4	211,679	151,226	,000	,208
Geschlecht	7,118	1	7,118	5,085	,024	,002
C100L5_L0622 * Geschlecht	3,748	4	,937	,669	,613	,001
Fehler	3218,040	2299	1,400			
Gesamt	25887,000	2309				
Korrigierte Gesamtvariation	4098,066	2308				

R-Quadrat = ,215 (korrigiertes R-Quadrat = ,212)

b) Abhängige Variable: F2.11 Lärmelastigung Flugverkehr nachts

Tests der Zwischensubjekteffekte

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz	Partielles η_p^2
Korrigiertes Modell	457,800(a)	9	50,867	31,543	,000	,110
Konstanter Term	11027,513	1	11027,513	6838,342	,000	,749
Pegel C100L5_L2206	429,600	4	107,400	66,601	,000	,104
Geschlecht	11,043	1	11,043	6,848	,009	,003
C100L5_L2206 * Geschlecht	1,624	4	,406	,252	,909	,000
Fehler	3696,080	2292	1,613			
Gesamt	17071,000	2302				
Korrigierte Gesamtvariation	4153,881	2301				

a R-Quadrat = ,110 (korrigiertes R-Quadrat = ,107)

Tabelle 18-12a+b: Deskriptive Statistiken zur ANOVA mit den unabhängigen Variablen $UV1 = L_{eq3, 6-22h}$ (5dB-Klassen) bzw. $L_{eq3, 22-6h}$ (5dB-Klassen) und $UV2 =$ Sozialschicht (3 Gruppen) und der Fluglärmbelästigung gesamt (Fr 2.4.3) bzw. Fluglärmbelästigung nachts (Fr 2.11) als abhängige Variable

a) Abhängige Variable: F2.4.3 Lärmelastigung Flugverkehr gesamt

$L_{eq3, 6-22h}$ - 5dB-Kl. 100/100	Sozialschicht (Scheuch-Winkler-Index)	Mittelwert	Std.-abw.	N
< 45 dB	Unterschicht	1,82	1,014	33
	Mittelschicht	2,03	,901	113
	Oberschicht	2,16	1,066	87
	Gesamt	2,05	,984	233
45 - 50 dB	Unterschicht	2,20	1,182	74
	Mittelschicht	2,34	1,130	252
	Oberschicht	2,62	1,235	164
	Gesamt	2,41	1,182	490
50 - 55 dB	Unterschicht	2,63	1,244	59
	Mittelschicht	2,93	1,248	205
	Oberschicht	3,29	1,245	193
	Gesamt	3,04	1,265	457
55 - 60 dB	Unterschicht	3,30	1,255	67
	Mittelschicht	3,47	1,178	261
	Oberschicht	3,73	1,209	156
	Gesamt	3,53	1,206	484
≥ 60 dB	Unterschicht	3,44	1,255	84
	Mittelschicht	3,76	1,150	314
	Oberschicht	4,09	1,055	116
	Gesamt	3,78	1,163	514
Gesamt	Unterschicht	2,80	1,344	317
	Mittelschicht	3,06	1,307	1145
	Oberschicht	3,22	1,342	716
	Gesamt	3,08	1,330	2178

b) Abhängige Variable: F2.11 Fluglärmelastigung nachts

$L_{eq3, 22-6h}$ - 5dB-Kl. 100/100	Sozialschicht (Scheuch-Winkler-Index)	Mittelwert	Std.-abw.	N
< 40 dB	Unterschicht	1,656	1,0352	32
	Mittelschicht	1,603	,9680	116
	Oberschicht	1,962	1,2241	79
	Gesamt	1,736	1,0811	227
40 - 45 dB	Unterschicht	1,684	,9704	95
	Mittelschicht	1,926	1,0855	284
	Oberschicht	2,102	1,2805	244
	Gesamt	1,958	1,1572	623
45 - 50 dB	Unterschicht	2,146	1,2375	48
	Mittelschicht	2,125	1,2055	257
	Oberschicht	2,552	1,4203	165
	Gesamt	2,277	1,3012	470
50 - 55 dB	Unterschicht	2,283	1,3499	53
	Mittelschicht	2,669	1,2913	163
	Oberschicht	3,155	1,4089	110
	Gesamt	2,770	1,3720	326
≥ 55 dB	Unterschicht	2,854	1,3017	89
	Mittelschicht	2,827	1,3656	324
	Oberschicht	3,257	1,4001	113
	Gesamt	2,924	1,3711	526
Gesamt	Unterschicht	2,180	1,2713	317
	Mittelschicht	2,299	1,2899	1144
	Oberschicht	2,537	1,4314	711
	Gesamt	2,360	1,3410	2172

Tabelle 18-13: Ergebnisse der ANOVA mit den unabhängigen Variablen $UV1 = L_{eq3, 6-22h}(5dB\text{-Klassen})$ bzw. $L_{eq3, 22-6h}(5dB\text{-Klassen})$ und $UV2 = \text{Altersgruppe}$ und der Fluglärmelastung gesamt (Fr 2.4.3) bzw. Fluglärmelastung nachts (Fr 2.11) als abhängige Variable

a) Abhängige Variable: F2.4.3 Lärmelastung Flugverkehr gesamt

Tests der Zwischensubjekteffekte

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz	Partielles η_p^2
Korrigiertes Modell	890,584(a)	14	63,613	46,446	,000	,231
Konstanter Term	12782,040	1	12782,040	9332,643	,000	,812
Pegel C100L5_L0622	631,824	4	157,956	115,329	,000	,176
Sozialschicht	57,420	2	28,710	20,962	,000	,019
C100L5_L0622 * Sozialschicht	4,391	8	,549	,401	,921	,001
Fehler	2962,457	2163	1,370			
Gesamt	24476,000	2178				
Korrigierte Gesamtvariation	3853,041	2177				

R-Quadrat = ,231 (korrigiertes R-Quadrat = ,226)

Mehrfachvergleiche (Scheffé)

(I) Sozialschicht (Scheuch-Winkler-Index)	(J) Sozialschicht (Scheuch-Winkler-Index)	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
Unterschicht	Mittelschicht	-,26(*)	,074	,002	-,44	-,08
	Oberschicht	-,42(*)	,079	,000	-,62	-,23
Mittelschicht	Unterschicht	,26(*)	,074	,002	,08	,44
	Oberschicht	-,16(*)	,056	,014	-,30	-,03
Oberschicht	Unterschicht	,42(*)	,079	,000	,23	,62
	Mittelschicht	,16(*)	,056	,014	,03	,30

Basiert auf beobachteten Mittelwerten. * Die mittlere Differenz ist auf der Stufe ,05 signifikant.

b) Abhängige Variable: F2.11 Fluglärmelastung nachts

Tests der Zwischensubjekteffekte

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz	Partielles η_p^2
Korrigiertes Modell	498,871(a)	14	35,634	22,571	,000	,128
Konstanter Term	7629,918	1	7629,918	4832,976	,000	,691
Pegel C100L5_L0622	350,320	4	87,580	55,475	,000	,093
Sozialschicht	67,696	2	33,848	21,440	,000	,019
C100L5_L0622*Sozialschicht	13,471	8	1,684	1,067	,384	,004
Fehler	3405,300	2157	1,579			
Gesamt	15997,000	2172				
Korrigierte Gesamtvariation	3904,171	2171				

R-Quadrat = ,128 (korrigiertes R-Quadrat = ,122)

Mehrfachvergleiche (Scheffé)

(I) Sozialschicht (Scheuch-Winkler-Index)	(J) Sozialschicht (Scheuch-Winkler-Index)	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
Unterschicht	Mittelschicht	-,119	,0798	,328	-,314	,076
	Oberschicht	-,357(*)	,0849	,000	-,565	-,150
Mittelschicht	Unterschicht	,119	,0798	,328	-,076	,314
	Oberschicht	-,238(*)	,0600	,000	-,385	-,091
Oberschicht	Unterschicht	,357(*)	,0849	,000	,150	,565
	Mittelschicht	,238(*)	,0600	,000	,091	,385

Basiert auf beobachteten Mittelwerten. * Die mittlere Differenz ist auf der Stufe ,05 signifikant.

Tabelle 18-14: Inferenzstatistische Ergebnisse zur Wirkung der Fensterstellung auf Belästigung und Störung durch Fluglärm. Zweifaktorielle ANOVA mit UV1 = Außenpegel ($L_{eq3, tag/nacht}$), UV2 = Fensterstellung tags/nachts. Dargestellt sind die Haupteffekte der Fensterstellung und ihre Wechselwirkung mit dem Pegel sowie – bei signifikanten Haupteffekten – die Einzelvergleiche zw. einzelnen Fensterstellgruppen

Signifikanter Haupteffekt des Außenpegels auf alle Belästigungs-/Störungsvariablen ist hier nicht dargestellt.

Haupteffekt Fensterstellung				
Abhängige Variable	df	F	p	η_p^2
Fluglärmbelästigung gesamt	2	2,809	,060	,002
Kommunikationsstörungen innen	2	1,613	,200	,001
Ruhestörungen innen	2	1,094	,335	,001
Fluglärmbelästigung nachts	2	19,634	,000	,017
Nachtstörungen	2	21,406	,000	,018
Wechselwirkung Fensterstellung * Außenpegel ($L_{eq3, tag/nacht}$ – 5dB(A)-Klassen)				
Abhängige Variable	df	F	p	η_p^2
Fluglärmbelästigung gesamt	8	2,018	,041	,007
Kommunikationsstörungen innen	8	1,853	,063	,006
Ruhestörungen innen	8	1,377	,201	,005
Fluglärmbelästigung nachts	8	,582	,794	,002
Nachtstörungen	8	,930	,490	,003
Einzelsignifikanzprüfungen (Paarvergleich) zu Mittelwertsunterschieden in der Belästigung/Störung zwischen verschiedenen Fensterstellungen (Scheffé-Tests)				
Abhängige Variable	geöffnet vs. gekippt	geöffnet vs. geschlossen	gekippt vs. geschlossen	
Fluglärmbelästigung nachts	sign.	n.s.	sign.	
Nachtstörungen	sign.	sign.	sign.	

sign: $p \leq .05$; n.s: $p > .05$

Tabelle 18-15: Koeffizienten des multiplen Regressionsmodells mit der Gesamtlärmbelästigung ($F_{2.3}$) als Kriterium und den Einzelquellen-Belästigungen ($F_{2.4.1-6}$) sowie den L_{eq3} -Pegeln Tag/Nacht für Schienen-, Straßen-, Flugverkehr

	Nicht stand. Koeff.		Stand. Koeff.	T p		95%-KI für B		Korrelationen		
	B	Std.-Fehler	Beta			-	+	Nullter Ordn.	Partiell	Teil
(Konstante)	-0,04	0,23		-0,16	0,88	-0,50	0,42			
F2.4.3 Lärmelastigung Flugverkehr	0,61	0,01	0,71	44,34	0,00	0,59	0,64	0,78	0,69	0,58
F2.4.1 Lärmelastigung Straßenverkehr	0,16	0,02	0,15	9,58	0,00	0,13	0,19	0,34	0,20	0,13
F2.4.5 Lärmelastigung Nachbarn	0,09	0,02	0,06	4,17	0,00	0,05	0,14	0,18	0,09	0,05
L_{eq3} , Tag Schiene	0,01	0,01	0,06	1,06	0,29	-0,01	0,02	0,00	0,02	0,01
L_{eq3} , 6-22h – Flug 100:100	0,01	0,00	0,05	1,67	0,10	0,00	0,02	0,37	0,04	0,02
L_{eq3} , Tag Strasse	0,01	0,01	0,04	0,75	0,45	-0,01	0,03	-0,06	0,02	0,01
F2.4.6 Lärmelastigung Sport- u. Freizeit anl.	0,08	0,03	0,03	2,38	0,02	0,01	0,14	0,14	0,05	0,03
L_{eq3} , 22-6h – 100:100	0,00	0,00	0,02	0,55	0,58	-0,01	0,01	0,30	0,01	0,01
F2.4.2 Lärmelastigung Schienenverkehr	0,00	0,02	0,00	0,21	0,83	-0,04	0,05	0,22	0,00	0,00
F2.4.4 Lärmelastigung Gewerbe u. Industrie	-0,01	0,03	-0,01	-0,34	0,73	-0,07	0,05	0,18	-0,01	0,00
L_{eq3} , Nacht Schiene	-0,01	0,01	-0,06	-1,09	0,27	-0,03	0,01	0,02	-0,02	-0,01
L_{eq3} , Nacht Straße	-0,01	0,01	-0,06	-1,05	0,29	-0,03	0,01	-0,04	-0,02	-0,01

Tabelle 18-16: Ergebnisse multifaktorieller Varianzanalysen im Rahmen des Allgemeinen Linearen Modells mit UV1 = Fluglärmpegel Tag (3 Gruppen), UV2 = Straßenverkehrslärmpegel Tag (3 Gruppen), UV3=Schienenverkehrslärmpegel Tag und der AV= Gesamtlärmbelästigung bzw. Fluglärmbelästigung

Quelle	Abhängige Variable	df	F	Signifikanz	Partielles η_p^2
Bezugszeitraum: Tag (6-22h)					
Flug: $L_{eq3, tag} (100/100) < /> 54$ dB(A) – FLt	F2.3 Belästigung durch Lärm insges. in den letzten 12 Mo.	1/2134	255,773	,000	,107
	F2.4.3 Lärmelastigung Flugverkehr gesamt	1/2134	414,212	,000	,163
Straße: $L_{eq3, tag} \leq /> 50$ dB(A) – STRt	F2.3 Belästigung durch Lärm insges. in den letzten 12 Mo.	1/2134	,556	,456	,000
	F2.4.3 Lärmelastigung Flugverkehr gesamt	1/2134	1,095	,295	,001
Schiene: $L_{eq3, tag} \leq /> 42$ dB(A) – SCHt	F2.3 Belästigung durch Lärm insges. in den letzten 12 Mo.	1/2134	,057	,811	,000
	F2.4.3 Lärmelastigung Flugverkehr gesamt	1/2134	2,473	,116	,001
FLt * STRt	F2.3 Belästigung durch Lärm insges. in den letzten 12 Mo.	1/2134	2,473	,116	,001
	F2.4.3 Lärmelastigung Flugverkehr gesamt	1/2134	,789	,374	,000
FLt * SCHt	F2.3 Belästigung durch Lärm insges. in den letzten 12 Mo.	1/2134	,019	,890	,000
	F2.4.3 Lärmelastigung Flugverkehr gesamt	1/2134	,692	,406	,000
STRt * SCHt	F2.3 Belästigung durch Lärm insges. in den letzten 12 Mo.	1/2134	6,214	,013	,003
	F2.4.3 Lärmelastigung Flugverkehr gesamt	1/2134	5,723	,017	,003
FLt * STRt * SCHt	F2.3 Belästigung durch Lärm insges. in den letzten 12 Mo.	1/2134	1,886	,170	,001
	F2.4.3 Lärmelastigung Flugverkehr gesamt	1/2134	4,007	,045	,002

Tabelle 18-17: Ergebnisse multifaktorieller Varianzanalysen im Rahmen des Allgemeinen Linearen Modells mit UV1 = Fluglärmpegel Nacht (3 Gruppen), UV2 = Straßenverkehrslärmpegel Nacht (3 Gruppen), UV3=Schienenverkehrslärmpegel Nacht und der AV= Gesamtlärmelastigung bzw. nächtliche Fluglärmelastigung

Quelle	Abhängige Variable	df	F	Signifikanz	Partielles η_p^2
Bezugszeitraum: Nacht (22-6h)					
Flug: $L_{eq3, nacht} (100/100) \leq /> 46$ dB(A) - FLn	F2.3 Belästigung durch Lärm insges. in den letzten 12 Mo.	1/2127	135,378	,000	,060
	F2.11 Fluglärmelastigung nachts	1/2127	156,048	,000	,069
Straße: $L_{eq3, nacht} \leq /> 44$ dB(A) - STRn	F2.3 Belästigung durch Lärm insges. in den letzten 12 Mo.	1/2127	,578	,447	,000
	F2.11 Fluglärmelastigung nachts	1/2127	1,470	,225	,001
Schiene: $L_{eq3, nacht} \leq /> 41$ dB(A) - SCHn	F2.3 Belästigung durch Lärm insges. in den letzten 12 Mo.	1/2127	1,346	,246	,001
	F2.11 Fluglärmelastigung nachts	1/2127	7,767	,005	,004
FLn * STRn	F2.3 Belästigung durch Lärm insges. in den letzten 12 Mo.	1/2127	12,118	,001	,006
	F2.11 Fluglärmelastigung nachts	1/2127	,734	,392	,000
FLn * SCHn	F2.3 Belästigung durch Lärm insges. in den letzten 12 Mo.	1/2127	6,969	,008	,003
	F2.11 Fluglärmelastigung nachts	1/2127	,367	,544	,000
STRn * SCHn	F2.3 Belästigung durch Lärm insges. in den letzten 12 Mo.	1/2127	2,977	,085	,001
	F2.11 Fluglärmelastigung nachts	1/2127	,563	,453	,000
FLn * STRn * SCHn	F2.3 Belästigung durch Lärm insges. in den letzten 12 Mo.	1/2127	,116	,734	,000
	F2.11 Fluglärmelastigung nachts	1/2127	3,755	,053	,002

Tabelle 18-18: Anzahl der Befragten in den Subgruppen aufgeteilt nach aktuellem Fluglärmpegel ($L_{eq3, tag}$) und subjektiven Veränderungen der Wohnsituation (a) bzw. objektiver Pegelveränderung (b)

a)

Anzahl Befragter		subjektiv erwartete Veränderung der Wohnsituation nach dem Flughafenausbau		Σ
		Verschlechterung	gleich oder Verbesserung	
aktueller Fluglärmpegel $L_{eq3, tag, 6-22h - 100/100}$ in dB(A)	< 45	132	100	232
	45 - 50	268	177	445
	50 - 55	289	144	433
	55 - 60	305	118	423
in dB(A)	≥ 60	257	123	380
	Gesamt	1251	662	1913

b)

Anzahl Befragter		Differenz zw. Prognose- und aktuellem Fluglärmpegel $L_{eq3, tag, 6-22h}$		Σ
		Verringerung > 2 dB(A)	Erhöhung > 2 dB(A)	
aktueller Fluglärmpegel $L_{eq3, tag, 6-22h - 100/100}$ in dB(A)	< 45	32	84	116
	45 - 50	104	116	220
	50 - 55	138	144	282
	55 - 60	128	131	259
in dB(A)	≥ 60	48	0	48
	Gesamt	450	475	925

Tabelle 18-19: Ergebnisse zweifaktorieller Varianzanalysen im Rahmen des Allgemeinen Linearen Modells mit AV= Aktuelle bzw. künftige Fluglärmbelästigung (F2.4.3 bzw. F6.4), UV1 = aktueller Fluglärmpegel ($L_{eq3, tag}$, 5 Gruppen), UV2 = subjektive Veränderung d. Wohnsituation (F 6.3. - 2 Gruppen) bzw. objektive Pegeländerung > 2 dB(A) (Differenz $L_{eq3, tag}$ -Prognosepegel - akt. $L_{eq3, tag}$ -Pegel berechnet nach 100/100-Regel – 2 Gruppen)

Unabhängige Variable	Abhängige Variable	df	F	Signifikanz	Partielles η_p^2
subjektive Veränderung					
aktueller Fluglärmpegel $L_{eq3, tag, 6-22h - 100/100}$ (UV1)	Aktuelle Fluglärmbelästigung (F2.4.3)	4/1901	126,984	,000	,212
	Zukünftige Fluglärmbelästigung (F6.4)	44/1901	53,554	,000	,102
subjektiv erwartete Veränderung der Wohnsituation nach dem Flughafenausbau (UV2)	Aktuelle Fluglärmbelästigung (F2.4.3)	14/1901	571,073	,000	,232
	Zukünftige Fluglärmbelästigung (F6.4)	14/1901	1604,858	,000	,459
UV1 * UV2	Aktuelle Fluglärmbelästigung (F2.4.3)	44/1901	1,660	,157	,003
	Zukünftige Fluglärmbelästigung (F6.4)	44/1901	4,859	,001	,010
objektive Veränderung					
aktueller Fluglärmpegel $L_{eq3, tag, 6-22h - 100/100}$ (UV1)	Aktuelle Fluglärmbelästigung (F2.4.3)	4/920	51,378	,000	,184
	Zukünftige Fluglärmbelästigung (F6.4)	4/920	25,524	,000	,101
Differenz zw. Prognose- und aktuellem Fluglärmpegel $L_{eq3, tag, 6-22h}$ (UV2)	Aktuelle Fluglärmbelästigung (F2.4.3)	1/920	,177	,674	,000
	Zukünftige Fluglärmbelästigung (F6.4)	1/920	,225	,635	,000
UV1 * UV2	Aktuelle Fluglärmbelästigung (F2.4.3)	3/920	3,295	,020	,011
	Zukünftige Fluglärmbelästigung (F6.4)	3/920	7,592	,000	,024

18.1.6 Ergänzende Auswertungen zur subjektiven Gesundheit / Wohn- und Lebensqualität

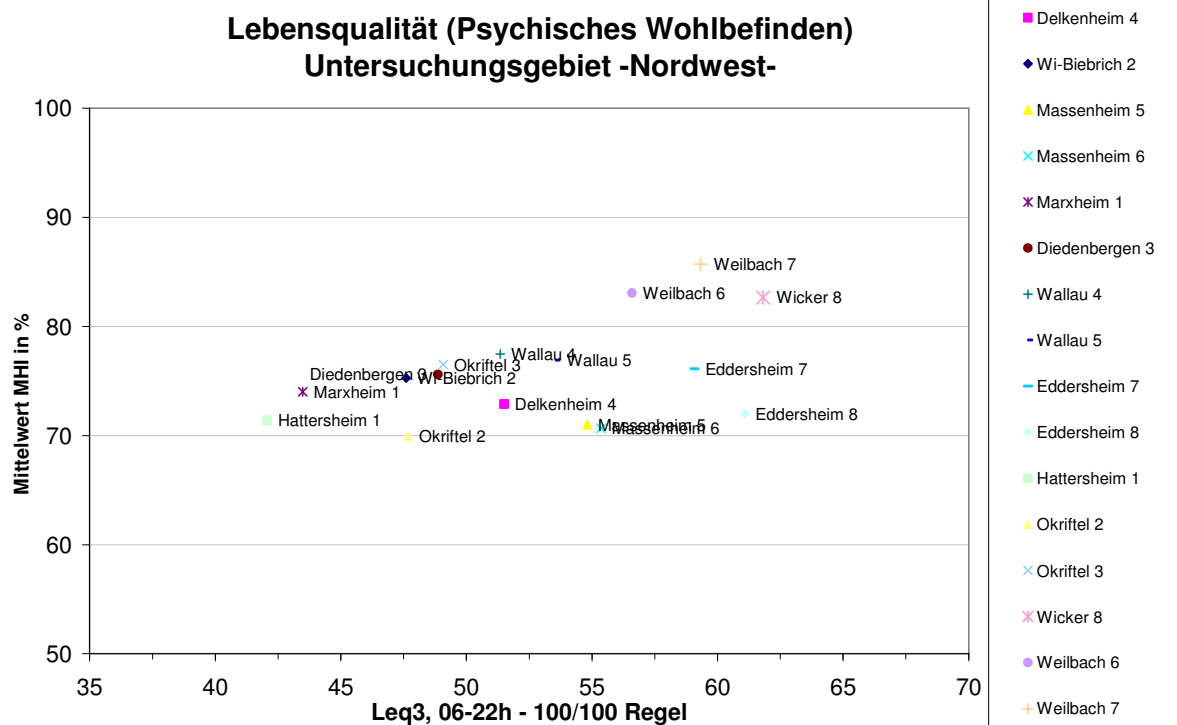


Abbildung 18-1: Lebensqualität Psychisches Wohlbefinden, Ortslage Nordwest und Pegel ($LA_{eq3, 06-22, 100/100}$ Regel)

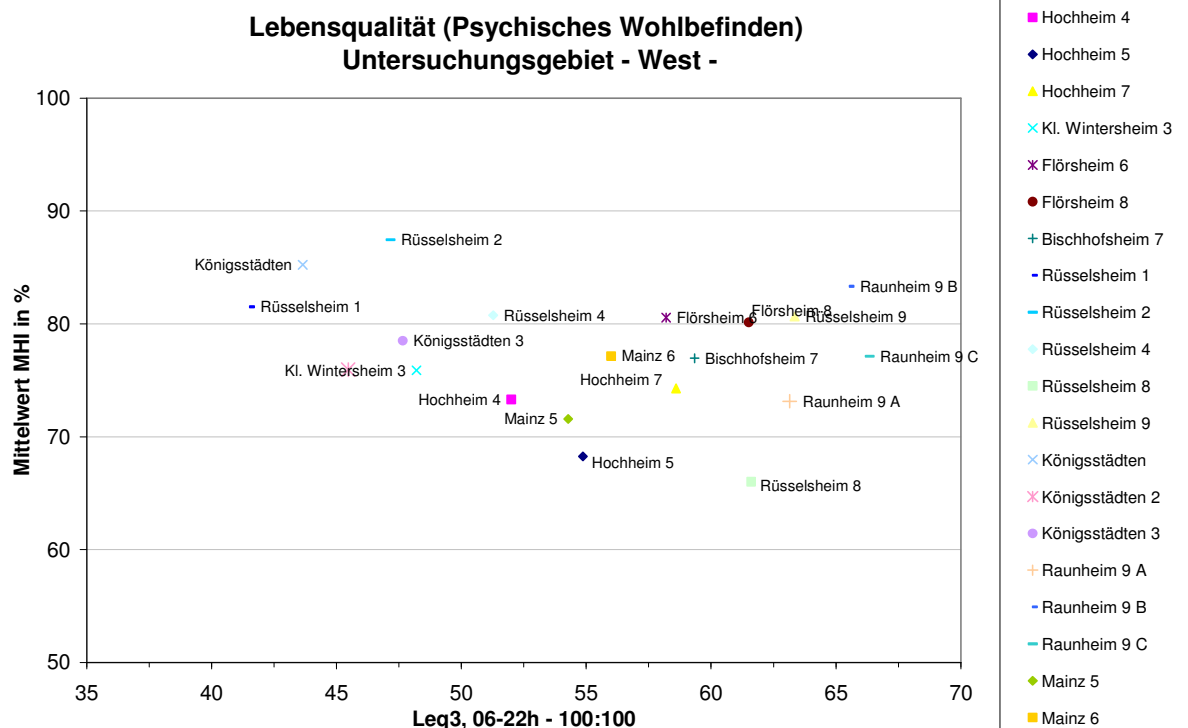


Abbildung 18-2: Lebensqualität Psychisches Wohlbefinden, Ortslage West und Pegel ($LA_{eq3, 06-22, 100/100}$ Regel)

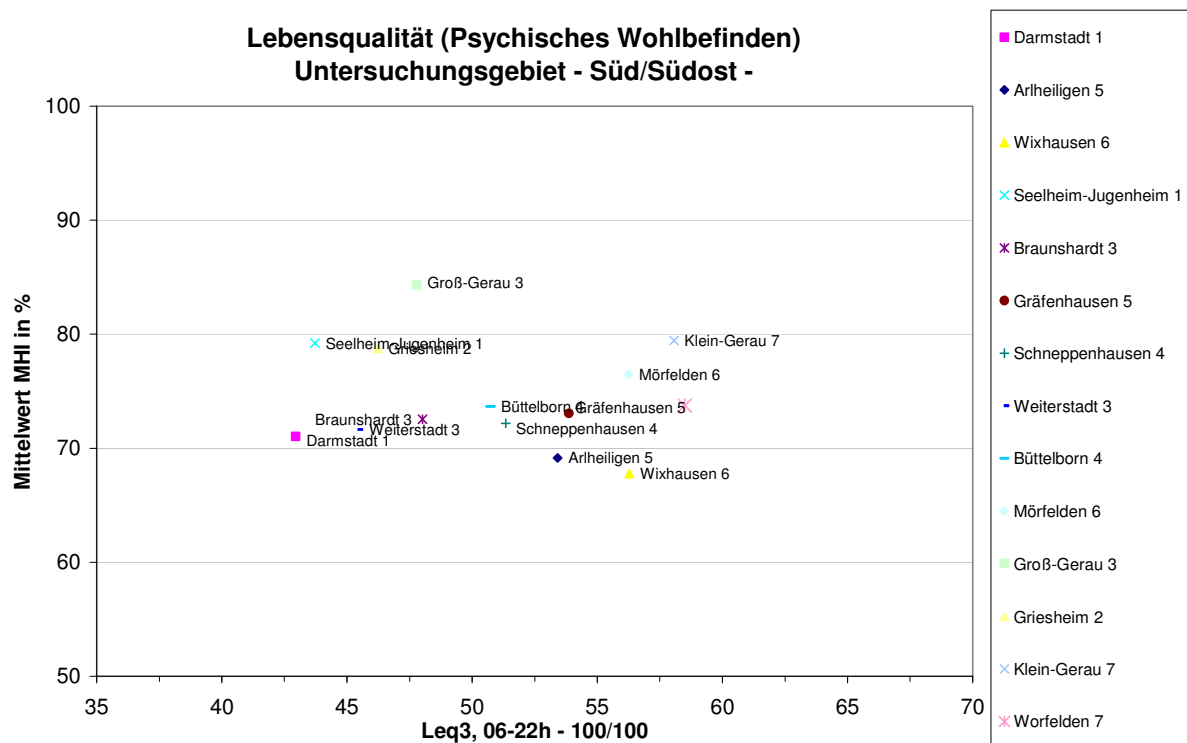


Abbildung 18-3: Lebensqualität Psychisches Wohlbefinden, Ortslage Süd/ Südost und Pegel ($LA_{eq3, 06-22, 100/100}$ Regel)

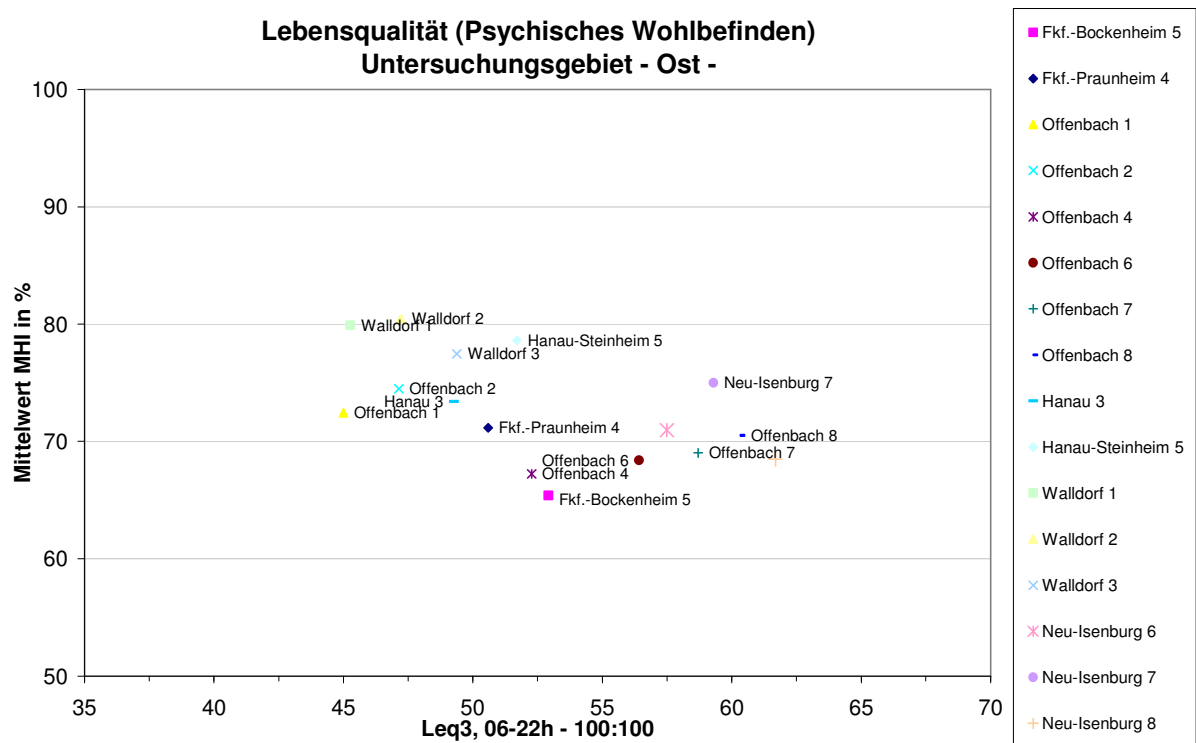


Abbildung 18-4: Lebensqualität Psychisches Wohlbefinden, Ortslage Ost und Pegel ($LA_{eq3, 06-22, 100/100}$ Regel)

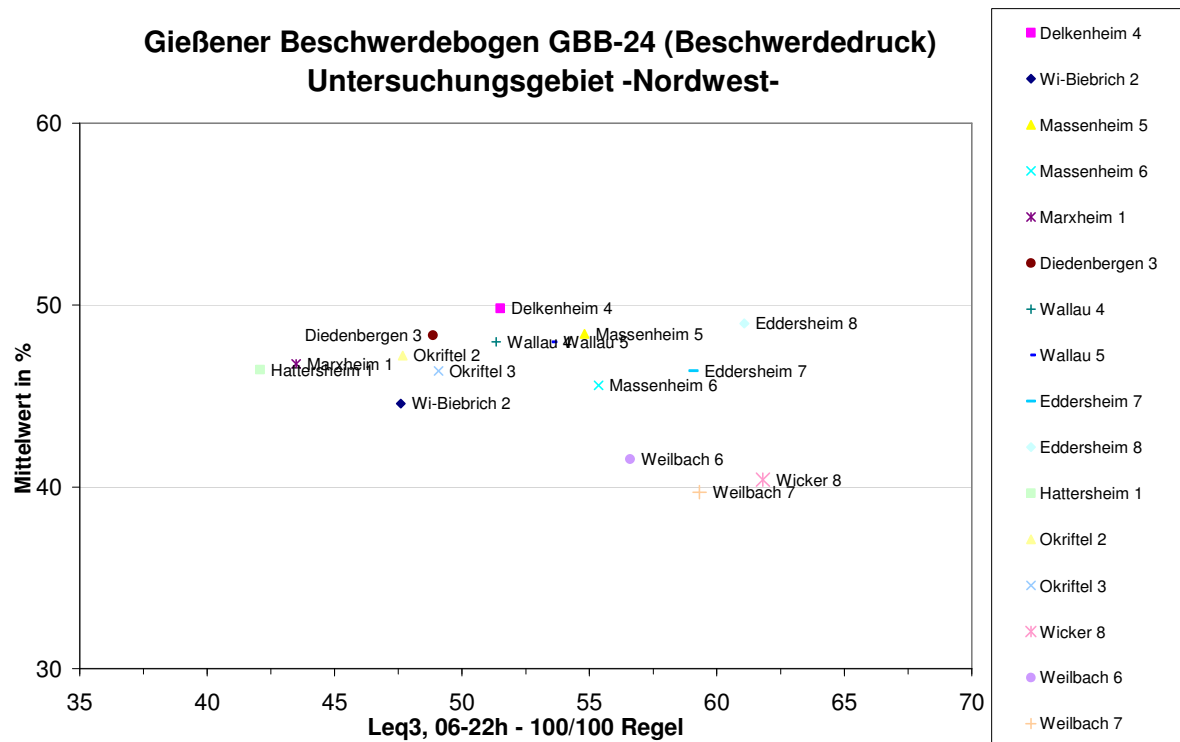


Abbildung 18-5: Beschwerdedruck (Norm=50%) Ortslage Nordwest und Pegel ($LA_{eq3, 06-22, 100/100}$ Regel)

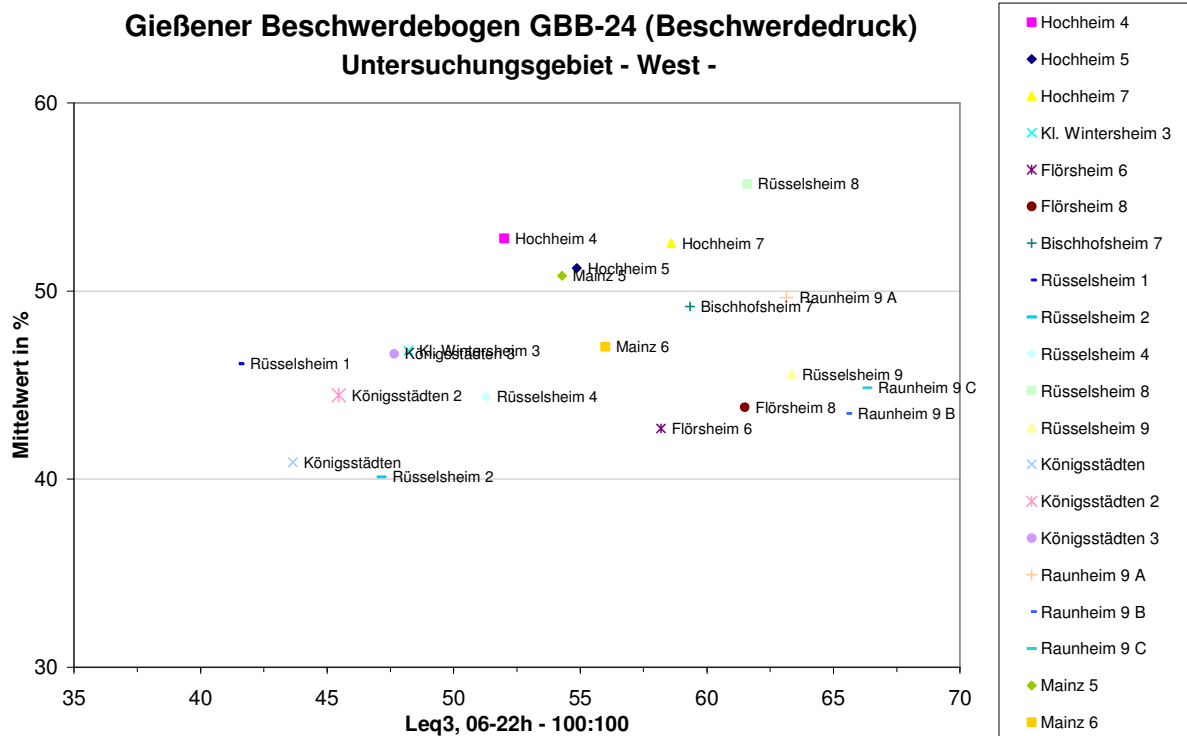


Abbildung 18-6: Beschwerdedruck (Norm=50%) Ortslage West und Pegel ($LA_{eq3, 06-22, 100/100}$ Regel)

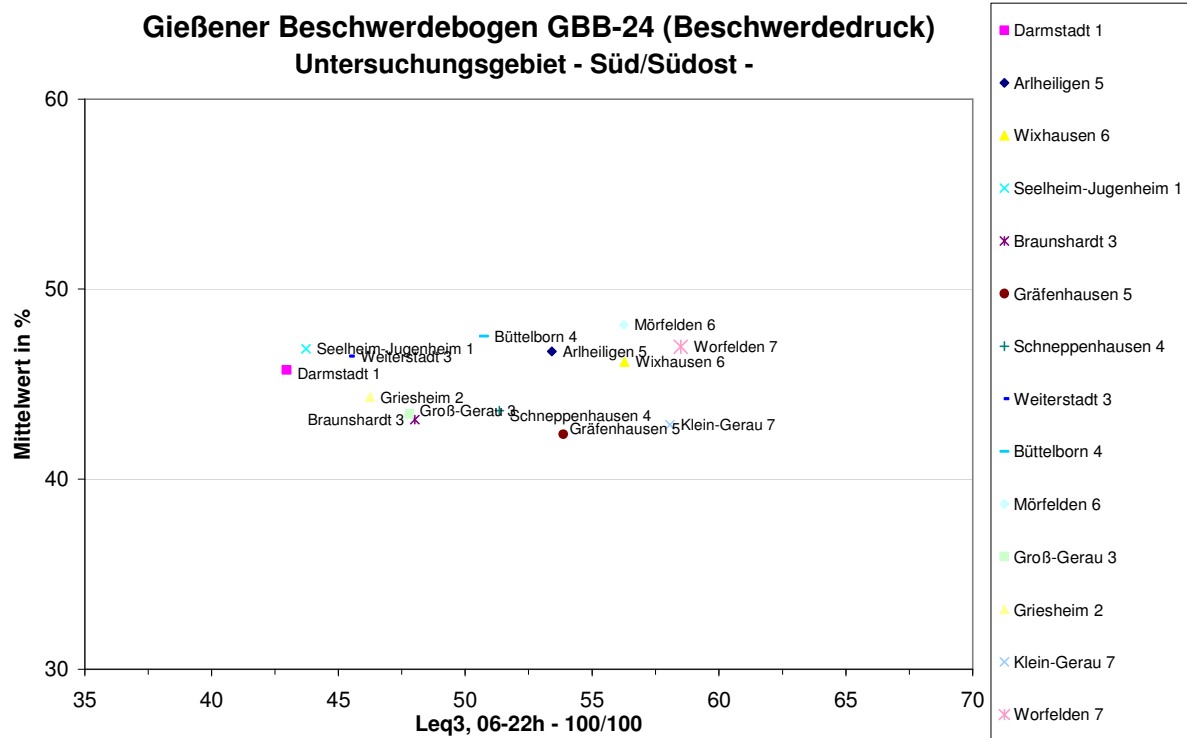


Abbildung 18-7: Beschwerdedruck (Norm=50%) Ortslage Süd/ Südost und Pegel ($LA_{eq3, 06-22, 100/100}$ Regel)

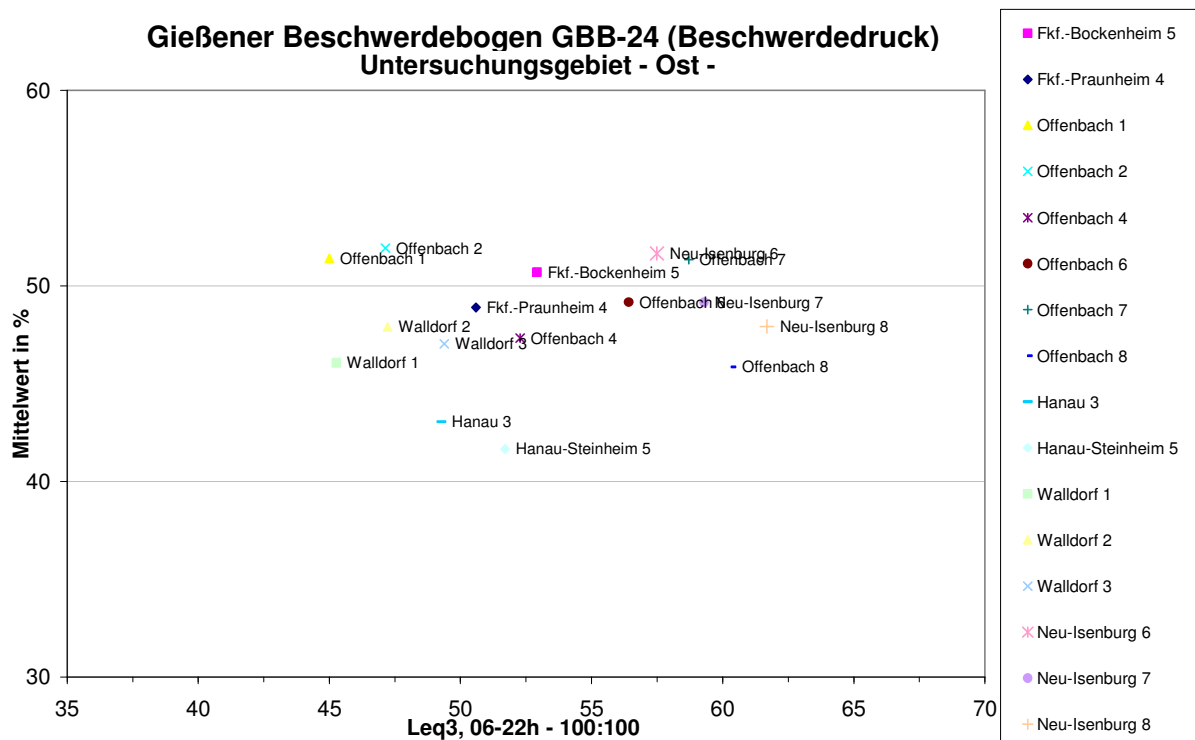


Abbildung 18-8: Beschwerdedruck (Norm=50%) Ortslage Ost und Pegel ($LA_{eq3, 06-22, 100/100}$ Regel)

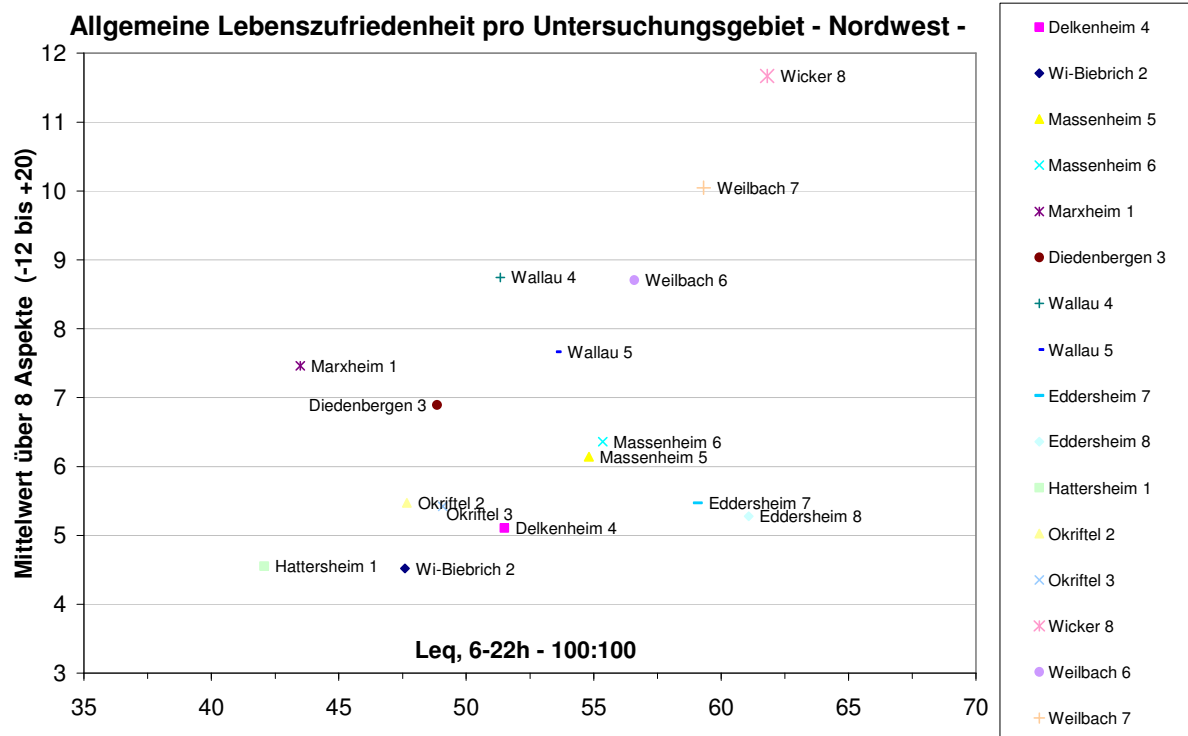


Abbildung 18-9: Allgemeine Lebenszufriedenheit Ortslage Nordwest und Pegel ($LA_{eq3, 06-22, 100/100}$ Regel)

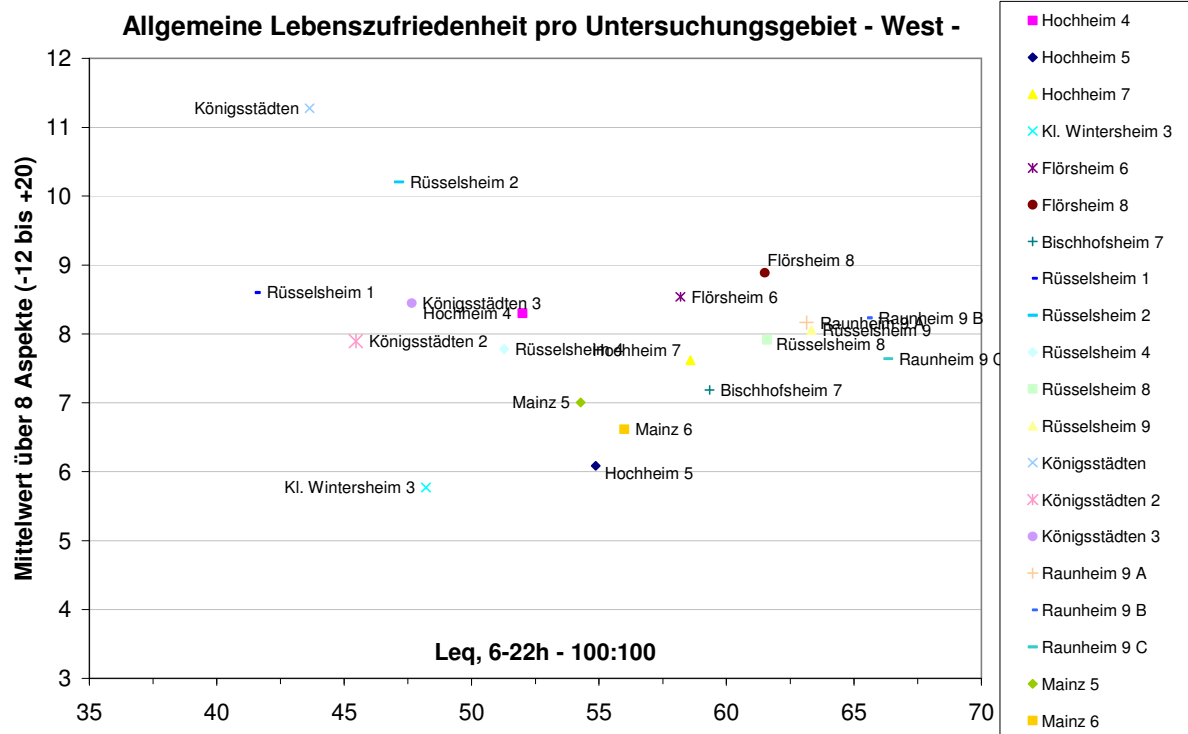


Abbildung 18-10: Allgemeine Lebenszufriedenheit Ortslage West und Pegel ($LA_{eq3, 06-22, 100/100}$ Regel)

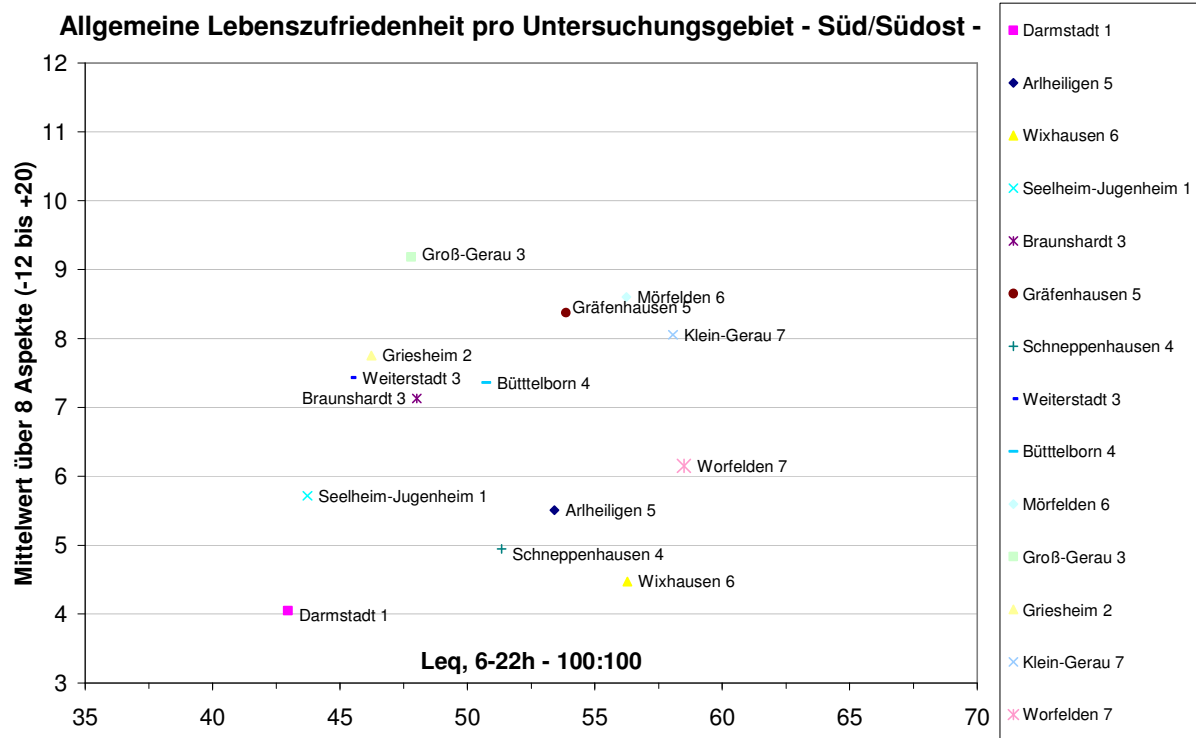


Abbildung 18-11: Allgemeine Lebenszufriedenheit Ortslage Süd/ Südost und Pegel ($LA_{eq3, 06-22, 100/100}$ Regel)

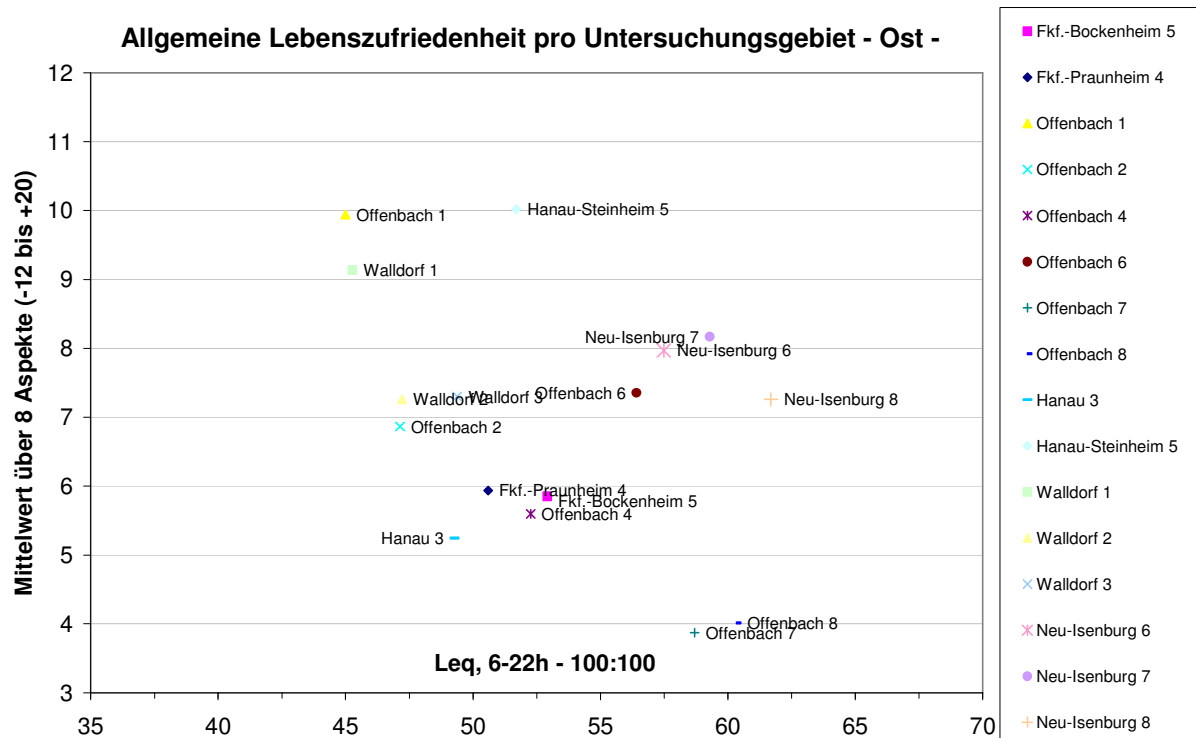


Abbildung 18-12: Allgemeine Lebenszufriedenheit Ortslage Ost und Pegel ($LA_{eq3, 06-22, 100/100}$ Regel)

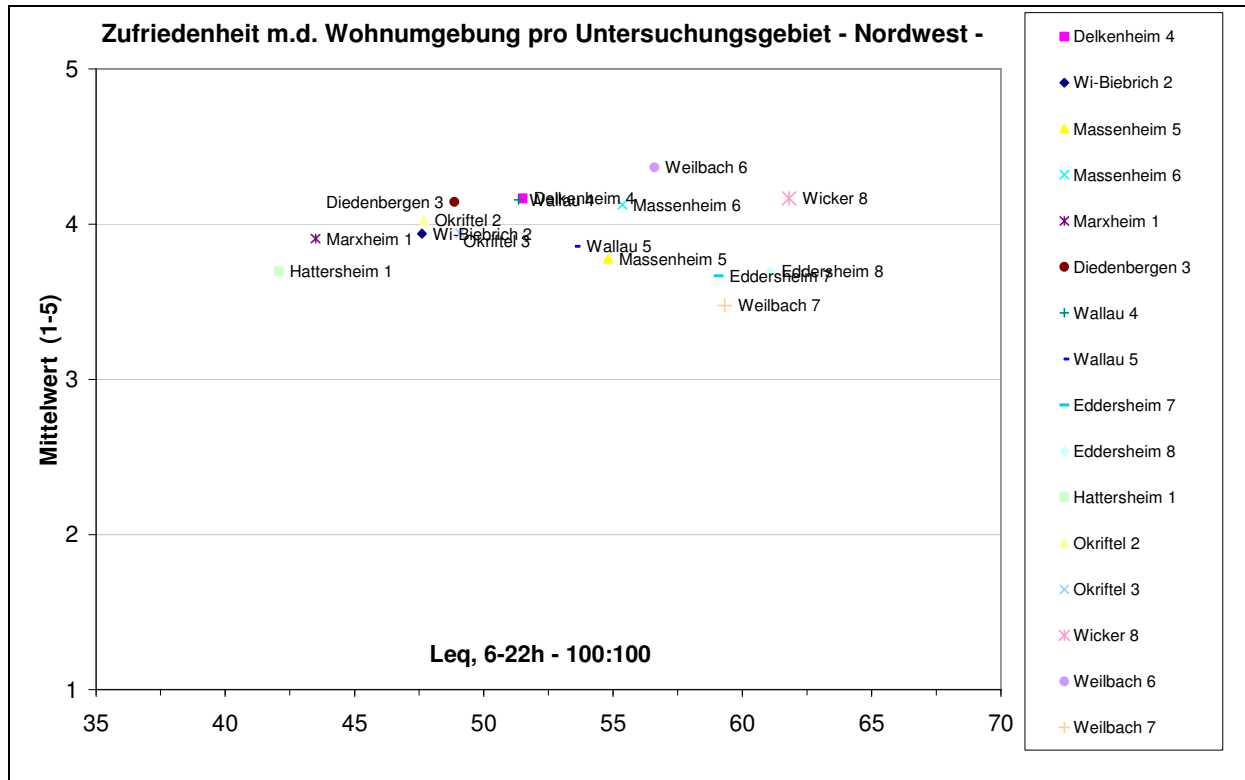


Abbildung 18-13: Allgemeine Zufriedenheit mit Wohngegend/ Wohnumgebung Ortslage Nordwest
($LA_{eq3, 06-22, 100/100}$ Regel)

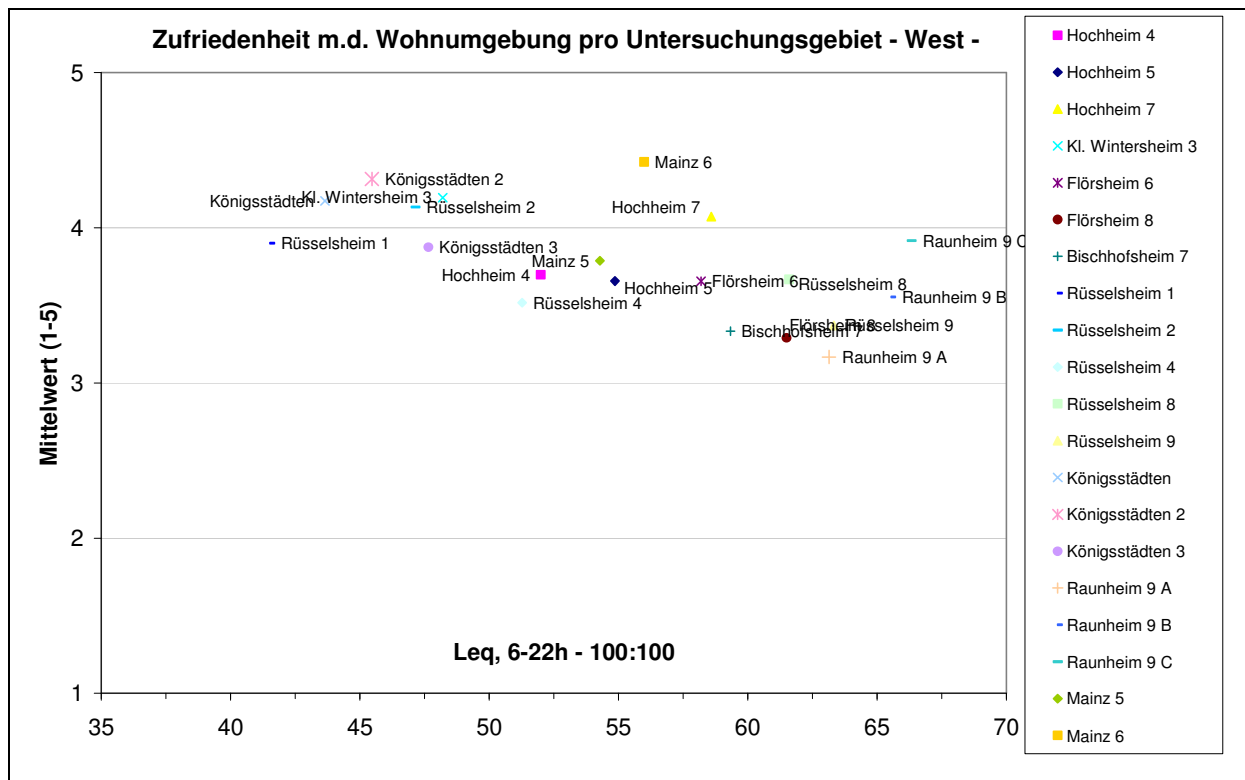


Abbildung 18-14: Allgemeine Zufriedenheit mit Wohngegend/ Wohnumgebung Ortslage West
($LA_{eq3, 06-22, 100/100}$ Regel)

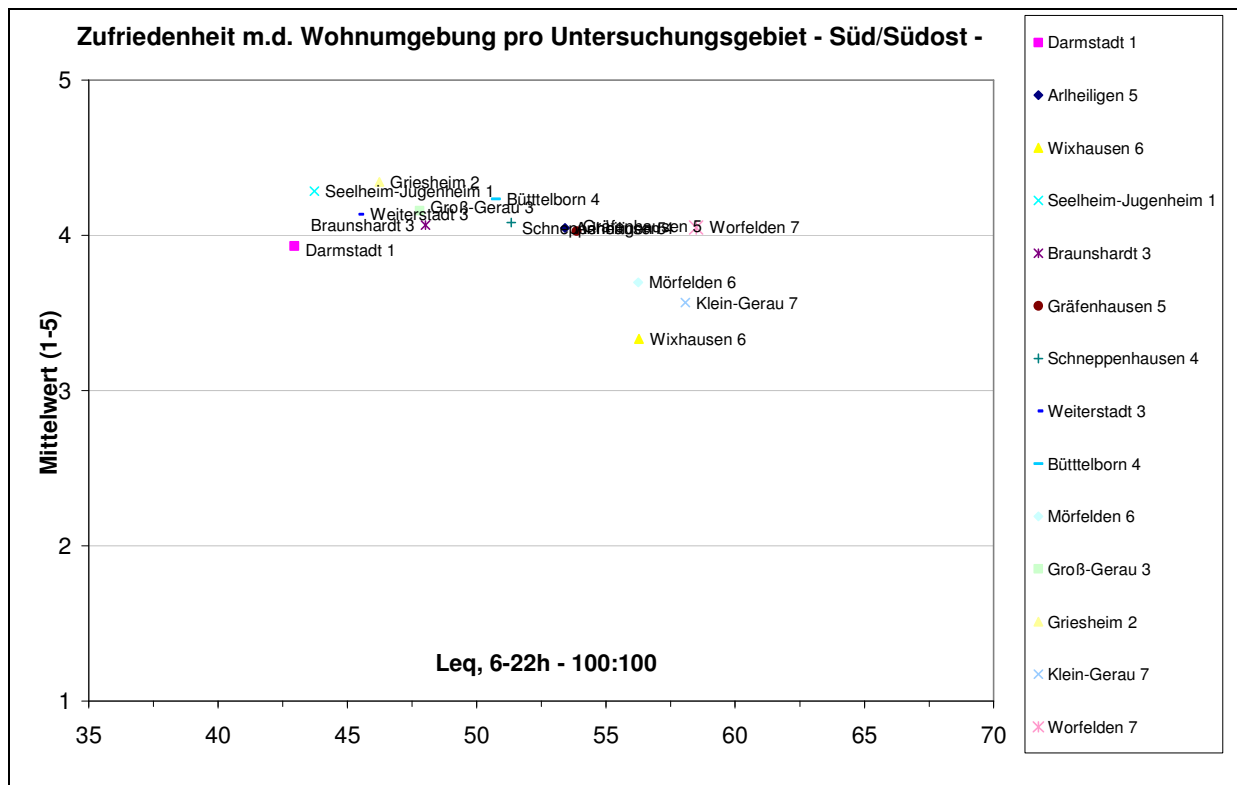


Abbildung 18-15: Allgemeine Zufriedenheit mit Wohngegend/ Wohnumgebung, Ortslage Süd/Südost ($LA_{eq3, 06-22, 100/100}$ Regel)

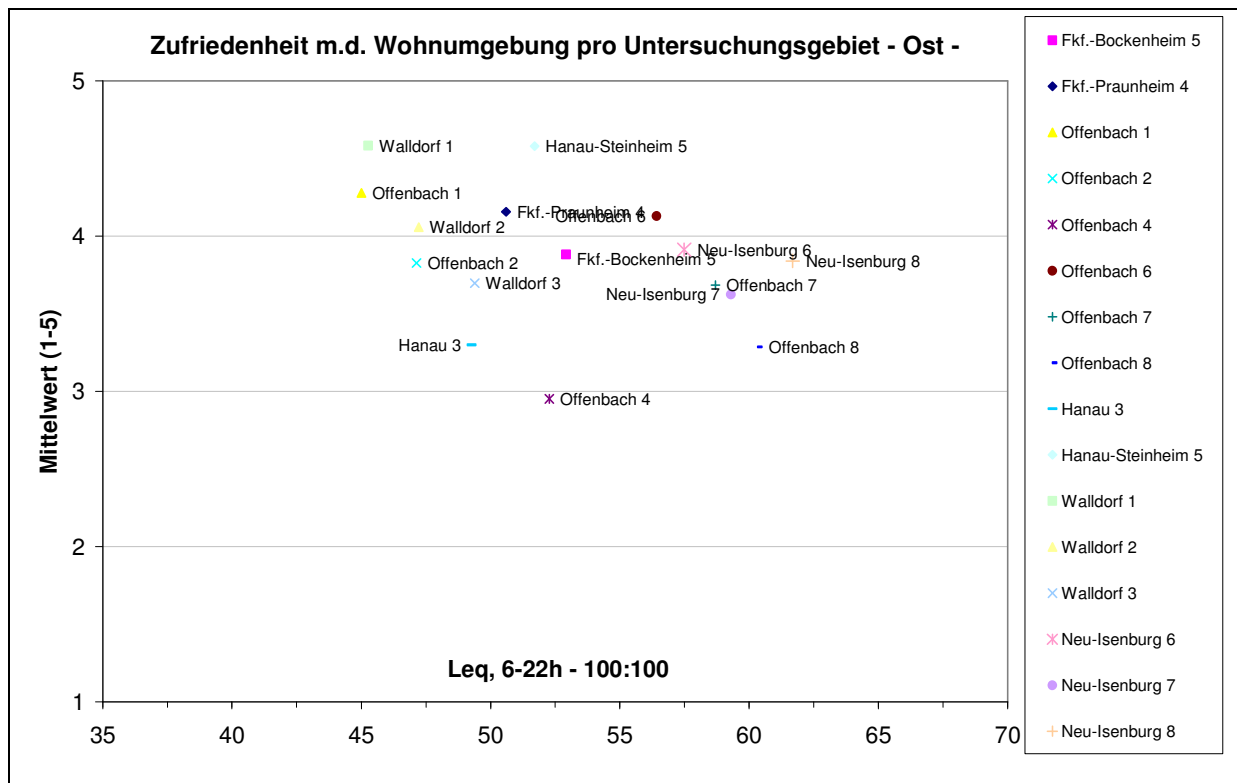


Abbildung 18-16: Allgemeine Zufriedenheit mit der Wohngegend/ Wohnumgebung, Ortslage Ost ($LA_{eq3, 06-22, 100/100}$ Regel)

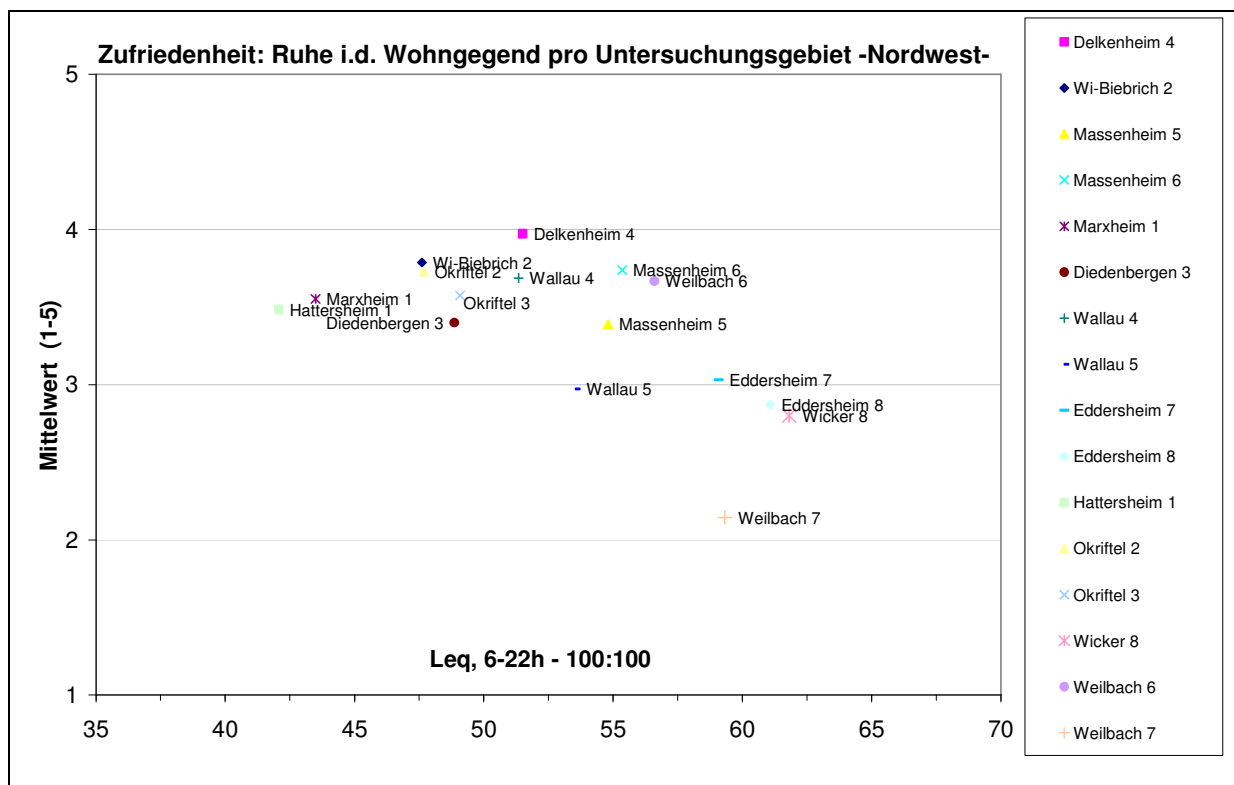


Abbildung 18-17: Zufriedenheit mit der Ruhe in der Wohngegend Ortslage Nordwest ($LA_{eq3, 06-22, 100/100}$ Regel)

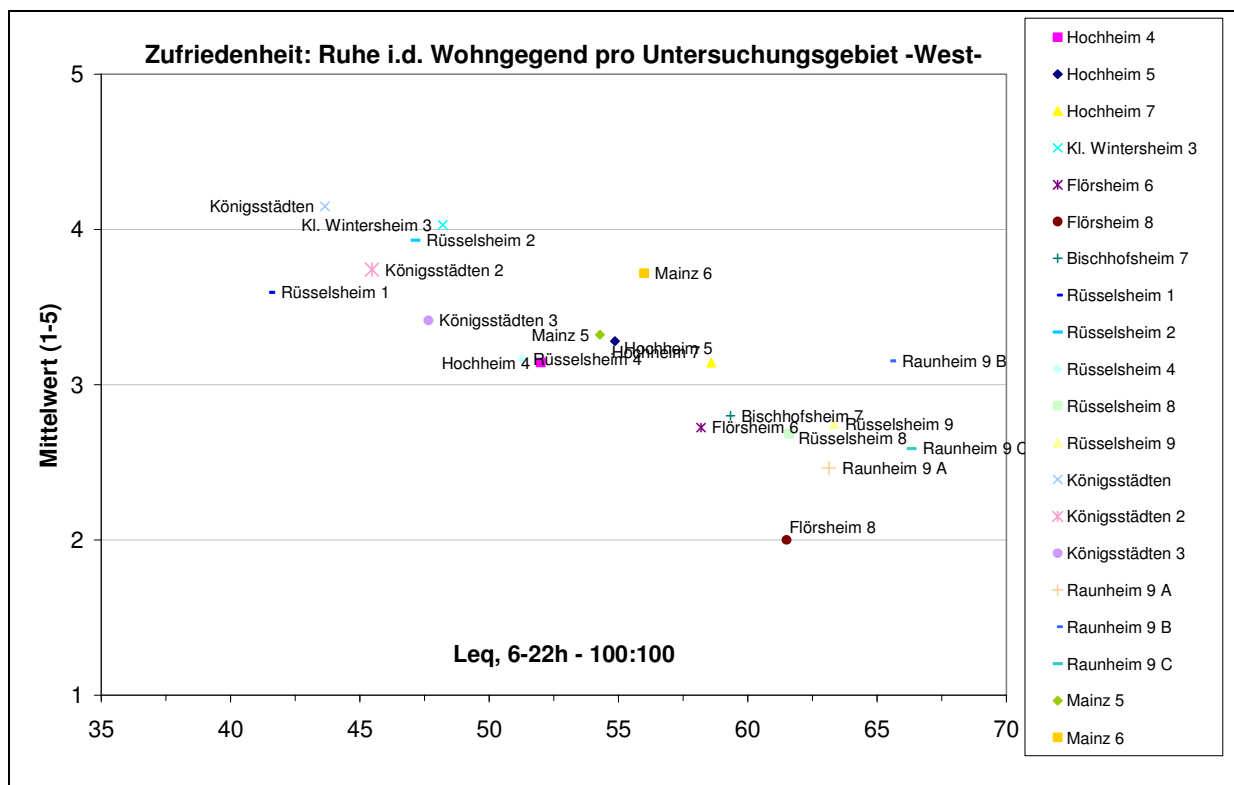


Abbildung 18-18: Zufriedenheit mit der Ruhe in der Wohngegend Ortslage West ($LA_{eq3, 06-22, 100/100}$ Regel)

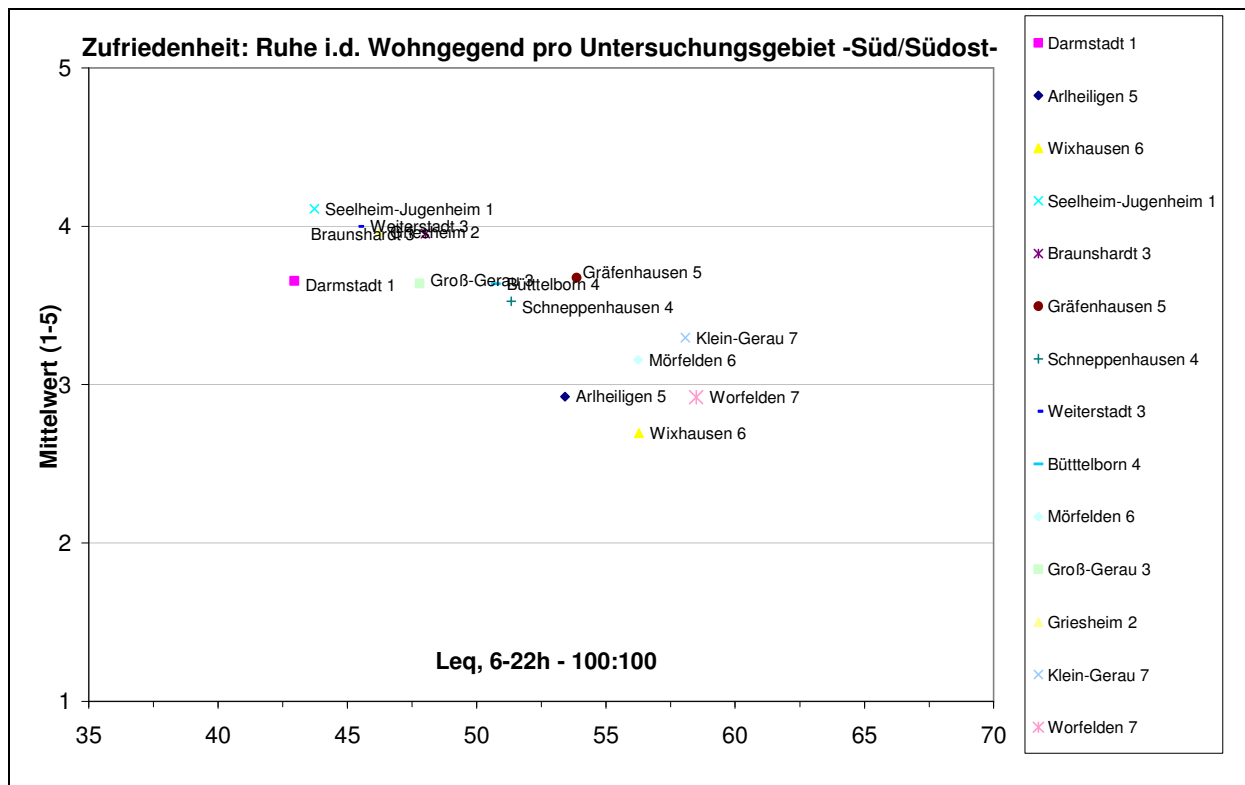


Abbildung 18-19: Zufriedenheit mit der Ruhe in der Wohngegend Ortslage Süd/Südost ($LA_{eq3, 06-22, 100/100}$ Regel)

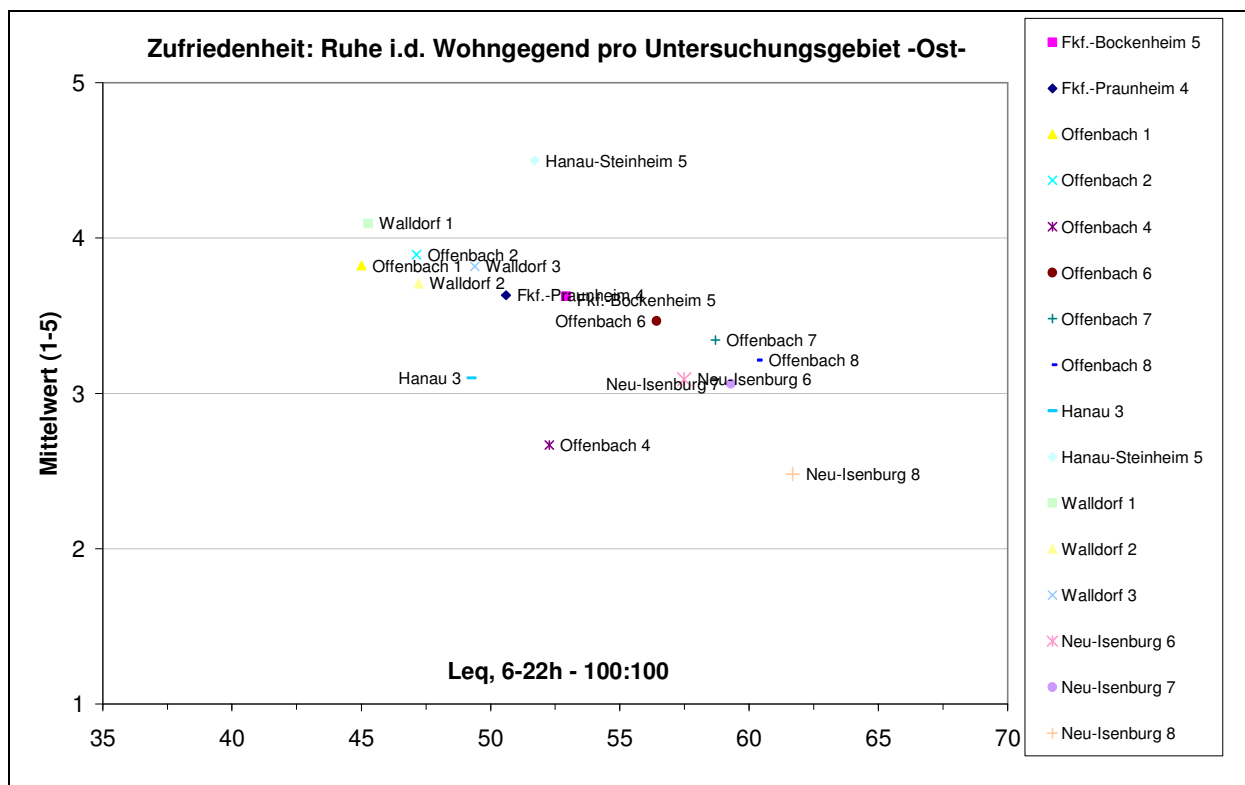


Abbildung 18-20: Zufriedenheit mit der Ruhe in der Wohngegend Ortslage Ost ($LA_{eq3, 06-22, 100/100}$ Regel)

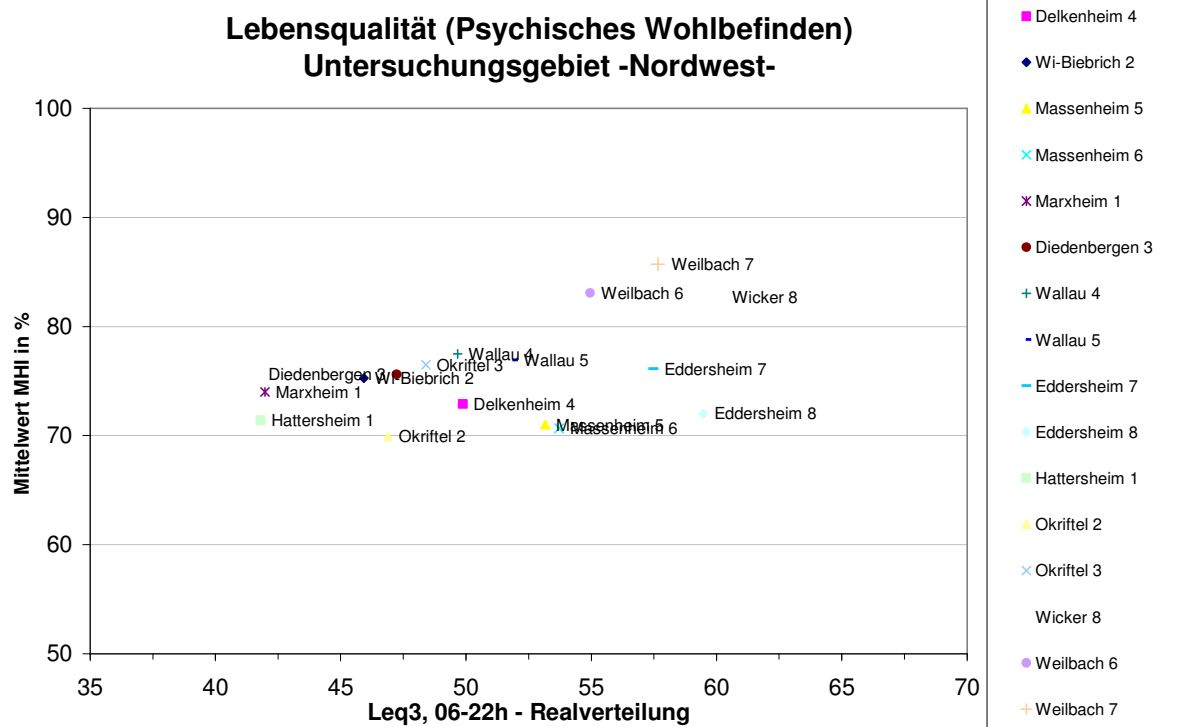


Abbildung 18-21: Lebensqualität Psychisches Wohlbefinden, Ortslage Nordwest und Pegel ($LA_{eq3, 06-22}$, Realverteilung)

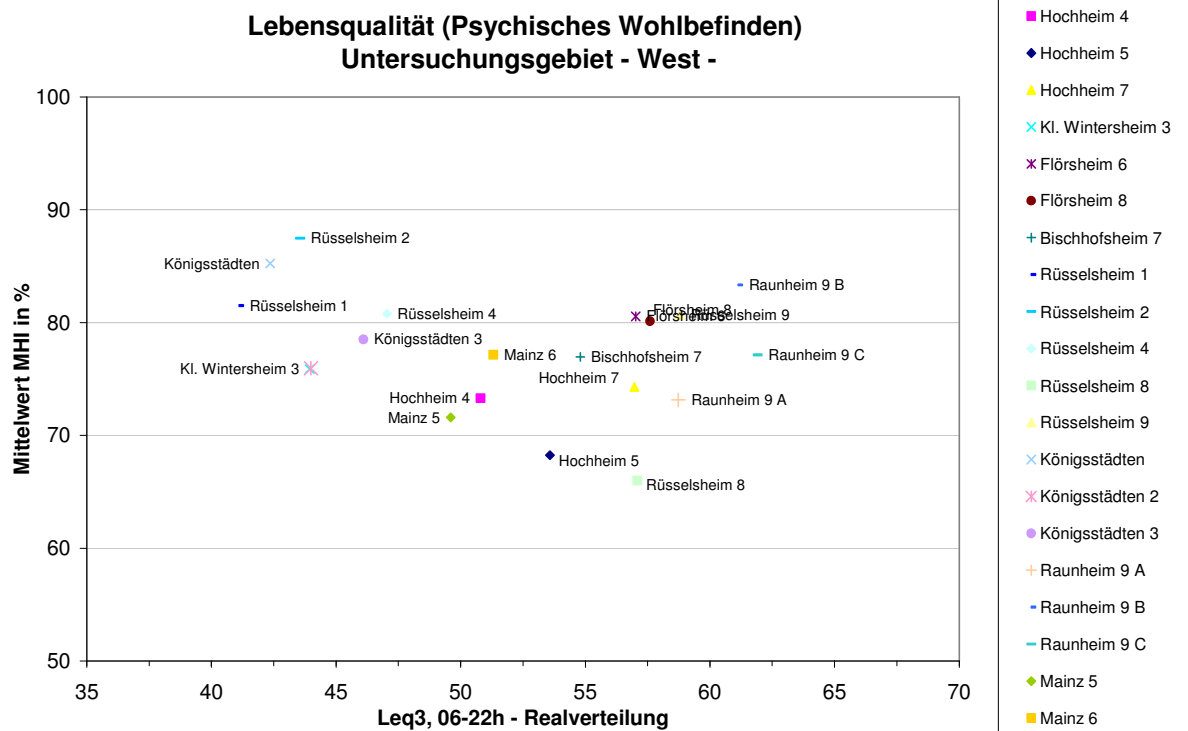


Abbildung 18-22: Lebensqualität Psychisches Wohlbefinden, Ortslage West und Pegel ($LA_{eq3, 06-22}$, Realverteilung)

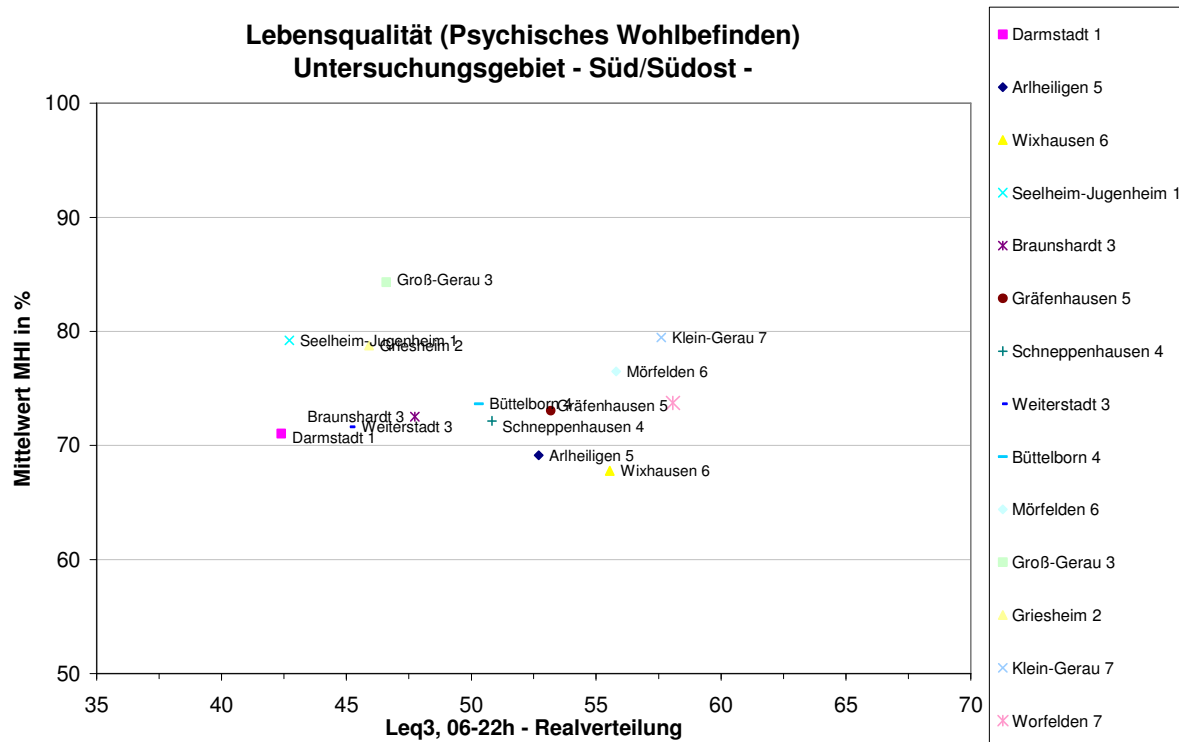


Abbildung 18-23: Lebensqualität Psychisches Wohlbefinden, Ortslage Süd/ Südost und Pegel
($LA_{eq3, 06-22}$, Realverteilung)

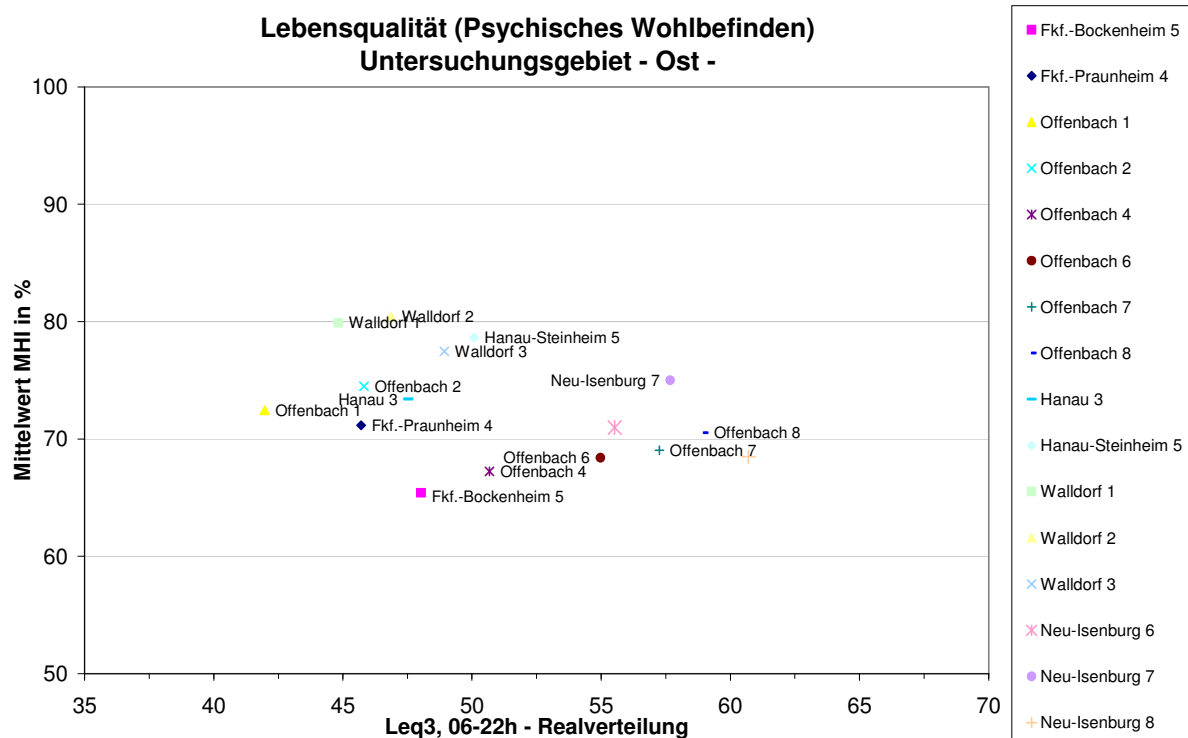


Abbildung 18-24: Lebensqualität Psychisches Wohlbefinden, Ortslage Ost und Pegel ($LA_{eq3, 06-22}$, Realverteilung)

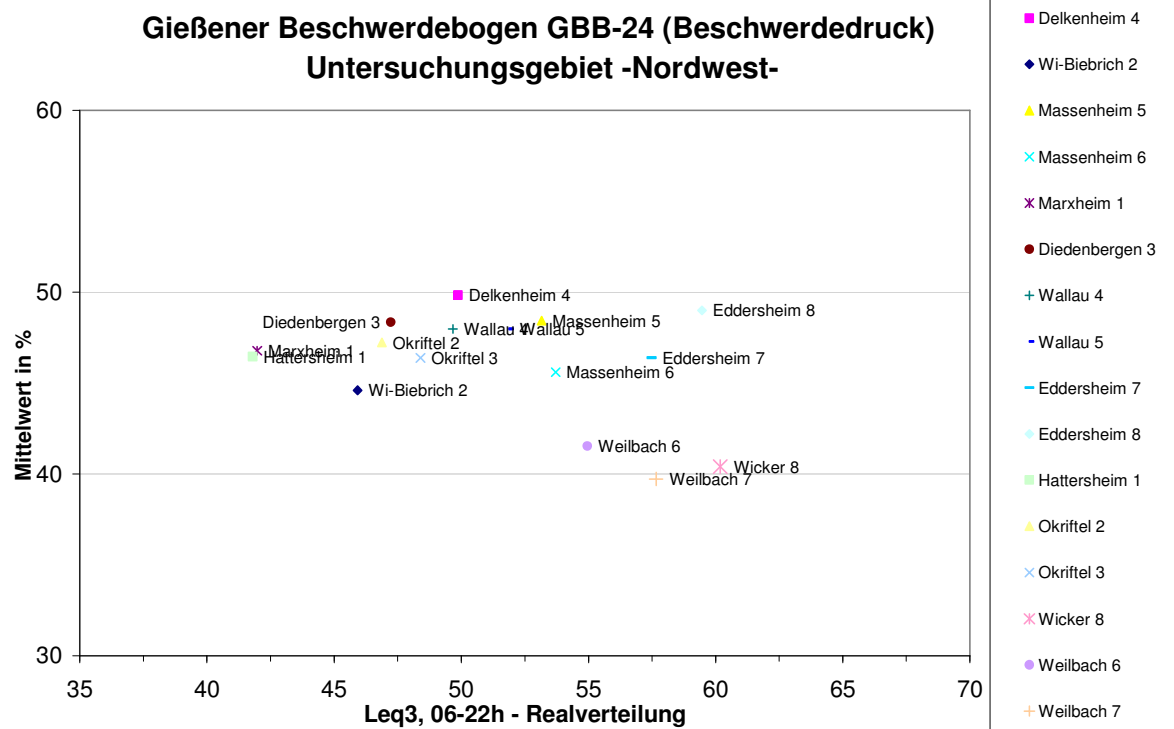


Abbildung 18-25: Beschwerdedruck (Norm=50%) Ortslage Nordwest und Pegel ($LA_{eq3, 06-22}$, Realverteilung)

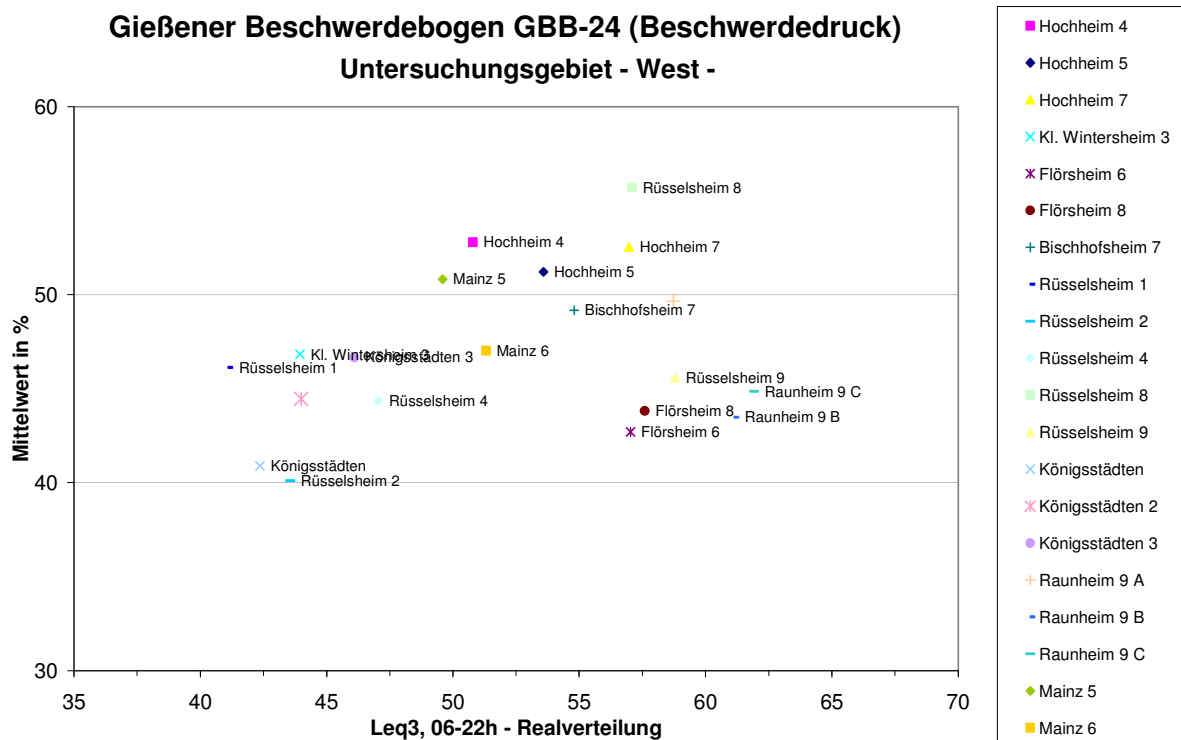


Abbildung 18-26: Beschwerdedruck (Norm=50%) Ortslage West und Pegel ($LA_{eq3, 06-22}$, Realverteilung)

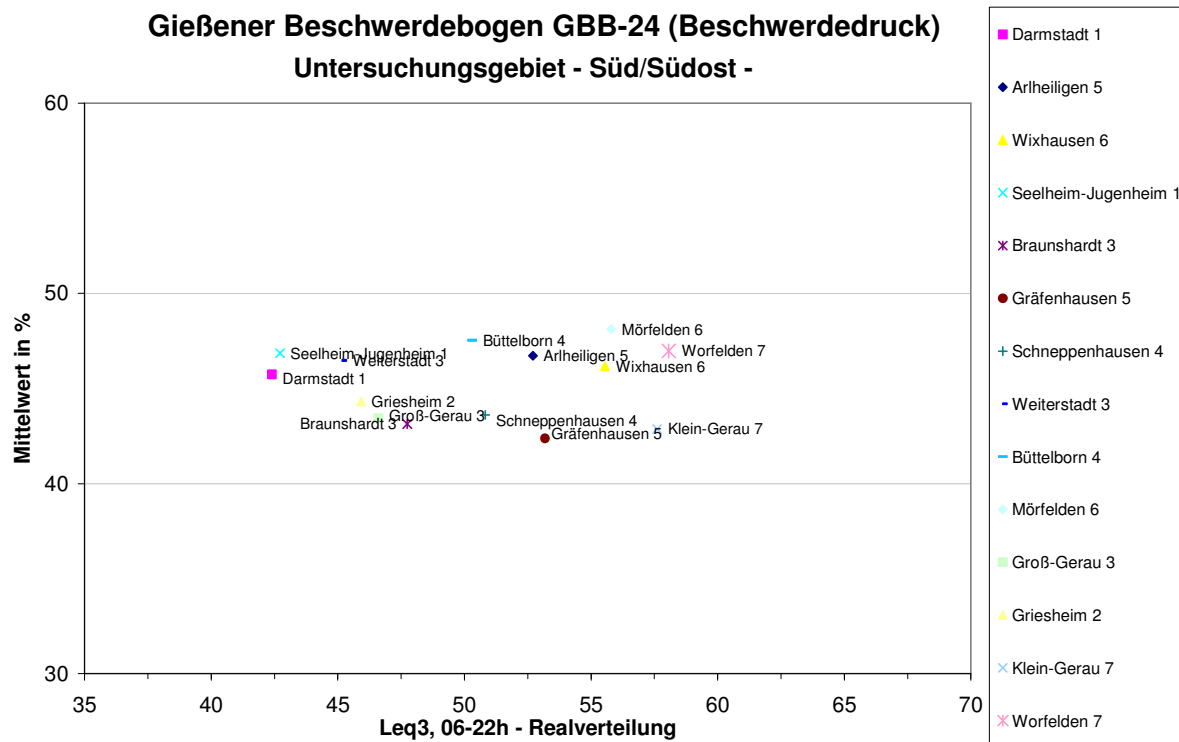


Abbildung 18-27: Beschwerdedruck (Norm=50%) Ortslage Süd/ Südost und Pegel ($LA_{eq3, 06-22}$, Realverteilung)

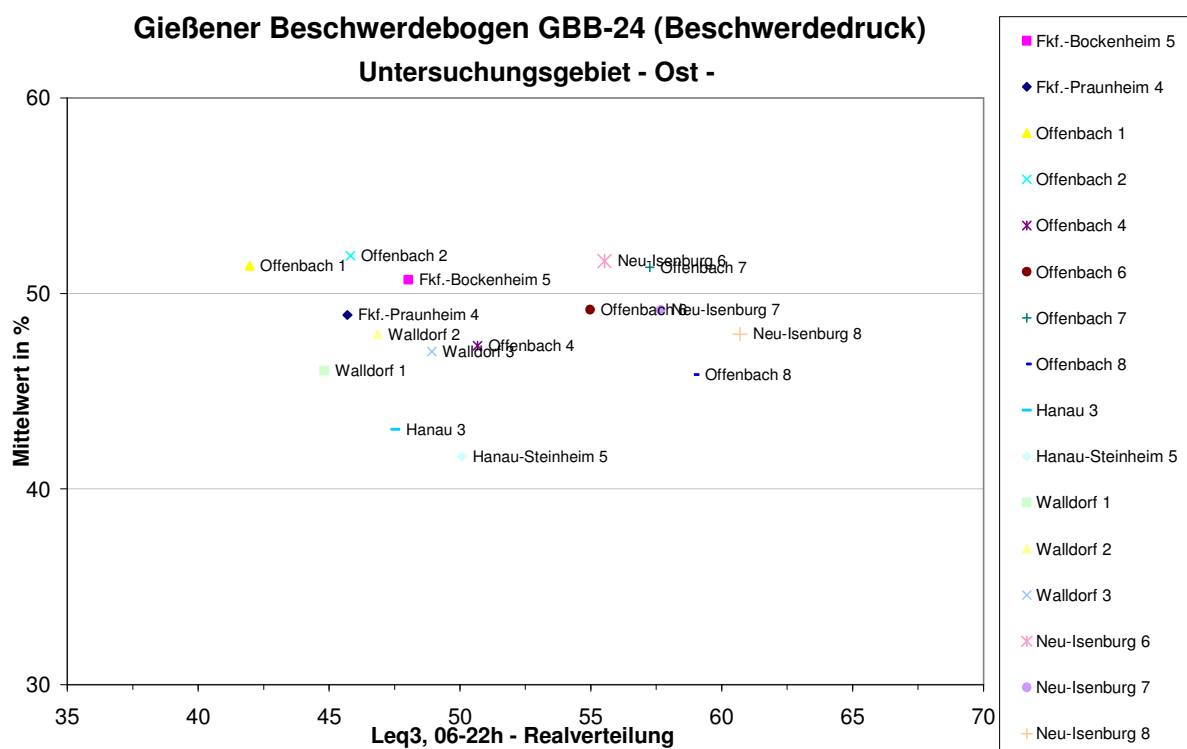


Abbildung 18-28: Beschwerdedruck (Norm=50%) Ortslage Ost und Pegel ($LA_{eq3, 06-22}$, Realverteilung)

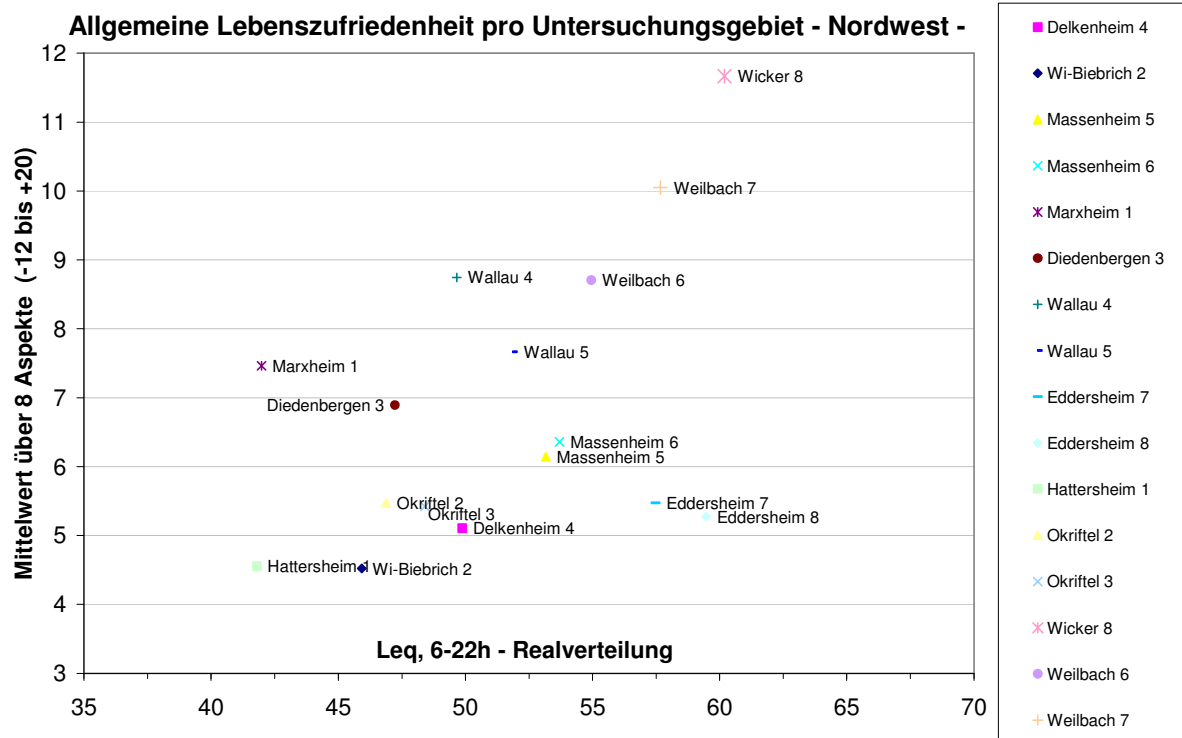


Abbildung 18-29: Allgemeine Lebenszufriedenheit Ortslage Northwest und Pegel ($LA_{eq3, 06-22}$, Realverteilung)

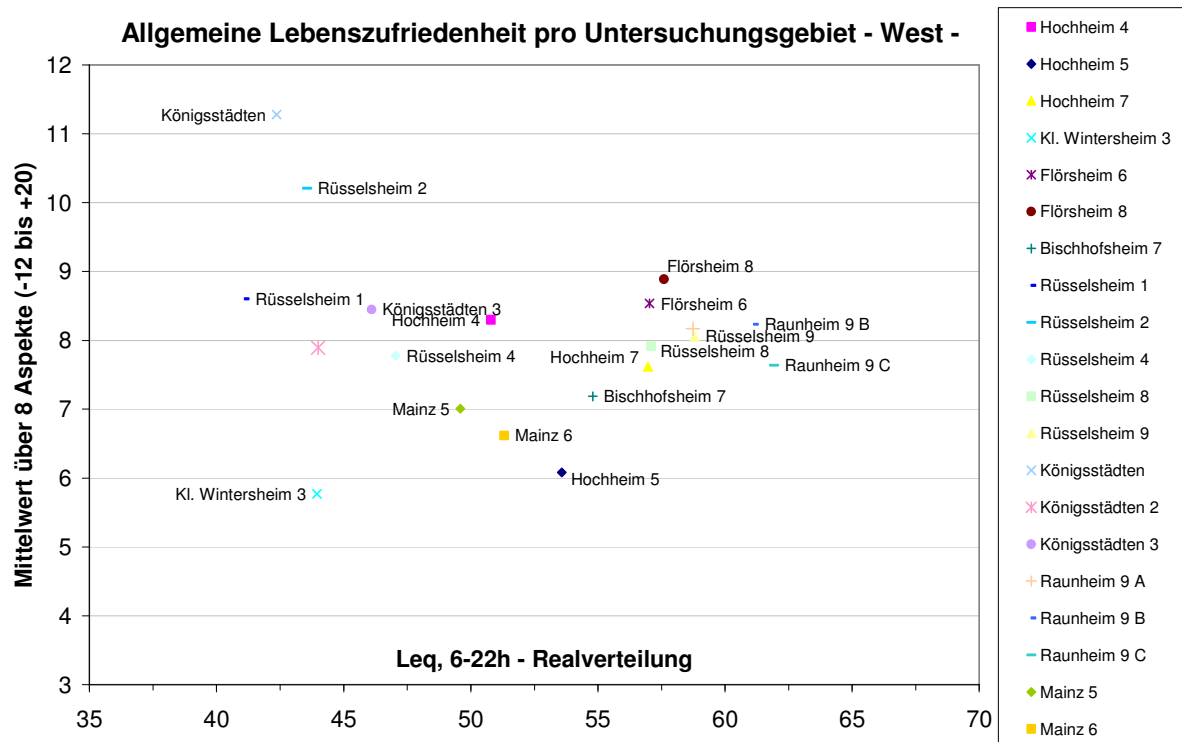


Abbildung 18-30: Allgemeine Lebenszufriedenheit Ortslage West und Pegel ($LA_{eq3, 06-22}$, Realverteilung)

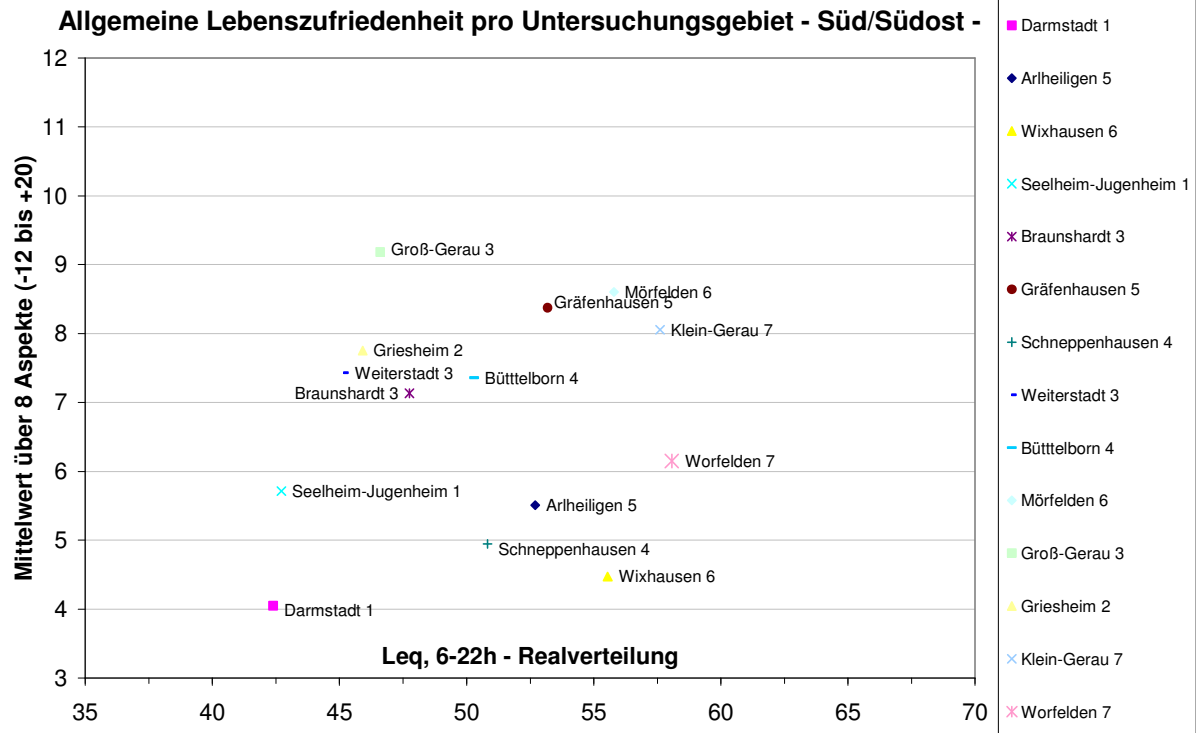


Abbildung 18-31: Allgemeine Lebenszufriedenheit Ortslage Süd/ Südost und Pegel ($LA_{eq3, 06-22}$, Realverteilung)

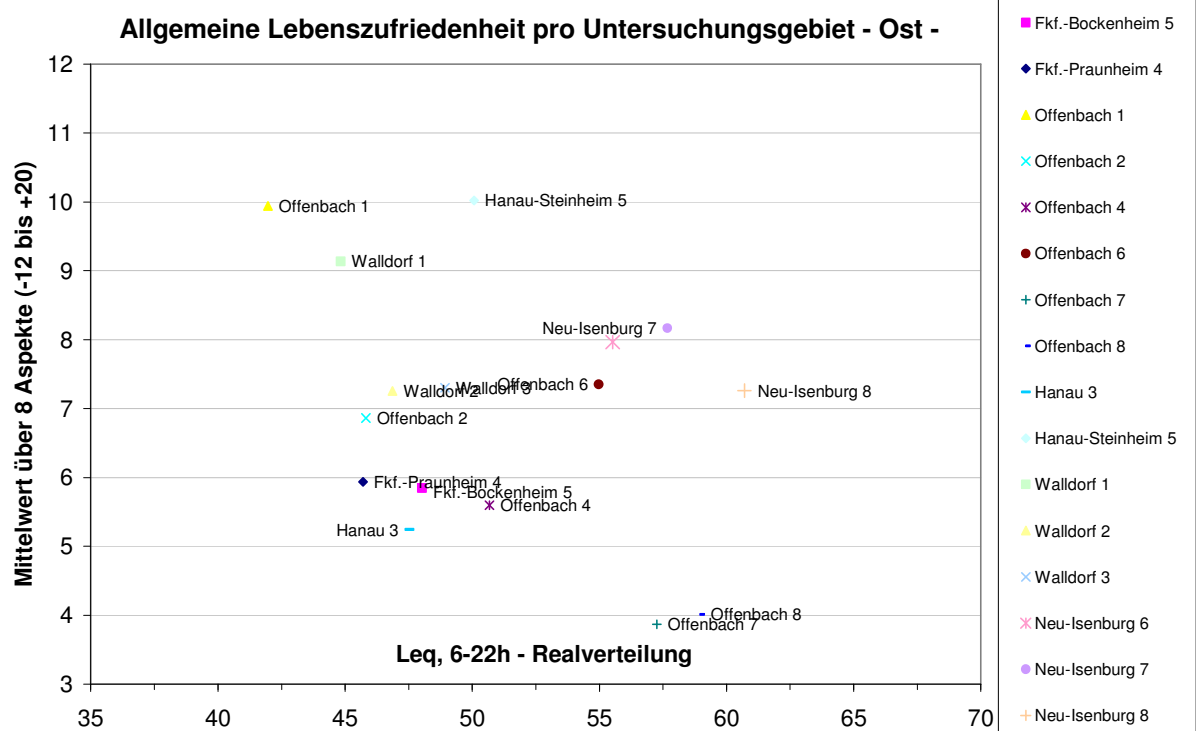


Abbildung 18-32: Allgemeine Lebenszufriedenheit Ortslage Ost und Pegel ($LA_{eq3, 06-22}$, Realverteilung)

Allgemeine Wohnzufriedenheit nach Ortslage (Realverteilung)

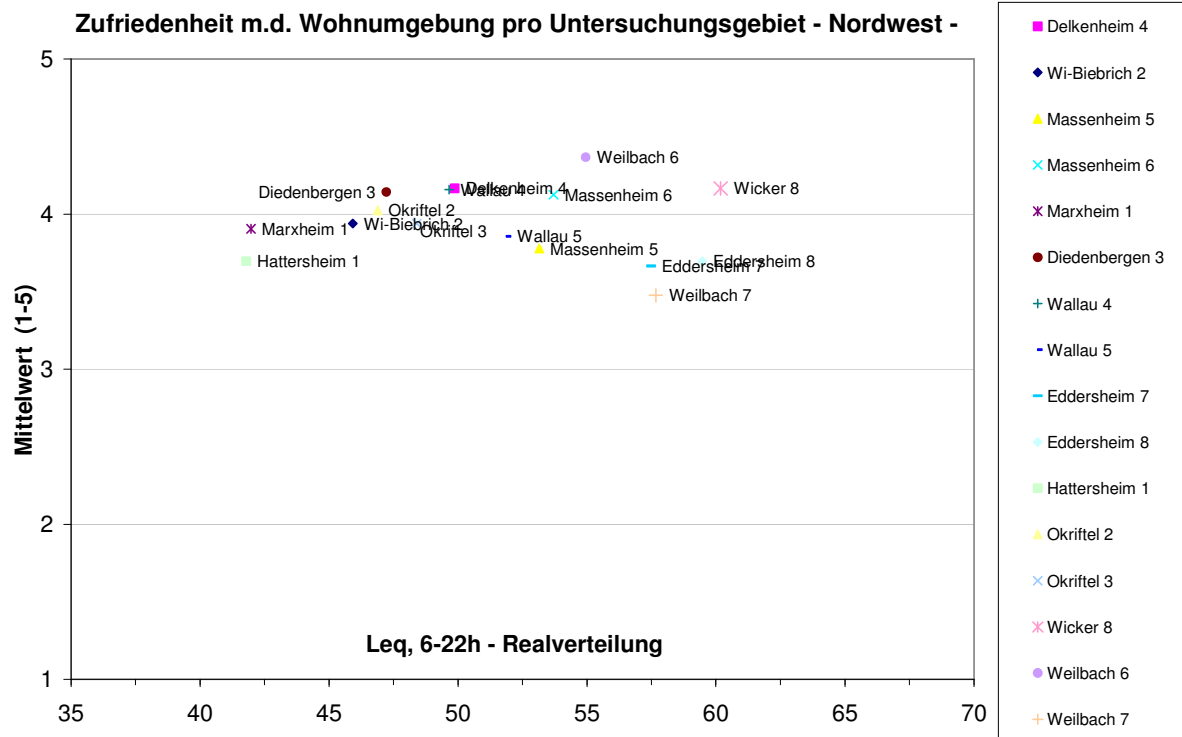


Abbildung 18-33: Allgemeine Zufriedenheit mit Wohngegend/ Wohnumgebung Ortslage Nordwest ($LA_{eq3, 06-22}$, Realverteilung)

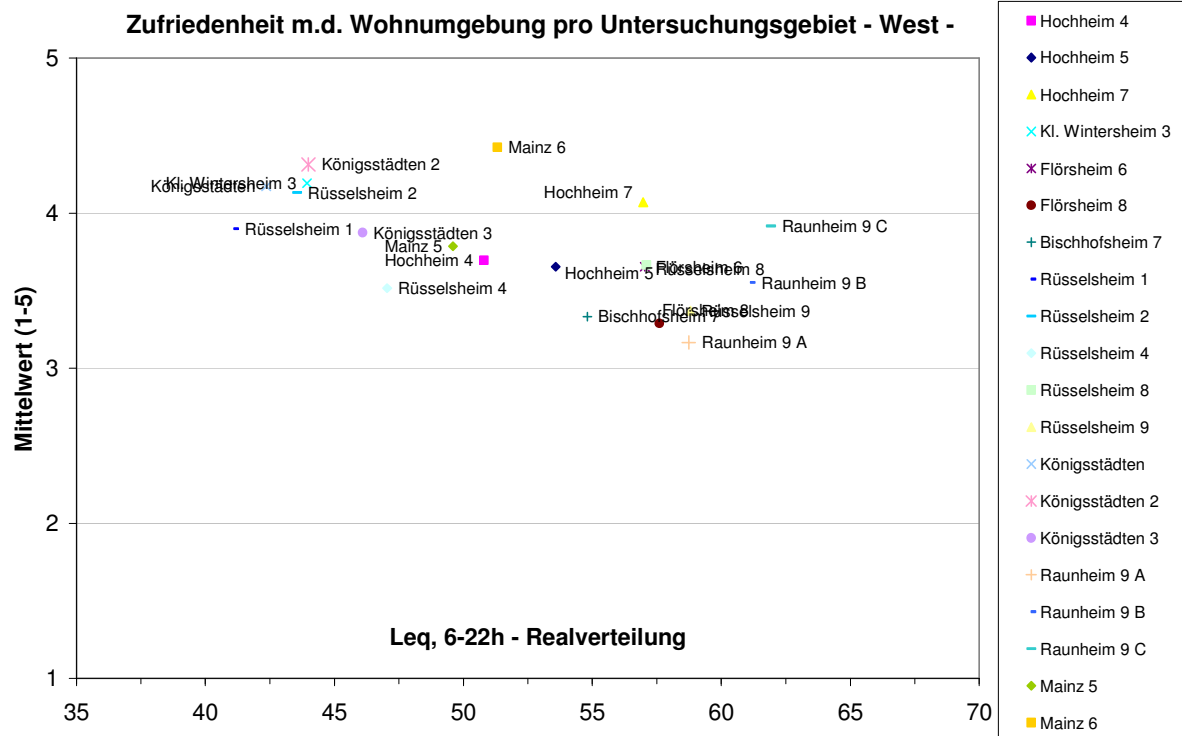


Abbildung 18-34: Allgemeine Zufriedenheit mit Wohngegend/ Wohnumgebung Ortslage West ($LA_{eq3, 06-22}$, Realverteilung)

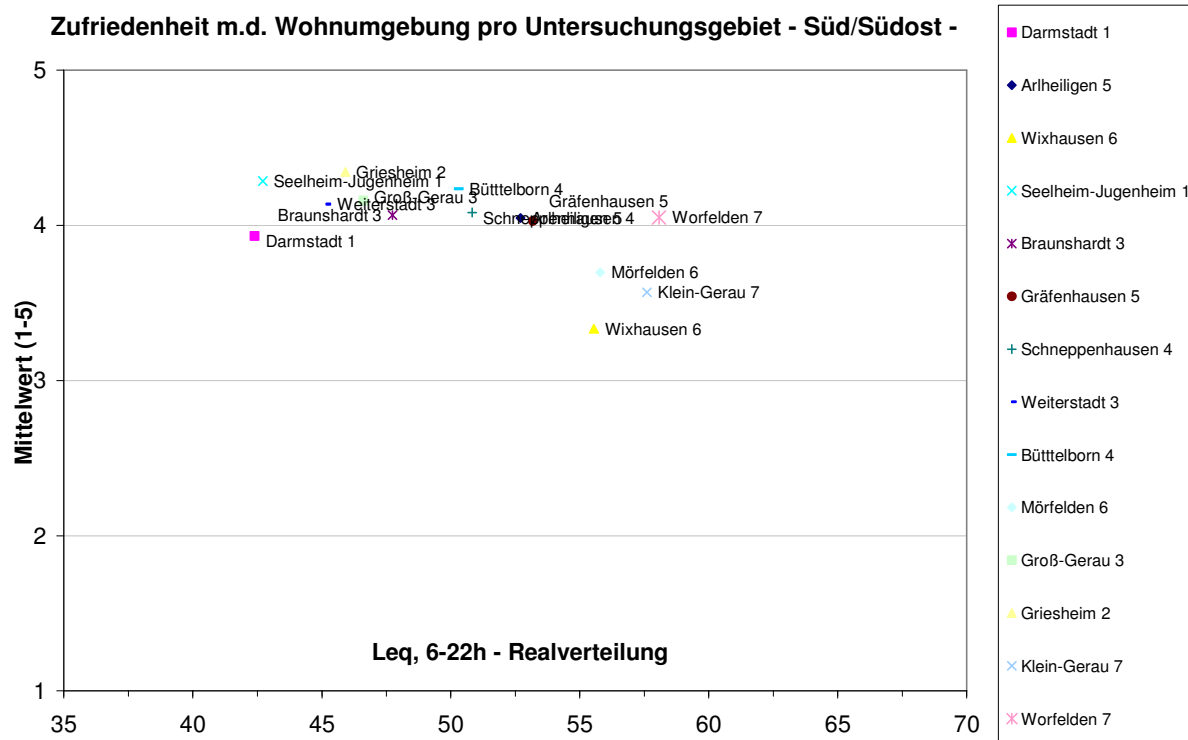


Abbildung 18-35: Allgemeine Zufriedenheit mit Wohngegend/ Wohnumgebung, Ortslage Süd/Südost ($LA_{eq3, 06-22}$, Realverteilung)

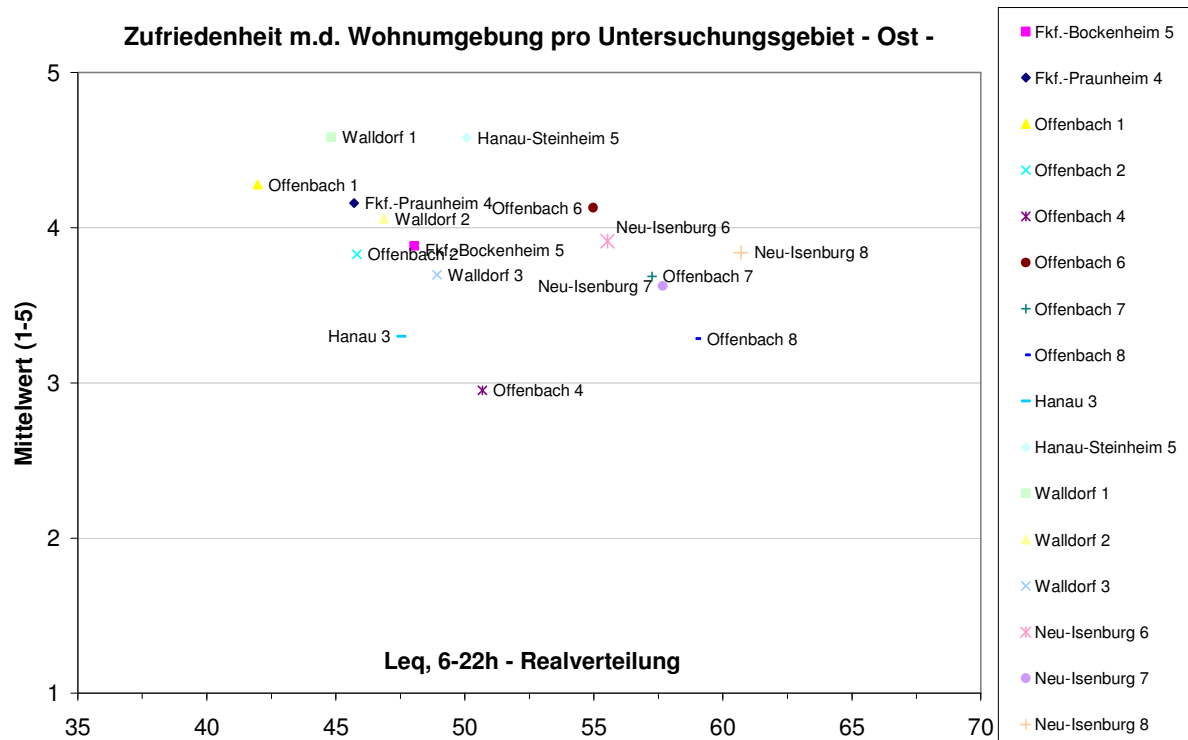


Abbildung 18-36: Allgemeine Zufriedenheit mit der Wohngegend/ Wohnumgebung, Ortslage Ost ($LA_{eq3, 06-22}$, Realverteilung)

„Ruhe in der Wohngegend“ nach Ortslage (Realverteilung)

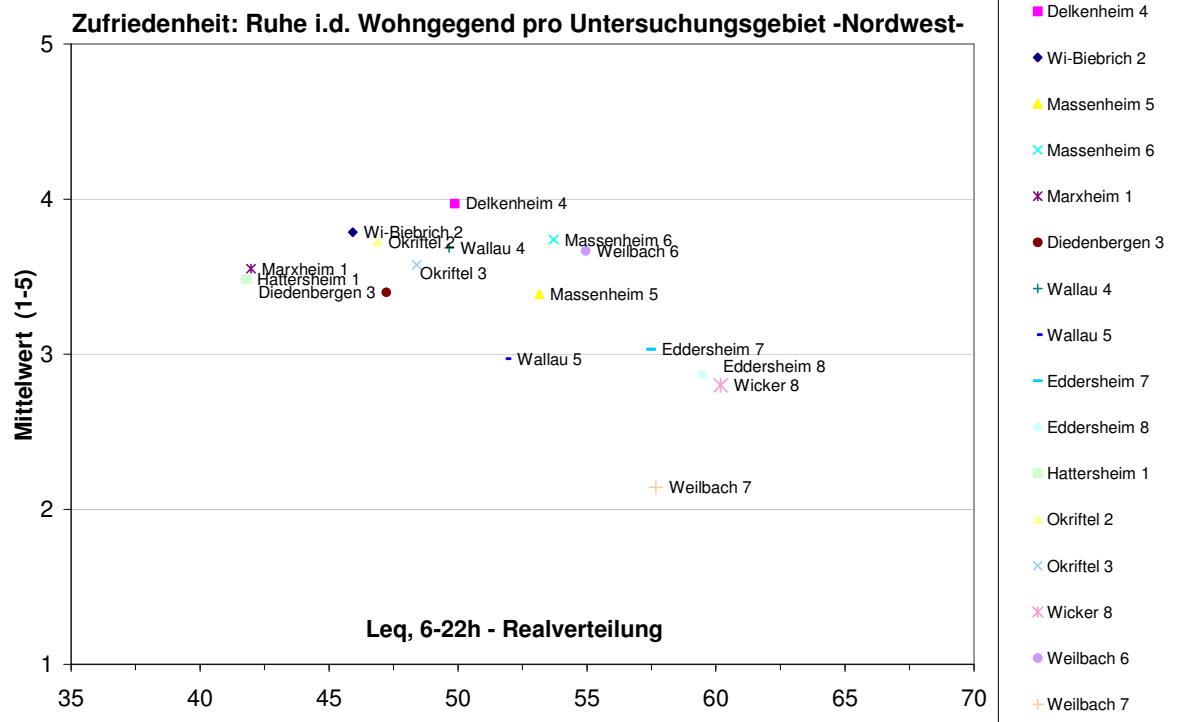


Abbildung 18-37: Zufriedenheit mit der Ruhe in der Wohngegend Ortslage Nordwest ($LA_{eq3, 06-22}$, Realverteilung)

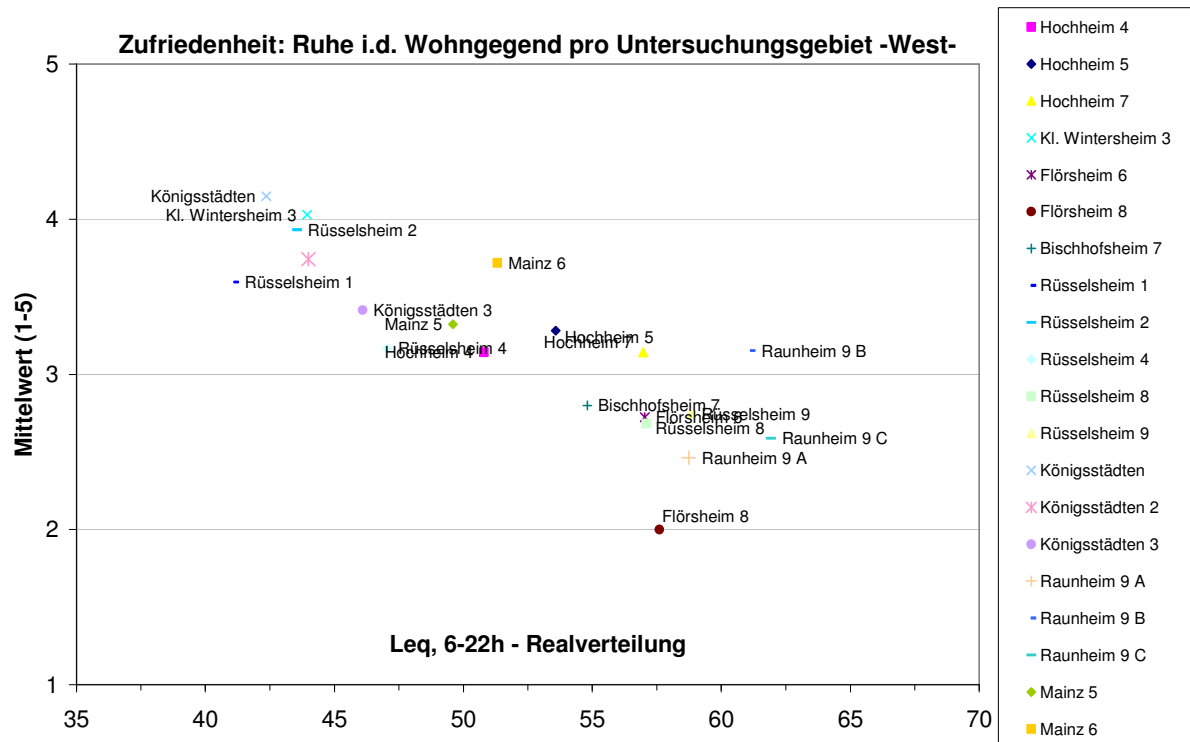


Abbildung 18-38: Zufriedenheit mit der Ruhe in der Wohngegend Ortslage West ($LA_{eq3, 06-22}$, Realverteilung)

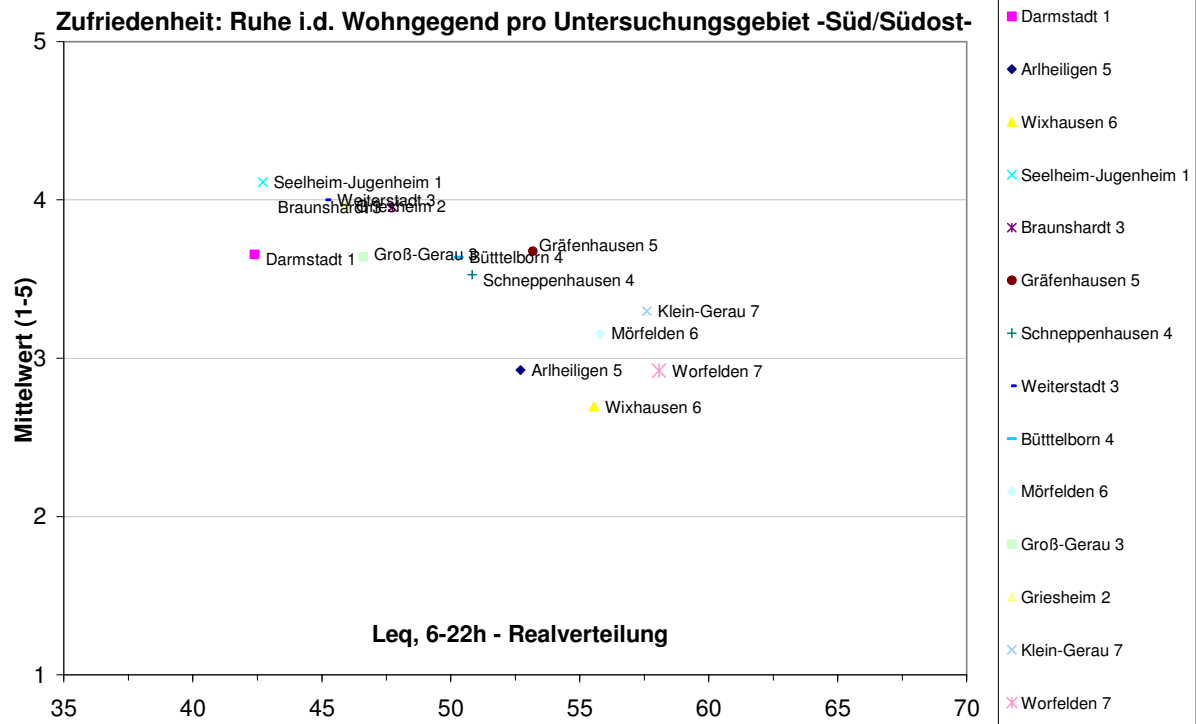


Abbildung 18-39: Zufriedenheit mit der Ruhe in der Wohngegend Ortslage Süd/Südost ($LA_{eq3, 06-22}$, Realverteilung)

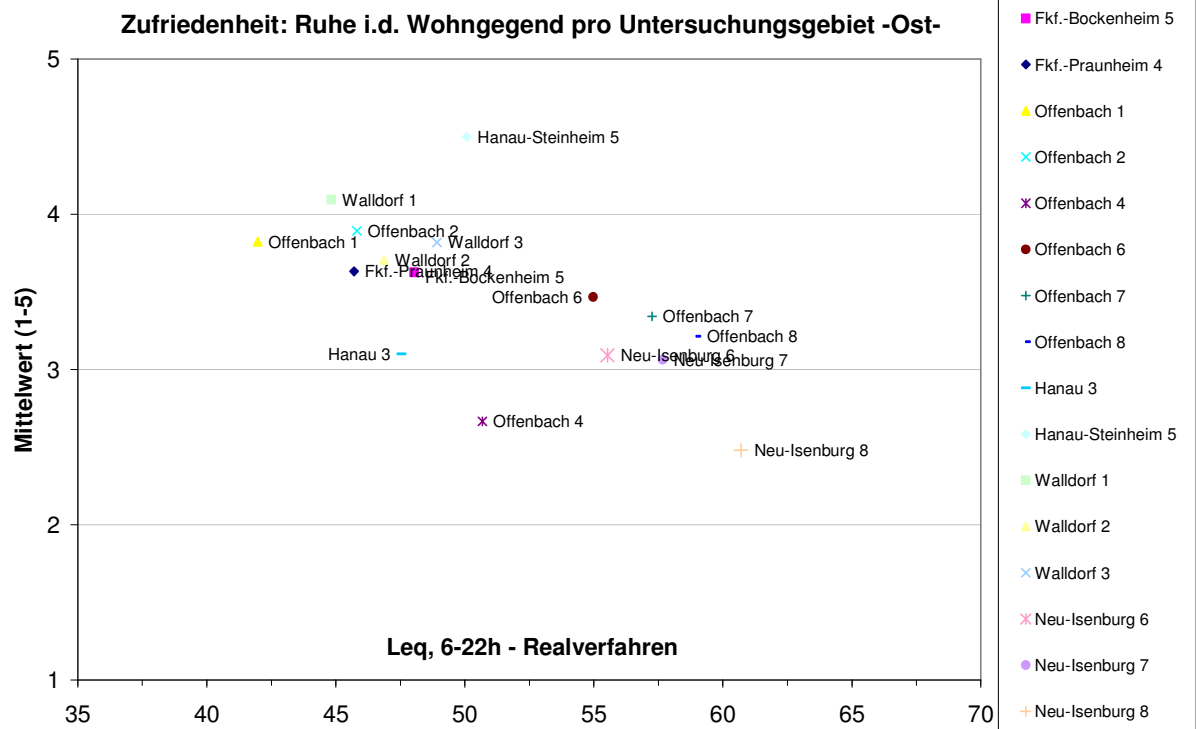


Abbildung 18-40: Zufriedenheit mit der Ruhe in der Wohngegend Ortslage Ost ($LA_{eq3, 06-22}$, Realverteilung)

18.2 Breitenerhebung: Lärmwirkungsstudien, die zum Vergleich der Flugbelastigungsdaten herangezogen wurden

Im Abschnitt 10.1 findet sich ein Vergleich der Fluglärmbelastigungsdaten mit den Ergebnissen anderer Lärmwirkungsstudien. Die Daten der Vergleichsstudien wurden der Untersuchung von van Kempen und van Kamp (2005) mit freundlicher Unterstützung der Autorinnen entnommen.

Die für den Vergleich verwendeten Studien sind in Tabelle 18-20 aufgelistet.

Tabelle 18-20: Auflistung von Studien die zum Vergleich der Dosis-Wirkungskurven für die Fluglärm-belästigung herangezogen wurden (vgl. Abschnitt 10.1)

Bezeichnung in Abbildung 10-1	Land	Flughafen / Land	Autoren	Untersuchungsjahr
Parijs, 1998	Frankreich	Paris Orly, Roissy Charle de Gaulle	Vincent, 2000	1998/99
Dusseldorf, 1995	Deutschland	Düsseldorf	Kastka, 1996	1995
Amsterdam, 2002	Niederlande	Amsterdam Schiphol	Breugelmans, 2005	2002
Frankfurt, 1998	Deutschland	Frankfurt Airport	Kastka, 1999	1998
Geneve/Zurich, 1991	Schweiz	Genf-Cointrin Zürich-Kloten	Oliva, 2000	1991
Maastricht, 2002	Niederlande	Maastricht Aachen	Van Dongen, 2002	2002
München, 2000	Deutschland	München FJ Strauß	Kastka, 2001	2000
Amsterdam, 1996	Niederlande	Amsterdam Schiphol	Franssen, 2004	1996/97
Eelde, 1998	Niederlande	Groningen Eelde	Van Dongen, 1999	1998
Zweden, 1993	Schweden	Landvetter, Säve, Everöd	Björkman 1992; Ry- lander, 1997	1988, 89, 93
London, 1996	Großbritannien	London Heathrow	Haines, 2001	1996
Birmingham, 1996	Großbritannien	Birmingham	Withfield, 2003	1996
generalised EU-curve	diverse	diverse	Miedema & Ouds- hoorn, 2001 Metaanalyse v. Daten aus 19 Studien	1965-1992 Ø Alter der Studien in 2006: 14 J
Frankfurt, 2005 (RDF-Studie)	Deutschland	Frankfurt Airport	vorliegende RDF- Belästigungsstudie	2005

Quelle: van Kempen & van Kamp, 2005, ergänzt durch Angaben zur RDF-Belästigungsstudie und EU-Kurve v. Verf.

18.3 Anhang zur Vertiefungsstudie

18.3.1 Beziehung zwischen verschiedenen akustischen Fluglärmmaßen und der Belästigung pro Tagesstunde

Tabelle 18-21: Produkt-Moment-Korrelation zwischen verschiedenen akustischen Fluglärmmaßen pro Stunde und der Stundenbelästigung

Tageszeit (h)			Stundenbelästigung Fluglärm	Tageszeit (h)			Stundenbelästigung Fluglärm
7-8	Leq3, 1h	Korrelation nach Pearson	,435(**)	10-11		Signifikanz (2-seitig)	,000
		Signifikanz (2-seitig)	,000			N	452
		N	408		Anzahl Überflüge	Korrelation nach Pearson	,387(**)
	Anzahl Überflüge	Korrelation nach Pearson	,482(**)			Signifikanz (2-seitig)	,000
		Signifikanz (2-seitig)	,000			N	419
	L_f1	Korrelation nach Pearson	,291(**)		L_f1	Korrelation nach Pearson	,323(**)
		Signifikanz (2-seitig)	,000			Signifikanz (2-seitig)	,000
		N	310			N	343
	L1e	Korrelation nach Pearson	,260(**)		L1e	Korrelation nach Pearson	,320(**)
		Signifikanz (2-seitig)	,000			Signifikanz (2-seitig)	,000
		N	345			N	400
	Lmax70	Korrelation nach Pearson	,211(**)		Lmax70	Korrelation nach Pearson	,308(**)
		Signifikanz (2-seitig)	,001			Signifikanz (2-seitig)	,000
		N	243			N	281
	Lmax55	Korrelation nach Pearson	,256(**)		Lmax55	Korrelation nach Pearson	,311(**)
		Signifikanz (2-seitig)	,000			Signifikanz (2-seitig)	,000
		N	345			N	400
	NAT70	Korrelation nach Pearson	,292(**)		NAT70	Korrelation nach Pearson	,283(**)
		Signifikanz (2-seitig)	,000			Signifikanz (2-seitig)	,000
		N	408			N	452
8-9	Leq3, 1h	Korrelation nach Pearson	,466(**)	11-12	Leq3, 1h	Korrelation nach Pearson	,426(**)
		Signifikanz (2-seitig)	,000			Signifikanz (2-seitig)	,000
		N	467			N	406
	Anzahl Überflüge	Korrelation nach Pearson	,506(**)		Anzahl Überflüge	Korrelation nach Pearson	,438(**)
		Signifikanz (2-seitig)	,000			Signifikanz (2-seitig)	,000
		N	425			N	371
	L_f1	Korrelation nach Pearson	,314(**)		L_f1	Korrelation nach Pearson	,370(**)
		Signifikanz (2-seitig)	,000			Signifikanz (2-seitig)	,000
		N	369			N	339
	L1e	Korrelation nach Pearson	,289(**)		L1e	Korrelation nach Pearson	,342(**)
		Signifikanz (2-seitig)	,000			Signifikanz (2-seitig)	,000
		N	424			N	368
	Lmax70	Korrelation nach Pearson	,231(**)		Lmax70	Korrelation nach Pearson	,243(**)
		Signifikanz (2-seitig)	,000			Signifikanz (2-seitig)	,000
		N	333			N	290
	Lmax55	Korrelation nach Pearson	,292(**)		Lmax55	Korrelation nach Pearson	,345(**)
		Signifikanz (2-seitig)	,000			Signifikanz (2-seitig)	,000
		N	424			N	368
	NAT70	Korrelation nach Pearson	,302(**)		NAT70	Korrelation nach Pearson	,362(**)
		Signifikanz (2-seitig)	,000			Signifikanz (2-seitig)	,000
		N	467			N	406
9-10	Leq3, 1h	Korrelation nach Pearson	,448(**)		Leq3, 1h	Korrelation nach Pearson	,426(**)
						Signifikanz (2-seitig)	,000

Tageszeit (h)			Stundenbelästi- gung Fluglärm	Tageszeit (h)			Stundenbelästi- gung Fluglärm
12-13	Anzahl Überflüge	N	411	14-15	Lmax55	Signifikanz (2-seitig)	,000
		Korrelation nach Pearson	,424(**)			N	314
		Signifikanz (2-seitig)	,000			Korrelation nach Pearson	,345(**)
	L_f1	N	378		NAT70	Signifikanz (2-seitig)	,000
		Korrelation nach Pearson	,317(**)			N	396
		Signifikanz (2-seitig)	,000			Korrelation nach Pearson	,304(**)
	L1e	N	323		Leq3, 1h	Signifikanz (2-seitig)	,000
		Korrelation nach Pearson	,299(**)			N	437
		Signifikanz (2-seitig)	,000			Korrelation nach Pearson	,387(**)
	Lmax70	N	366		Anzahl Überflüge	Signifikanz (2-seitig)	,000
		Korrelation nach Pearson	,169(**)			N	434
		Signifikanz (2-seitig)	,005			Korrelation nach Pearson	,336(**)
	Lmax55	N	272		L_f1	Signifikanz (2-seitig)	,000
		Korrelation nach Pearson	,303(**)			N	406
		Signifikanz (2-seitig)	,000	Korrelation nach Pearson		,280(**)	
	NAT70	N	366	L1e	Signifikanz (2-seitig)	,000	
		Korrelation nach Pearson	,268(**)		N	387	
		Signifikanz (2-seitig)	,000		Korrelation nach Pearson	,258(**)	
	Leq3, 1h	N	411	Lmax70	Signifikanz (2-seitig)	,000	
		Korrelation nach Pearson	,428(**)		N	401	
		Signifikanz (2-seitig)	,000		Korrelation nach Pearson	,196(**)	
	Anzahl Überflüge	N	427	Lmax55	Signifikanz (2-seitig)	,000	
		Korrelation nach Pearson	,392(**)		N	333	
		Signifikanz (2-seitig)	,000		Korrelation nach Pearson	,254(**)	
	L_f1	N	391	NAT70	Signifikanz (2-seitig)	,000	
		Korrelation nach Pearson	,351(**)		N	401	
		Signifikanz (2-seitig)	,000		Korrelation nach Pearson	,267(**)	
	L1e	N	348	15-16	Leq3, 1h	Signifikanz (2-seitig)	,000
		Korrelation nach Pearson	,323(**)			N	434
		Signifikanz (2-seitig)	,000			Korrelation nach Pearson	,425(**)
	Lmax70	N	388	Anzahl Überflüge	Signifikanz (2-seitig)	,000	
		Korrelation nach Pearson	,318(**)		N	410	
		Signifikanz (2-seitig)	,000		Korrelation nach Pearson	,327(**)	
	Lmax55	N	310	L_f1	Signifikanz (2-seitig)	,000	
		Korrelation nach Pearson	,328(**)		N	389	
		Signifikanz (2-seitig)	,000		Korrelation nach Pearson	,311(**)	
	NAT70	N	388	L1e	Signifikanz (2-seitig)	,000	
		Korrelation nach Pearson	,252(**)		N	339	
Signifikanz (2-seitig)		,000	Korrelation nach Pearson		,278(**)		
Leq3, 1h	N	427	Lmax70	Signifikanz (2-seitig)	,000		
	Korrelation nach Pearson	,370(**)		N	376		
	Signifikanz (2-seitig)	,000		Korrelation nach Pearson	,280(**)		
Anzahl Überflüge	N	437	Lmax55	Signifikanz (2-seitig)	,000		
	Korrelation nach Pearson	,343(**)		N	308		
	Signifikanz (2-seitig)	,000		Korrelation nach Pearson	,281(**)		
L_f1	N	413	NAT70	Signifikanz (2-seitig)	,000		
	Korrelation nach Pearson	,351(**)		N	376		
	Signifikanz (2-seitig)	,000		Korrelation nach Pearson	,189(**)		
L1e	N	376	16-17	Leq3, 1h	Signifikanz (2-seitig)	,000	
	Korrelation nach Pearson	,336(**)			N	410	
	Signifikanz (2-seitig)	,000			Korrelation nach Pearson	,398(**)	
Lmax70	N	396			Signifikanz (2-seitig)	,000	
	Korrelation nach Pearson	,264(**)			N	427	

Tageszeit (h)			Stundenbelästigung Fluglärm	Tageszeit (h)			Stundenbelästigung Fluglärm
17-18	Anzahl Überflüge	Korrelation nach Pearson	,371(**)	19-20	Lmax55	seitig) N	321
		Signifikanz (2-seitig)	,000			Korrelation nach Pearson	,230(**)
		N	399			Signifikanz (2-seitig)	,000
	L_f1	Korrelation nach Pearson	,294(**)		NAT70	N	422
		Signifikanz (2-seitig)	,000			Korrelation nach Pearson	,247(**)
		N	353			Signifikanz (2-seitig)	,000
	L1e	Korrelation nach Pearson	,303(**)		Leq3, 1h	N	462
		Signifikanz (2-seitig)	,000			Korrelation nach Pearson	,359(**)
		N	398			Signifikanz (2-seitig)	,000
	Lmax70	Korrelation nach Pearson	,284(**)		Anzahl Überflüge	N	505
		Signifikanz (2-seitig)	,000			Korrelation nach Pearson	,346(**)
		N	302			Signifikanz (2-seitig)	,000
	Lmax55	Korrelation nach Pearson	,292(**)		L_f1	N	481
		Signifikanz (2-seitig)	,000			Korrelation nach Pearson	,271(**)
		N	398			Signifikanz (2-seitig)	,000
	NAT70	Korrelation nach Pearson	,275(**)		L1e	N	415
		Signifikanz (2-seitig)	,000			Korrelation nach Pearson	,241(**)
		N	427			Signifikanz (2-seitig)	,000
	Leq3, 1h	Korrelation nach Pearson	,364(**)		Lmax70	N	460
		Signifikanz (2-seitig)	,000			Korrelation nach Pearson	,153(**)
		N	443			Signifikanz (2-seitig)	,004
	Anzahl Überflüge	Korrelation nach Pearson	,368(**)		Lmax55	N	363
		Signifikanz (2-seitig)	,000			Korrelation nach Pearson	,248(**)
		N	420			Signifikanz (2-seitig)	,000
	L_f1	Korrelation nach Pearson	,237(**)		NAT70	N	460
		Signifikanz (2-seitig)	,000			Korrelation nach Pearson	,289(**)
		N	358			Signifikanz (2-seitig)	,000
	L1e	Korrelation nach Pearson	,235(**)		Leq3, 1h	N	505
		Signifikanz (2-seitig)	,000			Korrelation nach Pearson	,434(**)
		N	406			Signifikanz (2-seitig)	,000
	Lmax70	Korrelation nach Pearson	,135(*)		Anzahl Überflüge	N	541
		Signifikanz (2-seitig)	,017			Korrelation nach Pearson	,378(**)
		N	314			Signifikanz (2-seitig)	,000
	Lmax55	Korrelation nach Pearson	,244(**)		L_f1	N	495
		Signifikanz (2-seitig)	,000			Korrelation nach Pearson	,273(**)
		N	406			Signifikanz (2-seitig)	,000
NAT70	Korrelation nach Pearson	,317(**)	L1e	N	426		
	Signifikanz (2-seitig)	,000		Korrelation nach Pearson	,307(**)		
	N	443		Signifikanz (2-seitig)	,000		
Leq3, 1h	Korrelation nach Pearson	,342(**)	Lmax70	N	493		
	Signifikanz (2-seitig)	,000		Korrelation nach Pearson	,168(**)		
	N	462		Signifikanz (2-seitig)	,001		
Anzahl Überflüge	Korrelation nach Pearson	,309(**)	Lmax55	N	378		
	Signifikanz (2-seitig)	,000		Korrelation nach Pearson	,305(**)		
	N	428		Signifikanz (2-seitig)	,000		
L_f1	Korrelation nach Pearson	,234(**)	NAT70	N	493		
	Signifikanz (2-seitig)	,000		Korrelation nach Pearson	,277(**)		
	N	376		Signifikanz (2-seitig)	,000		
L1e	Korrelation nach Pearson	,235(**)	Leq3, 1h	N	541		
	Signifikanz (2-seitig)	,000		Korrelation nach Pearson	,346(**)		
	N	422		Signifikanz (2-seitig)	,000		
Lmax70	Korrelation nach Pearson	,243(**)	Anzahl Überflüge	N	558		
	Signifikanz (2-seitig)	,000		Korrelation nach	,383(**)		

Tageszeit (h)			Stundenbelästigung Fluglärm	Tageszeit (h)			Stundenbelästigung Fluglärm
22-23	L_f1	Pearson		Anzahl Überflüge	seitig)		
		Signifikanz (2-seitig)	,000		N	497	
		N	518		Korrelation nach Pearson	,388(**)	
	L1e	Korrelation nach Pearson	,183(**)	L_f1	Signifikanz (2-seitig)	,000	
		Signifikanz (2-seitig)	,000		N	447	
		N	433		Korrelation nach Pearson	,298(**)	
	Lmax70	Korrelation nach Pearson	,205(**)	L1e	Signifikanz (2-seitig)	,000	
		Signifikanz (2-seitig)	,000		N	377	
		N	506		Korrelation nach Pearson	,349(**)	
	Lmax55	Korrelation nach Pearson	,065	Lmax70	Signifikanz (2-seitig)	,000	
		Signifikanz (2-seitig)	,217		N	450	
		N	367		Korrelation nach Pearson	,229(**)	
22-23	NAT70	Korrelation nach Pearson	,194(**)	Lmax55	Signifikanz (2-seitig)	,000	
		Signifikanz (2-seitig)	,000		N	311	
		N	506	NAT70	Korrelation nach Pearson	,338(**)	
	Leq3, 1h	Korrelation nach Pearson	,201(**)		Signifikanz (2-seitig)	,000	
		Signifikanz (2-seitig)	,000		N	450	
		N	558		Korrelation nach Pearson	,247(**)	
		Korrelation nach Pearson	,400(**)		Signifikanz (2-seitig)	,000	
		Signifikanz (2-seitig)	,000		N	497	

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

18.3.2 Tabellen und Abbildungen zur Fensterstellung im Tagesgang in den verschiedenen Pegelklassen

Tabelle 18-22a-c: Ergebnisse der Signifikanzprüfungen im Rahmen linearer, gemischter Modelle mit den unabhängigen Faktoren Stunden-Leq3 (c5.4Leq), Tageszeit (Stunde) und Fensterstellung (fenster) sowie dem Untersuchungstag und der Stunde als Variablen, die Messwiederholungen bei jeweils einer Person kennzeichnen

a) Tests auf feste Effekte, Typ III(a)

Quelle	Zähler-Freiheitsgrade	Nenner-Freiheitsgrade	F-Wert	Signifikanz
Konstanter Term	1	5065,689	17019,236	,000
c5.4Leq	4	5003,898	339,276	,000
fenster	2	5111,510	63,099	,000
Stunde	15	655,333	4,165	,000
c5.4Leq * fenster	8	5102,542	6,528	,000
fenster * Stunde	30	636,316	,911	,606

a Abhängige Variable: Stundenbelästigung Fluglärm.

b) Fensterstellung(a)

Fensterstellung	Mittelwert	Standardfehler	Freiheitsgrade	Konfidenzintervall 95%	
				Untergrenze	Obergrenze
geöffnet	2,484	,037	4474,276	2,410	2,557
gekippt	2,255	,024	4938,791	2,207	2,302
geschlossen	1,992	,026	5008,351	1,941	2,043

a Abhängige Variable: Stundenbelästigung Fluglärm.

Mittelwert = geschätztes Randmittel, korrigiert um die Effekte übriger Faktoren (Stunde, Stunden-Leq)

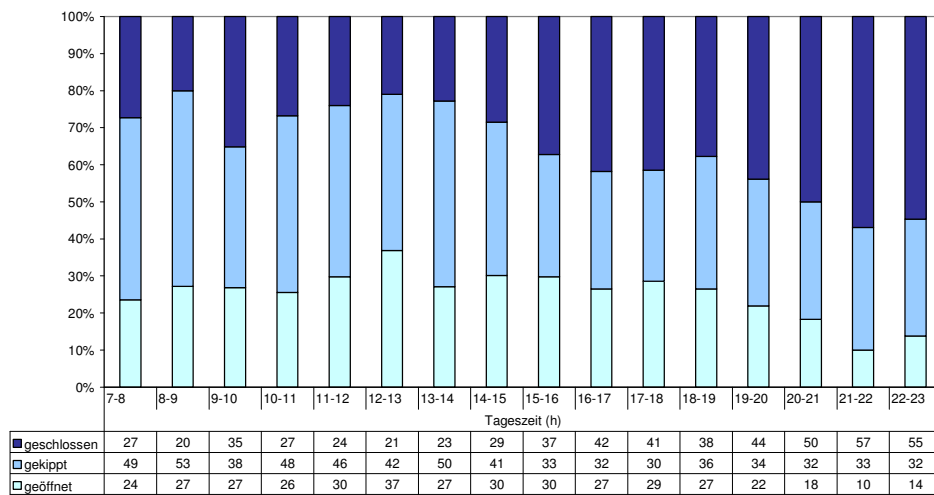
c) Leq3, 1h - 5dB-Pegelklasse * Fensterstellung(a)

Leq3, 1h - 5dB-Pegelklasse	Fensterstellung	Mittelwert	Standardfehler	Freiheitsgrade	Konfidenzintervall 95%	
					Untergrenze	Obergrenze
< 45 dB	geöffnet	1,488	,049	4857,006	1,392	1,584

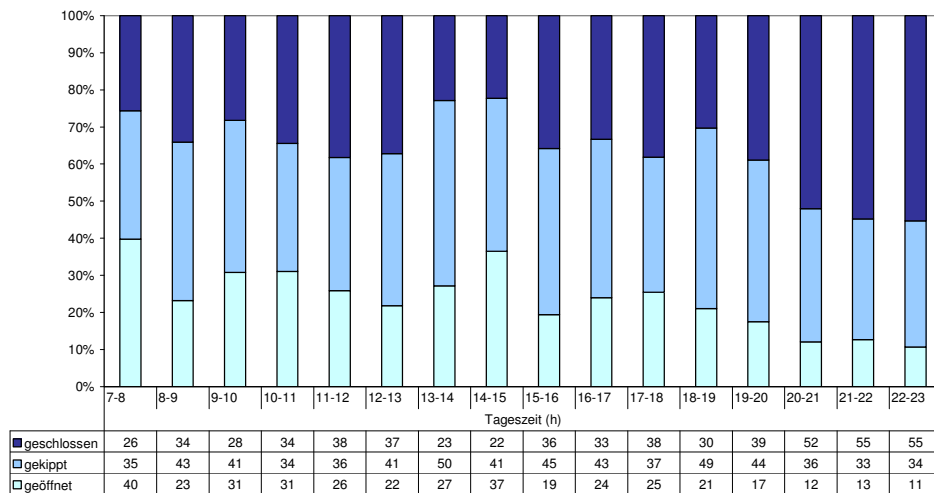
45 - 50 dB	gekippt	1,500	,039	5203,948	1,423	1,576
	geschlossen	1,320	,040	5083,253	1,241	1,400
	geöffnet	1,876	,058	4523,072	1,762	1,990
50 - 55 dB	gekippt	1,869	,044	5193,563	1,783	1,954
	geschlossen	1,748	,045	5175,404	1,660	1,837
	geöffnet	2,378	,068	4273,128	2,245	2,512
55 - 60 dB	gekippt	2,202	,047	5269,832	2,110	2,295
	geschlossen	1,931	,047	5255,167	1,839	2,024
	geöffnet	2,931	,069	4073,082	2,796	3,066
60 - 65 dB	gekippt	2,764	,047	5129,095	2,671	2,856
	geschlossen	2,382	,051	4850,546	2,281	2,482
	geöffnet	3,745	,138	2699,967	3,473	4,016
	gekippt	2,940	,082	3781,798	2,779	3,100
	geschlossen	2,578	,084	4109,934	2,414	2,742
	geöffnet					

a Abhängige Variable: Stundenbelastung Fluglärm.

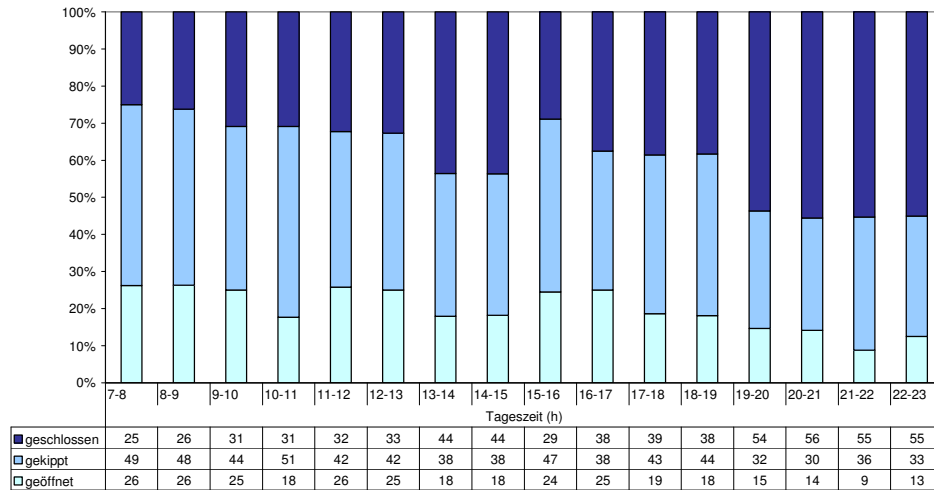
Fensterstellung im Tagesgang in der Pegelklasse < 45dB



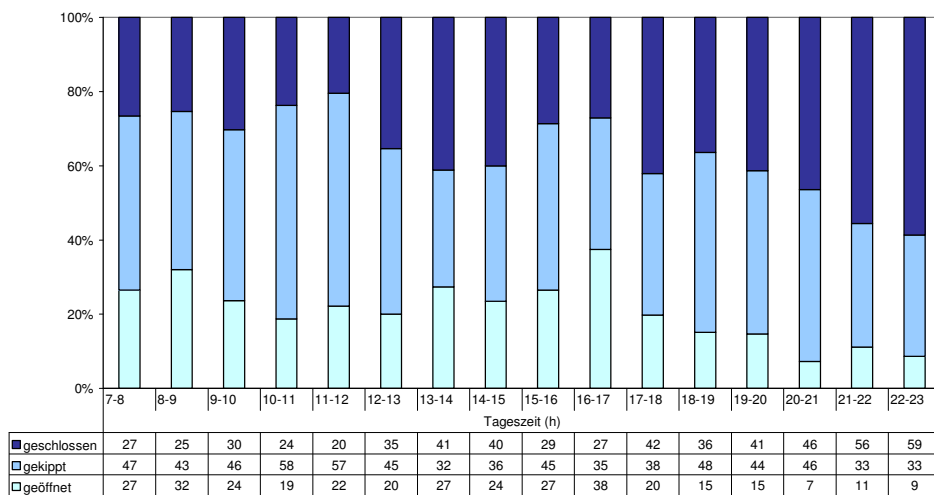
Fensterstellung im Tagesgang in der Pegelklasse 45-50 dB



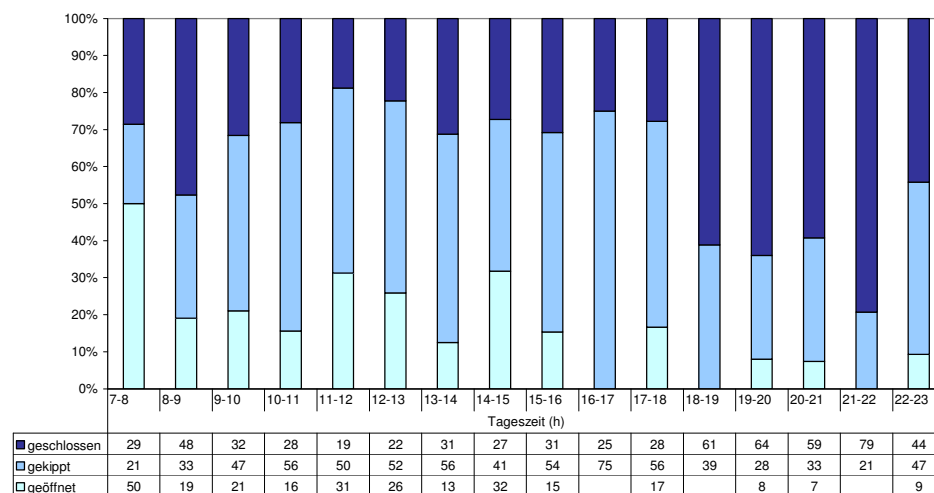
Fensterstellung im Tagesgang in der Pegelklasse 50-55 dB



Fensterstellung im Tagesgang in der Pegelklasse 55-60 dB



Fensterstellung im Tagesgang in der Pegelklasse 60-65 dB



18.3.3 Beziehung zwischen berichteten nächtlichen Störungen und ausgewählten Stundenpegeln ($L_{eq,1h}$)

Tabelle 18-23: Produkt-Moment-Korrelation zwischen berichteten nächtlichen Störungen durch Fluglärm und ausgewählten Stundenpegeln.

p: Irrtumswahrscheinlichkeit; N= Anzahl Nennungen; **Fett**druck: Höchste Korrelationswerte pro Nacht und Störungsbereich; **rot**: Korrelationen statistisch nicht signifikant

Einschlafstörung durch Fluglärm	Korrelation			p			N		
	Nacht zw. Tag 1-2	Nacht zw. Tag 2-3	Nacht zw. Tag 3-4	Nacht zw. Tag 1-2	Nacht zw. Tag 2-3	Nacht zw. Tag 3-4	Nacht zw. Tag 1-2	Nacht zw. Tag 2-3	Nacht zw. Tag 3-4
Stundenpegel Leq: 22-3 Uhr									
Leq3, 22-23h	0,382	0,168	0,312	0,000	0,037	0,000	155	155	155
Leq3, 23-24h	0,380	0,243	0,342	0,000	0,002	0,000	154	154	155
Leq3, 00-01h	0,289	0,242	0,278	0,000	0,003	0,000	155	150	155
Leq3, 01-02h	0,278	0,211	0,243	0,001	0,010	0,007	149	149	122
Leq3, 03-04h	0,221	0,248	0,301	0,011	0,004	0,000	132	130	132
Leq3, 02-03h	0,138	0,336	0,260	0,096	0,000	0,001	147	150	151

Durchschlafstörung durch Fluglärm	Korrelation			p			N		
	Nacht zw. Tag 1-2	Nacht zw. Tag 2-3	Nacht zw. Tag 3-4	Nacht zw. Tag 1-2	Nacht zw. Tag 2-3	Nacht zw. Tag 3-4	Nacht zw. Tag 1-2	Nacht zw. Tag 2-3	Nacht zw. Tag 3-4
Stundenpegel Leq: 22-12 Uhr									
Leq3, 09-10h	0,313	0,147	0,051	0,000	0,074	0,537	149	149	149
Leq3, 08-09h	0,289	0,132	0,015	0,000	0,107	0,852	149	149	149
Leq3, 07-08h	0,270	0,160	0,060	0,001	0,051	0,467	149	149	149
Leq3, 10-11h	0,254	0,067	-0,014	0,002	0,418	0,868	149	149	149
Leq3, 11-12h	0,253	0,051	0,045	0,002	0,535	0,587	149	149	149
Leq3, 04-05h	0,234	0,086	0,204	0,004	0,304	0,016	147	146	140
Leq3, 22-23h	0,231	0,139	0,092	0,005	0,092	0,264	149	149	149
Leq3, 23-24h	0,225	0,206	0,195	0,006	0,012	0,017	148	148	149
Leq3, 06-07h	0,225	0,214	0,150	0,006	0,009	0,073	149	147	144
Leq3, 05-06h	0,199	0,280	0,109	0,019	0,001	0,200	138	146	140
Leq3, 01-02h	0,198	0,121	0,135	0,018	0,150	0,142	143	143	119
Leq3, 00-01h	0,185	0,163	0,141	0,024	0,052	0,086	149	143	149
Leq3, 03-04h	0,154	0,073	0,194	0,085	0,418	0,030	125	125	126
Leq3, 02-03h	0,088	0,188	0,168	0,299	0,024	0,044	141	144	145

Störung durch Fluglärm frühmorgens	Korrelation			p			N		
	Nacht zw. Tag 1-2	Nacht zw. Tag 2-3	Nacht zw. Tag 3-4	Nacht zw. Tag 1-2	Nacht zw. Tag 2-3	Nacht zw. Tag 3-4	Nacht zw. Tag 1-2	Nacht zw. Tag 2-3	Nacht zw. Tag 3-4
Stundenpegel Leq: 0-12 Uhr									
Leq3, 07-08h	0,354	0,331	0,261	0,000	0,000	0,000	191	190	191
Leq3, 08-09h	0,328	0,341	0,277	0,000	0,000	0,000	191	190	191
Leq3, 06-07h	0,321	0,353	0,306	0,000	0,000	0,000	190	187	185
Leq3, 09-10h	0,314	0,314	0,192	0,000	0,000	0,008	191	190	191
Leq3, 01-02h	0,271	0,223	0,104	0,000	0,002	0,202	184	184	152
Leq3, 10-11h	0,270	0,323	0,190	0,000	0,000	0,008	191	190	191
Leq3, 11-12h	0,248	0,367	0,213	0,001	0,000	0,003	191	190	191
Leq3, 05-06h	0,235	0,275	0,359	0,002	0,000	0,000	178	185	181
Leq3, 04-05h	0,214	0,309	0,292	0,003	0,000	0,000	189	185	176
Leq3, 03-04h	0,178	0,007	0,093	0,023	0,926	0,238	164	161	163
Leq3, 02-03h	0,162	0,086	-0,022	0,028	0,246	0,769	183	184	187
Leq3, 00-01h	0,155	0,273	0,155	0,032	0,000	0,032	191	184	191

18.3.4 Ergebnisse inferenzstatistische Analysen (gemischte Modelle) zum Belastigungsprofil im Tagesverlauf

Analyse 1:

UV = Pegel (Stunden-Leq 7-23 Uhr), Stunde;

Messwiederholungen: Tag (4) Stunden (16);

AV = stündliche Belästigung

Tests auf feste Effekte, Typ III(a)

Quelle	Zähler-Freiheitsgrade	Nenner-Freiheitsgrade	F-Wert	Signifikanz
Konstanter Term	1	6288,879	22207,183	,000
Stunde	15	737,041	5,727	,000
c5.4Leq	4	6242,706	343,888	,000
Stunde * c5.4Leq	60	991,982	1,260	,092

a Abhängige Variable: Stundenbelästigung Fluglärm.

Schätzungen(a)

Tageszeit (h)	Mittelwert	Standardfehler	Freiheitsgrade	Konfidenzintervall 95%	
				Untergrenze	Obergrenze
7-8	2,680	,080	370,634	2,522	2,838
8-9	2,472	,064	424,944	2,345	2,598
9-10	2,509	,064	416,817	2,384	2,635
10-11	2,289	,059	394,269	2,173	2,404
11-12	2,467	,067	400,043	2,335	2,599
12-13	2,383	,057	409,009	2,272	2,495
13-14	2,336	,058	422,291	2,223	2,449
14-15	2,351	,062	417,863	2,229	2,474
15-16	2,495	,069	391,371	2,359	2,631
16-17	2,546	,074	388,282	2,401	2,690
17-18	2,330	,065	416,933	2,203	2,457
18-19	2,256	,066	432,345	2,127	2,385
19-20	2,247	,059	485,294	2,130	2,364
20-21	2,133	,053	532,731	2,029	2,237
21-22	2,097	,056	514,027	1,988	2,207
22-23	2,291	,058	487,744	2,177	2,406

a Abhängige Variable: Stundenbelästigung Fluglärm.

Schätzungen(a)

Leq3, 1h - 5dB-Pegelklasse	Mittelwert	Standardfehler	Freiheitsgrade	Konfidenzintervall 95%	
				Untergrenze	Obergrenze
< 45 dB	1,564	,024	6391,343	1,516	1,612
45 - 50 dB	2,017	,028	6334,974	1,963	2,071
50 - 55 dB	2,323	,030	6531,141	2,264	2,381
55 - 60 dB	2,772	,031	6169,112	2,712	2,832
60 - 65 dB	3,163	,056	5258,960	3,053	3,273

a Abhängige Variable: Stundenbelästigung Fluglärm.

Analyse 2:

UV = Pegel (Stunden-Leq 7-23 Uhr), Stunde, Wochentag (Werktag vs. Wochenende);

Messwiederholungen: Tag (4) Stunden (16);

AV = stündliche Belästigung

Vergleich

Tests auf feste Effekte, Typ III(a)

Quelle	Zähler-Freiheitsgrade	Nenner-Freiheitsgrade	F-Wert	Signifikanz
Konstanter Term	1	6257,967	21971,757	,000
c5.4Leq	4	6210,366	342,680	,000
Stunde	15	746,166	5,716	,000
wkwe	1	6721,982	7,065	,008
c5.4Leq * Stunde	60	1000,235	1,289	,072
c5.4Leq * wkwe	4	6610,793	3,908	,004
Stunde * wkwe	15	796,059	,523	,929

a Abhängige Variable: Stundenbelästigung Fluglärm.

Analyse 3:

UV = Pegel (Stunden-Leq 7-23 Uhr), Stunde, Betriebsrichtung (2), Ortslage (2);

Messwiederholungen: Tag (4) Stunden (16);

AV = stündliche Belästigung

Tests auf feste Effekte, Typ III(a)

Quelle	Zähler-Freiheitsgrade	Nenner-Freiheitsgrade	F-Wert	Signifikanz
Konstanter Term	1	6478,676	20683,928	,000
Stunde	15	829,443	4,800	,000
c5.4Leq	4	6266,531	291,620	,000
betrieb	1	6336,966	52,370	,000
olagenum	1	6365,687	67,911	,000
c5.4Leq * betrieb	4	6258,132	,972	,421
c5.4Leq * olagenum	4	6259,412	14,932	,000
betrieb * olagenum	1	6348,448	83,033	,000
c5.4Leq * betrieb * olagenum	4	6255,584	23,718	,000

a Abhängige Variable: Stundenbelästigung Fluglärm.

Analyse 4:

UV = Pegel (Stunden-Leq 7-23 Uhr), Stunde, Aufenthaltsort (2);

Messwiederholungen: Tag (4) Stunden (16);

AV = stündliche Belästigung

Tests auf feste Effekte, Typ III(a)

Quelle	Zähler-Freiheitsgrade	Nenner-Freiheitsgrade	F-Wert	Signifikanz
Konstanter Term	1	2865,108	11626,900	,000
c5.4Leq	4	5785,418	211,672	,000
Stunde	15	618,295	2,538	,001
aufenthalt	1	2936,644	300,190	,000
c5.4Leq * Stunde	60	1050,829	1,284	,075
c5.4Leq * aufenthalt	4	4844,075	8,992	,000
Stunde * aufenthalt	15	588,101	,867	,602

a Abhängige Variable: Stundenbelästigung Fluglärm.

Schätzungen(a)

Tageszeit (h)	Mittelwert	Standardfehler	Freiheitsgrade	Konfidenzintervall 95%	
				Untergrenze	Obergrenze
7-8	3,296	,183	241,833	2,935	3,657
8-9	2,744	,125	306,117	2,498	2,990
9-10	2,723	,085	444,268	2,557	2,889
10-11	2,499	,071	403,795	2,359	2,640
11-12	2,697	,075	400,496	2,550	2,844
12-13	2,548	,063	400,510	2,425	2,671
13-14	2,578	,062	412,457	2,457	2,700
14-15	2,533	,063	424,717	2,410	2,656
15-16	2,647	,068	396,367	2,513	2,781
16-17	2,640	,072	392,131	2,499	2,780
17-18	2,470	,067	406,775	2,339	2,602
18-19	2,464	,072	454,828	2,322	2,606
19-20	2,501	,074	473,135	2,356	2,647
20-21	2,445	,088	491,558	2,271	2,618
21-22	2,535	,100	498,979	2,338	2,731
22-23	2,825	,148	371,515	2,534	3,116

a Abhängige Variable: Stundenbelästigung Fluglärm.

Schätzungen(a)

Aufenthalt	Mittelwert	Standardfehler	Freiheitsgrade	Konfidenzintervall 95%	
				Untergrenze	Obergrenze
Im Haus / Wohnung	2,214	,017	6247,515	2,180	2,247
Balkon / Garten / ums Haus	3,054	,046	2484,510	2,965	3,144

a Abhängige Variable: Stundenbelästigung Fluglärm.

Analyse 5:

UV = Überflüge (stündliche Anzahl 7-23 Uhr), Stunde, Wochentag (Werktag/Wochenende)

Messwiederholungen: Tag (4) Stunden (16);

AV = stündliche Belästigung

Tests auf feste Effekte, Typ III(a)

Quelle	Zähler-Freiheitsgrade	Nenner-Freiheitsgrade	F-Wert	Signifikanz
Konstanter Term	1	3265,176	11027,417	,000
canzahl	4	2895,729	216,871	,000
Stunde	15	579,403	2,146	,007
wkwe	1	6143,766	,002	,969
canzahl * Stunde	57	723,790	1,077	,330
canzahl * wkwe	4	5090,234	2,700	,029
Stunde * wkwe	15	876,126	,650	,834

a Abhängige Variable: Stundenbelästigung Fluglärm.

18.3.5 Ergebnisse inferenzstatistische Analysen (gemischte Modelle) zu Dosis-Wirkungskurven für die nächtlichen Störungen durch Fluglärm (Abschnitt 14.5.3)

	Anzahl Ausprägungen	Kovarianzstruktur	Anzahl Parameter	Subjektvariablen	Anzahl Fälle
Feste Effekte	Konstanter Term	1	1		
	C5L2307mv	4	3		
	Nacht	3	2		
	C5L2307mv * Nacht	12	6		
Wiederholte Effekte	Nacht	3	3	idno	175
Gesamt		23	15		

Analyse 1: UV = Pegel (23-7h), Nacht (3 Nächte);

Messwiederholungen: Nacht;

AV = Störungen d. Fluglärm beim Einschlafen

Tests auf feste Effekte, Typ III(a)

Quelle	Zähler-Freiheitsgrade	Nenner-Freiheitsgrade	F-Wert	Signifikanz
Konstanter Term	1	413,480	838,279	,000
C5L2307mv	3	405,068	21,538	,000
Nacht	2	324,809	1,479	,229
C5L2307mv * Nacht	6	346,473	2,039	,060

Schätzungen(a)

Leq3, 23-07h (5dB-Kl.)	Mittelwert	Standardfehler	Freiheitsgrade	Konfidenzintervall 95%	
				Untergrenze	Obergrenze
< 45	1,361	,059	424,546	1,246	1,476
45-50	2,139	,150	308,011	1,844	2,435
50-55	1,883	,116	444,039	1,655	2,112
55-60	2,642	,193	438,498	2,262	3,022

Paarweise Vergleiche(b)

(I) Leq3, 23-07h (5dB-Kl.)	(J) Leq3, 23-07h (5dB-Kl.)	Differenz der Mittelwerte (I-J)	Standardfehler	Freiheitsgrade	Signifikanz(a)	95% Konfidenzintervall für Differenz(a)	
						Untergrenze	Obergrenze
< 45	< 45						
	45-50	-,779(*)	,161	325,013	,000	-1,206	-,351
	50-55	-,523(*)	,130	441,746	,000	-,867	-,178
	55-60	-1,281(*)	,202	437,722	,000	-1,817	-,745
45-50	< 45	,779(*)	,161	325,013	,000	,351	1,206
	45-50						
	50-55	,256	,190	372,671	1,000	-,247	,759
	55-60	-,502	,245	401,688	,245	-1,151	,147
50-55	< 45	,523(*)	,130	441,746	,000	,178	,867
	45-50	-,256	,190	372,671	1,000	-,759	,247
	50-55						
	55-60	-,758(*)	,226	440,332	,005	-1,356	-,160
55-60	< 45	1,281(*)	,202	437,722	,000	,745	1,817
	45-50	,502	,245	401,688	,245	-,147	1,151
	50-55	,758(*)	,226	440,332	,005	,160	1,356
	55-60						

Basiert auf geschätzten Randmitteln / Die Differenz der Mittelwerte ist in Stufe ,05 signifikant. / a Anpassung für Mehrfachvergleiche: Bonferroni.
/ b Abhängige Variable: Störung beim Einschlafen d. Fluglärm.

Analyse 2: UV = Pegel (23-7h), Nacht;

Messwiederholungen: Nacht; Störungen d. Fluglärm beim Durchschlafen'

AV = Störungen des Nachschlafs (Durchschlafen) durch Fluglärm

Tests auf feste Effekte, Typ III(a)

Quelle	Zähler-Freiheitsgrade	Nenner-Freiheitsgrade	F-Wert	Signifikanz
Konstanter Term	1	428,726	560,893	,000
C5L2307mv	3	418,106	7,327	,000
Nacht	2	293,646	,023	,977
C5L2307mv * Nacht	6	330,453	1,220	,295

a Abhängige Variable: Störung d. Nachschlafs d. Fluglärm.

Schätzungen(a)

Leq3, 23-07h (5dB-Kl.)	Mittelwert	Standardfehler	Freiheitsgrade	Konfidenzintervall 95%	
				Untergrenze	Obergrenze
< 45	1,463	,065	430,279	1,336	1,589
45-50	2,007	,167	348,779	1,678	2,337
50-55	1,833	,137	425,340	1,564	2,103
55-60	2,270	,227	425,403	1,825	2,716

a Abhängige Variable: Störung d. Nachschlafs d. Fluglärm.

Paarweise Vergleiche(b)

(I) Leq3, 23-07h (5dB-Kl.)	(J) Leq3, 23-07h (5dB-Kl.)	Differenz der Mittelwerte (I-J)	Standardfehler	Freiheitsgrade	Signifikanz(a)	95% Konfidenzintervall für Differenz(a)	
						Untergrenze	Obergrenze
< 45	< 45						
	45-50	-,545(*)	,179	363,455	,015	-1,021	-,069
	50-55	-,371	,151	428,085	,088	-,772	,030
45-50	55-60	-,808(*)	,236	427,197	,004	-1,432	-,183
	< 45	,545(*)	,179	363,455	,015	,069	1,021
	45-50						
50-55	50-55	,174	,216	404,797	1,000	-,399	,747
	55-60	-,263	,282	421,813	1,000	-1,010	,484
	< 45	,371	,151	428,085	,088	-,030	,772
55-60	45-50	-,174	,216	404,797	1,000	-,747	,399
	50-55						
	55-60	-,437	,265	430,823	,598	-1,139	,265
	< 45	,808(*)	,236	427,197	,004	,183	1,432
	45-50	,263	,282	421,813	1,000	-,484	1,010
	50-55	,437	,265	430,823	,598	-,265	1,139
	55-60						

Basiert auf geschätzten Randmitteln / * Die Differenz der Mittelwerte ist in Stufe ,05 signifikant. / a Anpassung für Mehrfachvergleiche: Bonferro-ni. / b Abhängige Variable: Störung d. Nachschlafs d. Fluglärm.

Analyse 3:

UV = Pegel (23-7h), Nacht;

Messwiederholungen: Nacht;

AV = Störungen in den frühen Morgenstunden

Tests auf feste Effekte, Typ III(a)

Quelle	Zähler-Freiheitsgrade	Nenner-Freiheitsgrade	F-Wert	Signifikanz
Konstanter Term	1	558,225	1008,023	,000
C5L2307mv	3	553,373	20,000	,000
Nacht	2	379,835	,005	,995
C5L2307mv * Nacht	6	418,938	1,024	,409

a Abhängige Variable: Störung am Frühhmorgen d. Fluglärm.

Tests auf feste Effekte, Typ III(a)

Quelle	Zähler-Freiheitsgrade	Nenner-Freiheitsgrade	F-Wert	Signifikanz
Konstanter Term	1	558,225	1008,023	,000
C5L2307mv	3	553,373	20,000	,000
Nacht	2	379,835	,005	,995
C5L2307mv * Nacht	6	418,938	1,024	,409

a Abhängige Variable: Störung am Frühhmorgen d. Fluglärm.

Paarweise Vergleiche(b)

(I) Leq3, 23-07h (5dB-Kl.)	(J) Leq3, 23-07h (5dB-Kl.)	Differenz der Mittelwerte (I-J)	Standardfehler	Freiheitsgrade	Signifikanz(a)	95% Konfidenzintervall für Differenz(a)	
						Untergrenze	Obergrenze
< 45	< 45						
	45-50	-,880(*)	,165	521,662	,000	-1,317	-,444
	50-55	-,651(*)	,150	549,872	,000	-1,048	-,255
45-50	55-60	-1,180(*)	,223	555,736	,000	-1,772	-,589
	< 45	,880(*)	,165	521,662	,000	,444	1,317
	45-50						
50-55	50-55	,229	,203	549,386	1,000	-,309	,767
	55-60	-,300	,262	557,341	1,000	-,995	,395
	< 45	,651(*)	,150	549,872	,000	,255	1,048
55-60	45-50	-,229	,203	549,386	1,000	-,767	,309
	50-55						
	55-60	-,529	,253	553,709	,223	-1,200	,141
	< 45	1,180(*)	,223	555,736	,000	,589	1,772
	45-50	,300	,262	557,341	1,000	-,395	,995
	50-55	,529	,253	553,709	,223	-,141	1,200

Basiert auf geschätzten Randmitteln / * Die Differenz der Mittelwerte ist in Stufe ,05 signifikant. / a Anpassung für Mehrfachvergleiche: Bonferroni. / b Abhängige Variable: Störung am Frühhmorgen d. Fluglärm.

18.3.6 Zusammenhang zwischen bereichsspezifischer Lärmempfindlichkeit (NoiSeQ) und stundenbezogener Fluglärmelastung in Abhängigkeit ausgeübter Tätigkeiten

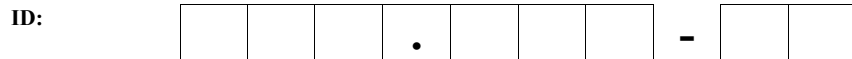
Tabelle 18-24: Korrelation zwischen bereichsspezifischer Lärmempfindlichkeit (NoiSeQ) und stundenbezogener Fluglärmelastung in Abhängigkeit ausgeübter Aktivität

Tätigkeit			Belastigung	Leq3,1h	Überflüge
Haus-Gartenarbeit/Kochen	Freizeit	Korrelation	0,176	0,114	0,079
		p (2-seitig)	0,000	0,000	0,003
		N	1515	1520	1402
	Arbeit	Korrelation	0,173	0,079	0,000
		p (2-seitig)	0,000	0,002	0,986
		N	1515	1520	1402
	Wohnung	Korrelation	0,177	0,001	-0,007
		p (2-seitig)	0,000	0,968	0,789
		N	1515	1520	1402
	Kommunikation	Korrelation	0,132	-0,005	0,021
		p (2-seitig)	0,000	0,835	0,424
		N	1515	1520	1402
	Schlaf	Korrelation	0,207	0,066	0,081
		p (2-seitig)	0,000	0,010	0,002
		N	1515	1520	1402
	Gesamt	Korrelation	0,210	0,061	0,043
		p (2-seitig)	0,000	0,018	0,108
		N	1515	1520	1402
Fernsehen / Musik hören	Freizeit	Korrelation	0,112	0,027	0,042
		p (2-seitig)	0,000	0,243	0,088
		N	1816	1819	1666
	Arbeit	Korrelation	0,147	-0,011	0,000
		p (2-seitig)	0,000	0,626	0,994
		N	1816	1819	1666
	Wohnung	Korrelation	0,163	-0,057	-0,051
		p (2-seitig)	0,000	0,016	0,037
		N	1816	1819	1666
	Kommunikation	Korrelation	0,115	0,022	0,012
		p (2-seitig)	0,000	0,351	0,619
		N	1816	1819	1666
	Schlaf	Korrelation	0,178	-0,016	0,025
		p (2-seitig)	0,000	0,497	0,300
		N	1816	1819	1666
	Gesamt	Korrelation	0,170	-0,009	0,008
		p (2-seitig)	0,000	0,715	0,756
		N	1816	1819	1666
entspannen/dösen/schlafen	Freizeit	Korrelation	0,244	0,105	0,085
		p (2-seitig)	0,000	0,003	0,018
		N	825	825	770
	Arbeit	Korrelation	0,197	0,039	-0,043
		p (2-seitig)	0,000	0,259	0,237
		N	825	825	770
	Wohnung	Korrelation	0,259	-0,021	-0,017
		p (2-seitig)	0,000	0,555	0,631
		N	825	825	770
	Kommunikation	Korrelation	0,197	0,044	-0,014
		p (2-seitig)	0,000	0,210	0,708
		N	825	825	770
	Schlaf	Korrelation	0,255	0,090	0,080
		p (2-seitig)	0,000	0,010	0,026
		N	825	825	770
	Gesamt	Korrelation	0,273	0,063	0,025
		p (2-seitig)	0,000	0,069	0,493
		N	825	825	770

Tätigkeit			Belastigung	Leq3,1h	Überflüge
mich unterhalten / telefonieren	Freizeit	Korrelation	0,221	0,132	0,031
		p (2-seitig)	0,000	0,000	0,414
		N	743	744	705
	Arbeit	Korrelation	0,191	0,037	-0,071
		p (2-seitig)	0,000	0,316	0,061
		N	743	744	705
	Wohnung	Korrelation	0,219	0,020	-0,055
		p (2-seitig)	0,000	0,589	0,142
		N	743	744	705
	Kommunikation	Korrelation	0,173	0,086	-0,018
		p (2-seitig)	0,000	0,019	0,635
		N	743	744	705
	Schlaf	Korrelation	0,272	0,102	0,066
		p (2-seitig)	0,000	0,005	0,080
		N	743	744	705
	Gesamt	Korrelation	0,261	0,094	-0,007
		p (2-seitig)	0,000	0,010	0,862
		N	743	744	705
konzentrieren / lesen	Freizeit	Korrelation	0,246	0,045	0,103
		p (2-seitig)	0,000	0,228	0,008
		N	720	720	668
	Arbeit	Korrelation	0,208	-0,013	-0,020
		p (2-seitig)	0,000	0,734	0,601
		N	720	720	668
	Wohnung	Korrelation	0,226	-0,008	0,065
		p (2-seitig)	0,000	0,821	0,095
		N	720	720	668
	Kommunikation	Korrelation	0,141	0,015	0,038
		p (2-seitig)	0,000	0,691	0,332
		N	720	720	668
	Schlaf	Korrelation	0,283	0,078	0,135
		p (2-seitig)	0,000	0,037	0,000
		N	720	720	668
	Gesamt	Korrelation	0,254	0,029	0,074
		p (2-seitig)	0,000	0,442	0,055
		N	720	720	668
Mahlzeit zu sich nehmen	Freizeit	Korrelation	0,208	0,078	0,045
		p (2-seitig)	0,000	0,022	0,203
		N	861	861	802
	Arbeit	Korrelation	0,236	0,016	-0,007
		p (2-seitig)	0,000	0,629	0,846
		N	861	861	802
	Wohnung	Korrelation	0,246	-0,004	-0,018
		p (2-seitig)	0,000	0,911	0,610
		N	861	861	802
	Kommunikation	Korrelation	0,170	0,003	-0,021
		p (2-seitig)	0,000	0,932	0,552
		N	861	861	802
	Schlaf	Korrelation	0,301	0,063	0,079
		p (2-seitig)	0,000	0,063	0,026
		N	861	861	802
	Gesamt	Korrelation	0,283	0,039	0,021
		p (2-seitig)	0,000	0,255	0,559
		N	861	861	802
sonstiges	Freizeit	Korrelation	0,301	0,019	0,094
		p (2-seitig)	0,000	0,649	0,029
		N	587	587	533
	Arbeit	Korrelation	0,175	0,012	0,056
		p (2-seitig)	0,000	0,772	0,198
		N	587	587	533
	Wohnung	Korrelation	0,311	-0,036	0,007

Tätigkeit			Belästigung Leq3,1h		Überflüge
			p (2-seitig)		
			0,000	0,381	0,880
		N	587	587	533
Kommunikation	Korrelation		0,190	-0,007	0,032
		p (2-seitig)	0,000	0,871	0,461
		N	587	587	533
Schlaf	Korrelation		0,309	0,074	0,075
		p (2-seitig)	0,000	0,074	0,083
		N	587	587	533
Gesamt	Korrelation		0,298	0,017	0,060
		p (2-seitig)	0,000	0,675	0,165
		N	587	587	533

18.4 Muster des Fragebogens zur Breitenerhebung



Befragung zu Wohn-, Umwelt- und gesundheitlichen Lebensbedingungen in der Region Rhein-Main

Seite 1 von 30 - Fragebogen Revision 1.4.01

Seite 2 von 30 - Fragebogen Revision 1.4.01

1.5 Gibt es hier in Ihrer Wohnumgebung irgendwelche Lebensbedingungen, die Sie stören?

Nein **→ INT.: weiter mit Frage 1.6** ☐ 0
Ja ☐ 1

1.5.1 Welche Lebensbedingungen sind das?

1.6 Ist Ihre Wohnung bzw. Ihr Haus Ihr Eigentum oder wohnen Sie zur Miete?

INT.: falls Befragte/r bei Eltern oder in Wohngemeinschaft lebend: Angaben für elterliche Wohnung bzw. Wohngemeinschaft

Eigentum ☐ 1
Miete ☐ 2

Wie viele Quadratmeter bewohnen Sie insgesamt hier ? m² _____

INT.: Komplett, auch mit Küche und Bad

Wie viele Zimmer bewohnen Sie? Zimmer _____

1.7 Welche Fenster hat Ihr Wohnraum und welche Ihr Schlafraum?

INT.: falls unbekannt: Befragten bitten nachzuschauen

	einfache Fensterscheiben	Doppelverglasung (Thermopen) oder Doppelfenster	Dreifachverglasung (Schallschutz- fenster)
Wohnraum	☐ 1	☐ 2	☐ 3
Schlafraum	☐ 1	☐ 2	☐ 3

1.8 Wie ist das bei Ihnen üblicherweise in den warmen Jahreszeiten mit dem Fenster?

INT.: „warme Jahreszeiten“: Frühjahr – Sommer - Herbst

	überwiegend geöffnet	...oder überwiegend gekippt	...oder überwiegend geschlossen
Haben Sie die Fenster in Ihren Wohnräumen tagsüber üblicherweise ...	☐ 1	☐ 2	☐ 3
Haben Sie die Fenster in Ihren Schlafräumen nachts...	☐ 1	☐ 2	☐ 3

1.9 Wie viele Stunden pro Tag sind Sie in etwa an normalen Werktagen außer Haus, z.B. beim Arbeiten, Einkaufen, oder für sonstige Erledigungen?

ca. _____ Stunden pro Tag

1.10 Zu welcher Zeit sind Sie in der Woche, also von montags bis freitags, überwiegend zu Hause?

INT: Mehrfachangaben möglich

Früh morgens bis 9 Uhr	☐ 1	Abends von 18 bis 22 Uhr	☐ 5
Morgens 9 bis 12 Uhr	☐ 2	Nachts von 22 bis 6 Uhr morgens	☐ 6
Mittags 12 bis 15 Uhr	☐ 3	eigentlich ständig	☐ 7
Nachmittags 15 bis 18 Uhr	☐ 4		

1.11 Und wie viele Stunden sind Sie insgesamt in etwa an einem normalen Wochenende; also Samstag und Sonntag, außer Haus?

Stunden pro Wochenende: _____

1.12 Zu welcher Zeit sind sie am Wochenende überwiegend zu Hause?

INT: Mehrfachangaben möglich

Früh morgens bis 9 Uhr	☐ 1	von 18 bis 22 Uhr	☐ 5
Morgens 9 bis 12 Uhr	☐ 2	von 22 bis 6 Uhr morgens	☐ 6
Mittags 12 bis 15 Uhr	☐ 3	eigentlich ständig	☐ 7
Nachmittags 15 bis 18 Uhr	☐ 4		

1.13 Ich möchte Sie nun fragen, wie zufrieden Sie mit Ihrer Wohnung und Ihrer Wohngegend sind.

INT.: Vorlage 2 aushändigen

	nicht zufrieden	weniger zufrieden	mittel- mäßig zufrieden	ziemlich zufrieden	sehr zufrieden
Zunächst,...wie zufrieden sind Sie insgesamt mit Ihrer Wohnung bzw. mit Ihrem Haus?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Und wie zufrieden sind Sie insgesamt mit Ihrer Wohngegend hier bzw. Ihrer näheren Wohnumgebung?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

1.14 Im Folgenden finden Sie Eigenschaften, die für das Wohnen wichtig sind. Wie zufrieden sind Sie damit bei Ihnen zu Hause?

INT.: Vorlage 2 weiterhin verwenden

	nicht zufrieden	weniger zufrieden	mittel- mäßig zufrieden	ziemlich zufrieden	sehr zufrieden
äußeres Erscheinungsbild der Wohngegend	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Ruhe in der Wohngegend	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Distanz zum Arbeitsplatz	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Distanz zum Stadtzentrum	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
öffentliche Verkehrsmittel	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Einkaufsmöglichkeiten	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Schulmöglichkeiten für Kinder	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Vergnügungs- / Unterhaltungsmöglichkeiten	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Erholungs- / Entspannungsmöglichkeiten	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Nachbarn	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Ausstattung der Wohnung / des Hauses	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Schalldämmung der (geschlossenen) Fenster	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Schalldämmung der Wohnung / des Hauses	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Überregionale Verkehrsanbindung	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

1.15 Wie stark sind Sie persönlich in Ihrer Wohngegend durch folgende Sozial- und Umweltprobleme betroffen?

INT.: Vorlage 3 aushändigen

	gar nicht	schwach	deutlich	stark	sehr stark
	... betroffen				
Schlechte Verkehrsanbindung	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Luftverschmutzung	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Straßenverkehrslärm	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Arbeitslosigkeit	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Schlechte Gerüche	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Schlechte Qualität des Trinkwassers	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Atomkraftwerke	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Unfallgefahr im Straßenverkehr	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Kriminalität/ Gewaltverbrechen	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Überalterung der Bevölkerung	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Fluglärm	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Umweltgefährdung durch Schadstoffe im Boden und Lebensmitteln	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Nachbarschaftslärm	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Eisenbahnlärm	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Wenig Grünflächen (z.B. Wald, Park)	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Unfreundliche Nachbarn	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Schlechte Wirtschaftslage	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Hohe Bevölkerungsdichte	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Wenig Spielplätze für Kinder	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Schadstoffe durch Autos	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Industrieansiedlungen	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Hohes Verkehrsaufkommen	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Schadstoffe durch Flugzeuge	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

2 Themenblock: Lärmbelästigung und –störung

2.1 Für wie empfindlich halten Sie sich selbst im Allgemeinen ...

INT.: Vorlage 4 aushändigen

	nicht	wenig	mittel- mäßig	ziemlich	sehr
	... empfindlich				
gegenüber Lärm?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
gegenüber schlechter Luft und Gerüchen?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

2.2 Gibt es Zeiten, zu denen Ihnen Ruhe zu Hause besonders wichtig ist?

INT: Mehrfachangaben möglich

2.3 Wenn Sie einmal an die letzten 12 Monate hier bei Ihnen denken, wie stark haben Sie sich – alles in allem genommen – durch Lärm insgesamt gestört oder belästigt gefühlt?

INT.: Vorlage 5 aushändigen (verbleibt für folgende Fragen beim Befragten)

äußerst	stark	mittel- mäßig	etwas	überhaupt nicht
☐ 5	☐ 4	☐ 3	☐ 2	☐ 1

2.4 Unabhängig davon, wie stark man sich insgesamt belästigt fühlt, betrachten wir doch mal einzelne Lärmquellen für sich. Wenn Sie einmal an die letzten 12 Monate hier bei Ihnen denken, wie stark haben Sie sich durch den Lärm von folgenden Lärmquellen insgesamt gestört oder belästigt gefühlt?

INT.: Vorlage 5 weiterhin verwenden

	äußerst	stark	mittel- mäßig	etwas	über- haupt nicht
durch Lärm vom Straßenverkehr	☐ 5	☐ 4	☐ 3	☐ 2	☐ 1
durch Lärm vom Schienenverkehr	☐ 5	☐ 4	☐ 3	☐ 2	☐ 1
durch Lärm vom Flugverkehr	☐ 5	☐ 4	☐ 3	☐ 2	☐ 1
durch Lärm von Gewerbe und Industrie	☐ 5	☐ 4	☐ 3	☐ 2	☐ 1
durch Lärm von Nachbarn	☐ 5	☐ 4	☐ 3	☐ 2	☐ 1
durch Lärm von Sport- und Freizeitanlagen	☐ 5	☐ 4	☐ 3	☐ 2	☐ 1

2.5 Gibt es noch eine weitere Lärmquelle, die wir noch nicht genannt haben?

Ja ☐ 1
Nein → **INT.: weiter mit Frage 2.8** ☐ 0

2.6 Nennen Sie mir bitte diese Quelle: _____

2.7 Und wie stark haben Sie sich durch Lärm dieser Quelle gestört oder belästigt gefühlt? **INT.: Vorlage 5 erneut verwenden**

INT.: in 2.6 genannte Quelle eintragen ▼	äußerst	stark	mittel mäßig	etwas	über- haupt nicht
_____	☐ 5	☐ 4	☐ 3	☐ 2	☐ 1

2.8 Wie stark haben Sie sich in den letzten 12 Monaten durch Lärm von folgenden Flugzeugtypen gestört oder belästigt gefühlt? Sie können für Ihre Antwort erneut die vorliegende Skala verwenden.

	äußerst	stark	mittel- mäßig	etwas	überhaupt nicht
Passagierflugzeuge	☐ 5	☐ 4	☐ 3	☐ 2	☐ 1
Transportflugzeuge	☐ 5	☐ 4	☐ 3	☐ 2	☐ 1
Privatflugzeuge	☐ 5	☐ 4	☐ 3	☐ 2	☐ 1
Militärflugzeuge	☐ 5	☐ 4	☐ 3	☐ 2	☐ 1
Hubschrauber	☐ 5	☐ 4	☐ 3	☐ 2	☐ 1
Differenzierung nicht möglich	☐ 9				

2.9 Zu welchen Tageszeiten werden Sie durch Fluglärm besonders stark belästigt?

INT.: mehrere Angaben möglich, bitte nur volle Stunden angeben

2.10 Wenn wir uns die verschiedenen Uhrzeiten genauer anschauen, können Sie mir bitte hier auf dieser Liste angeben, wie stark Sie sich innerhalb der letzten 12 Monate im Allgemeinen zu der angegebenen Uhrzeit jeweils durch Fluglärm gestört oder belästigt gefühlt haben?

Bitte bewerten Sie die Werktage und das Wochenende getrennt!

INT.: weiterhin vorliegende Skala 5 verwenden; für jede Stunde einen Belästigungswert eingeben

1. morgens	Mo-Fr	Sa-So	2. vor- mittags	Mo-Fr	Sa-So	3. mittags	Mo-Fr	Sa-So
5-6 Uhr			8-9 Uhr			11-12 Uhr		
6-7 Uhr			9-10 Uhr			12-13 Uhr		
7-8 Uhr			10-11 Uhr			13-14 Uhr		
4. nach- mittags			5. früher Abend			6. abends		
14-15 Uhr			17-18 Uhr			20-21 Uhr		
15-16 Uhr			18-19 Uhr			21-22 Uhr		
16-17 Uhr			19-20 Uhr			22-23 Uhr		

2.11: Und wie ist es in der Nacht? Wie stark hat Sie der Fluglärm in den letzten 12 Monaten nachts gestört oder belästigt?

INT.: Vorlage 5 weiterhin verwenden

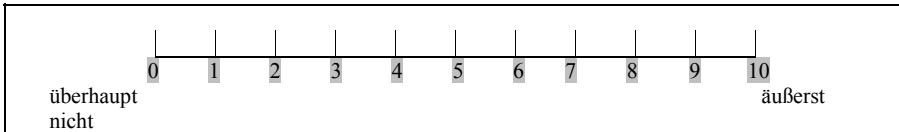
.... äußerst gestört oder belästigt	☐ 5
.... stark gestört oder belästigt	☐ 4
.... mittelmäßig gestört oder belästigt	☐ 3
.... etwas gestört oder belästigt	☐ 2
.... überhaupt nicht gestört oder belästigt	☐ 1

2.12 Wie stark hat Sie der Fluglärm in den letzten 12 Monaten in den folgenden Situationen gestört? INT.: Vorlage 5 erneut verwenden

	äußerst	stark	mittel- mäßig	etwas	über- haupt nicht
Unterhaltung/Telefonieren in der Wohnung	☐ 5	☐ 4	☐ 3	☐ 2	☐ 1
bei Radio/Musikhören und Fernsehen	☐ 5	☐ 4	☐ 3	☐ 2	☐ 1
beim Lesen, Nachdenken oder Konzentrieren	☐ 5	☐ 4	☐ 3	☐ 2	☐ 1
bei Entspannung und Feierabendruhe in der Wohnung	☐ 5	☐ 4	☐ 3	☐ 2	☐ 1
bei häuslicher Geselligkeit oder, wenn Sie Besuch haben	☐ 5	☐ 4	☐ 3	☐ 2	☐ 1
bei Unterhaltungen und Gesprächen im Freien	☐ 5	☐ 4	☐ 3	☐ 2	☐ 1
bei Aufenthalt und Erholung im Freien	☐ 5	☐ 4	☐ 3	☐ 2	☐ 1
beim Einschlafen	☐ 5	☐ 4	☐ 3	☐ 2	☐ 1
beim Nachtschlaf	☐ 5	☐ 4	☐ 3	☐ 2	☐ 1
beim Aufwachen	☐ 5	☐ 4	☐ 3	☐ 2	☐ 1

2.13 Nun habe ich hier eine Messlatte von Null bis Zehn, auf der Sie angeben können, wie sehr Sie der Fluglärm gestört oder belästigt hat. Wenn Sie sich äußerst gestört oder belästigt fühlen, wählen Sie die Zehn, wenn Sie sich überhaupt nicht gestört oder belästigt fühlen, geben Sie die Null an, und wenn Sie irgendwo dazwischen liegen, wählen Sie bitte eine Zahl zwischen Null und Zehn. Wenn Sie nun noch einmal an die letzten 12 Monate hier bei Ihnen denken, welche Zahl zwischen Null und Zehn gibt am besten an, wie stark Sie sich durch den Fluglärm insgesamt gestört oder belästigt fühlten?

INT.: Vorlage 6 vorlegen und den Probanden mit dem Finger den Wert anzeigen lassen, wo er/sie das Kreuz setzen würde, dann in den Fragebogen übertragen



3 Themenblock: Lärm und Verhalten/Coping und Information

3.1 Im Folgenden finden Sie Beispiele auf Fluglärm zu reagieren,

INT.: Vorlage 7 aushändigen

	nie	selten	gelegentlich	oft	sehr oft
wie oft sprechen Sie wegen des Lärms lauter?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
wie oft verlegen Sie die jeweilige Tätigkeit auf eine ruhigere Zeit?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
wie oft ziehen Sie sich in einen ruhigeren Raum zurück?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
wie oft verstopfen Sie sich die Ohren? (z.B. mit Oropax, Ohrstöpseln)	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
wie oft nehmen Sie Beruhigungs- oder Schlafmittel?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
wie oft stellen Sie wegen des Lärms den Fernseher oder das Radio lauter?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
wie oft halten Sie Fenster für die Dauer der Störung geschlossen?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
wie oft verzichten Sie auf die Benutzung von Balkon, Garten oder Terrasse?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

3.2 Insgesamt in einer solchen Situation, wenn ein Flugzeug kommt, während Sie sich mit jemandem unterhalten, wie oft tun Sie das folgende?

INT.: Vorlage 7 weiterhin verwenden

	nie	selten	gelegentlich	oft	sehr oft
Ich ignoriere den Lärm.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Ich schließe das Fenster.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Ich rücke näher an meinen Gesprächspartner heran.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Ich werde nervös wegen des Lärms.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Ich reagiere gereizt wegen des Lärms.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Ich ärgere mich über den Lärm.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Ich bekomme schlechte Laune.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Ich breche das Gespräch ab.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Ich spreche lauter oder schreie	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
anderes, und zwar INT: Stichworte angeben	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

3.3 Durch folgende Möglichkeiten kann gegen die Beeinträchtigung durch Lärm aktiv vorgegangen werden.

Haben Sie wegen des Lärms	Ja	Nein
....Doppelfenster bzw. Thermopfenster eingebaut, d.h. haben Sie selbst und nicht der Vermieter oder eine andere Person Doppelfenster bzw. Thermopfenster eingebaut?	☐ 1	☐ 2
....Räume verlegt (z.B. Schlafzimmer in einen ruhigeren Raum verlegt)?	☐ 1	☐ 2
....eine Protestliste oder ähnliches unterschrieben?	☐ 1	☐ 2
....eine zuständige Stelle angerufen oder einen Beschwerdebrief geschrieben?	☐ 1	☐ 2
...das CASA-Programm in Anspruch genommen?	☐ 1	☐ 2
INT.: nur auf Rückfrage: CASA-Programm: Angebot zu Rückkauf oder Wertausgleich bei Immobilien mit Überflughöhe von weniger als 350 Metern		
...das „Passiver Schallschutz-Programm“ der Fraport in Anspruch genommen?	☐ 1	☐ 2
....einen Umzug in Betracht gezogen?	☐ 1	☐ 2
Sind Sie wegen des Lärms umgezogen?	☐ 1	☐ 2

3.4 Haben Sie wegen des Lärms noch etwas anderes unternommen?

Nein ☐ 0

Ja, und zwar: ☐ 1

3.5 Wer sollte sich Ihrer Meinung nach am ehesten um Fluglärminderung hier bei Ihnen bemühen, und wie sehr?

INT.: Vorlage 8 aushändigen

	nicht	wenig	mittel- mäßig	ziem- lich	sehr
die Industriebetriebe am Flughafen	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
die Flugzeughersteller	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
die Fluglinien / Fluggesellschaften	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
die Flughafenbetreiber (Fraport AG)	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
die kommunalen Behörden	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
das Regionale Dialogforum (RDF)	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
das Land Hessen	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
der Fluglärmschutzbeauftragte	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
sonstige Verantwortliche, und zwar:	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

3.6 Und wie sehr bemühen sich diese Stellen Ihrer Ansicht nach tatsächlich?

INT.: Vorlage 8 weiterhin verwenden

	nicht	wenig	mittel- mäßig	ziem- lich	sehr
die Industriebetriebe am Flughafen	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
die Flugzeughersteller	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
die Fluglinien / Fluggesellschaften	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
die Flughafenbetreiber (Fraport AG)	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
die kommunalen Behörden	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
das Regionale Dialogforum (RDF)	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
das Land Hessen	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
der Fluglärmschutzbeauftragte	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
sonstige Verantwortliche, und zwar:	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

4 Themenblock: Beeinträchtigungen durch Flugverkehr

4.1 Es geht jetzt um Aussagen zu Folgen und möglichen Beeinträchtigungen durch den Flugverkehr hier bei Ihnen. Bitte sagen Sie mir, inwieweit Sie sich bei Ihnen zu Hause aus den nachfolgenden Gründen durch den Flugverkehr bedroht fühlen.

INT.: Vorlage 9 aushändigen

Insgesamt fühle ich mich durch den Flugverkehr bei mir zu Hause ...	nicht	we- nig	mittel- mäßig	ziemlich	sehr
... bedroht					
wegen der Beeinträchtigung meines Gehörs durch den Fluglärm	☐ 5	☐ 4	☐ 3	☐ 2	☐ 1
wegen der Gefahr eines Flugzeugabsturzes	☐ 5	☐ 4	☐ 3	☐ 2	☐ 1
wegen der geringen Überflughöhen	☐ 5	☐ 4	☐ 3	☐ 2	☐ 1
wegen der Beeinträchtigung meiner Gesundheit durch das Kerosin der Flugzeuge	☐ 5	☐ 4	☐ 3	☐ 2	☐ 1
wegen der Beeinträchtigung meiner Gesundheit durch Fluglärmstress (Herzinfarkt etc.)	☐ 5	☐ 4	☐ 3	☐ 2	☐ 1
wegen des Wertverlustes meiner Wohnung / meines Hauses	☐ 5	☐ 4	☐ 3	☐ 2	☐ 1
wegen Sonstigem und zwar:	☐ 5	☐ 4	☐ 3	☐ 2	☐ 1

5 Themenblock: Gesundheitsbezogene Lebensqualität

5.1 Allgemeiner Gesundheitszustand

In diesen Fragen geht es um Ihre Beurteilung Ihres Gesundheitszustandes. Die Fragen ermöglichen es, im Zeitverlauf nachzuvollziehen, wie Sie sich fühlen und wie Sie im Alltag zurechtkommen. Die ersten Fragen betreffen Ihre derzeitige Gesundheit und Ihre täglichen Aktivitäten. Bitte versuchen Sie jede der Fragen so genau wie möglich zu beantworten.

Ich werde Ihnen jede Frage und die dazu gehörigen Antwortmöglichkeiten vorlesen. Bitte nennen Sie mir dann die auf Sie zutreffende Antwort.

5.1.1 Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben

INT.: nur eine Angabe

☐ 1 ausgezeichnet ☐ 2 sehr gut ☐ 3 gut ☐ 4 weniger gut ☐ 5 schlecht

5.1.2 Ich werde Ihnen nun eine Reihe von Tätigkeiten vorlesen, die Sie vielleicht an einem normalen Tag ausüben. Bitte sagen Sie mir, ob Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten stark eingeschränkt, etwas eingeschränkt oder überhaupt nicht eingeschränkt sind.

INT.: Falls Beantwortung allgemein mit ja, zunächst nachfragen, im Zweifel mit 1 codieren

Tätigkeiten	Ja, stark eingeschränkt	Ja, etwas eingeschränkt	Nein, überhaupt nicht eingeschränkt
1. ...mittelschwere Tätigkeiten, z.B. einen Tisch verschieben, staubsaugen, kegeln, Golf spielen. Sind Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten stark eingeschränkt, etwas eingeschränkt oder überhaupt nicht eingeschränkt?	☐ 1	☐ 2	☐ 3
2. ...mehrere Treppenabsätze steigen. Sind Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten stark eingeschränkt, etwas eingeschränkt oder überhaupt nicht eingeschränkt?	☐ 1	☐ 2	☐ 3

5.1.3 Die folgenden Fragen beschäftigen sich mit Ihrer körperlichen Gesundheit und Ihren Schwierigkeiten bei der Arbeit oder bei anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause.

Ja Nein

1. In den vergangenen 4 Wochen, haben Sie weniger geschafft als Sie wollten wegen Ihrer körperlichen Gesundheit	☐ 1	☐ 2
2. In den vergangenen 4 Wochen, konnten Sie nur bestimmte Dinge tun wegen Ihrer körperlichen Gesundheit?	☐ 1	☐ 2

5.1.4 Die folgenden Fragen beschäftigen sich mit Ihren seelischen Problemen und Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause.

Ja Nein

1. In den vergangenen 4 Wochen, haben Sie weniger geschafft als Sie wollten wegen seelischer Probleme, z.B. weil Sie sich niedergeschlagen oder ängstlich fühlten?	☐ 1	☐ 2
2. In den vergangenen 4 Wochen, konnten Sie nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten wegen seelischer Probleme, z.B. weil Sie sich niedergeschlagen oder ängstlich fühlten?	☐ 1	☐ 2

5.1.5 Inwieweit haben Schmerzen Sie in den vergangenen 4 Wochen bei der Ausübung Ihrer Alltagstätigkeiten zu Hause und im Beruf behindert?

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5
überhaupt nicht etwas mäßig ziemlich sehr

5.1.6 Bei den folgenden Fragen geht es darum, wie Sie sich fühlen und wie es Ihnen in den vergangenen 4 Wochen gegangen ist. Bitte geben Sie mir zu jeder Frage die Antwort, die Ihrem Befinden am besten entspricht.

INT.: Vorlage 10 auszändigen

	immer	mei- stens	ziem- lich oft	manch- mal	selten	nie
Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen voller Schwung?	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅	☐ ₆
Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen sehr nervös?	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅	☐ ₆
Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen so niedergeschlagen, dass Sie nichts aufheitern konnte?	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅	☐ ₆
Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen ruhig und gelassen?	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅	☐ ₆
Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen voller Energie?	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅	☐ ₆
Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen entmutigt und traurig?	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅	☐ ₆
Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen erschöpft?	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅	☐ ₆
Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen glücklich?	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅	☐ ₆
Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen müde?	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅	☐ ₆

5.1.7 Wie häufig haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den vergangenen 4 Wochen Ihre normalen Kontakte zu anderen Menschen (Besuche bei Freunden, Verwandten usw.) beeinträchtigt?

☐₁ immer ☐₂ meistens ☐₃ manchmal ☐₄ selten ☐₅ nie

5.2 Im Folgenden geht es um Ihre Lebenszufriedenheit. Bitte sagen mir für jeden Punkt/ Bereich, wie wichtig er für Ihr Wohlbefinden ist und wie zufrieden Sie derzeit damit sind. Denken Sie bitte an die letzten 4 Wochen!

INT.: Vorlage 11 auszändigen und erläutern

	nicht wichtig	etwas wichtig	ziemlich wichtig	sehr wichtig	extrem wichtig		unzufrieden	eher unzufrieden	eher zufrieden	ziemlich zufrieden	sehr zufrieden
Freunde/Bekannte	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅		☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
Freizeitgestaltung/Hobbies	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅		☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
Gesundheit	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅		☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
Einkommen/finanzielle Sicherheit	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅		☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
Beruf/ Arbeit	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅		☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
Wohnsituation	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅		☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
Familienleben/Kinder	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅		☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
Partnerschaft/Sexualität	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅		☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
Umweltbedingungen: allgemein	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅		☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅
Umweltbedingungen: Fluglärm	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅		☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅

5.3 Fühlen Sie sich momentan durch ein außerordentliches Ereignis (z.B. Katastrophe, schwerer Unfall, Trauma, schwere Krankheit oder Todesfall) belastet?

Nein ➔ INT.: weiter mit Frage 5.4 ☐₀

Ja, und zwar: ☐₁

5.3.1 Falls Ja, was war das für ein Ereignis?

INT.: Bei mehreren Ereignissen: das jeweils schwerste Ereignis auch nachfolgend notieren!)

5.3.2 Falls Ja, in welchem Jahr war dieses Ereignis? _____

5.4 Hatten Sie jemals eines oder mehrere der folgenden Gesundheitsprobleme? Falls Ja, traten diese Probleme auch in den letzten 12 Monaten auf? Bitte denken Sie bei der Beantwortung auch daran, ob ein Arzt eines der folgenden Gesundheitsprobleme bei Ihnen diagnostizierte!

Krankheiten	Jemals		Falls Ja, auch in den letzten 12 Monaten?
	Nein	Ja	
1. Heuschnupfen	☐ 0	☐ 1	☐ 2
2. Asthma	☐ 0	☐ 1	☐ 2
3. Chronische Bronchitis/ Lungenerkrankung	☐ 0	☐ 1	☐ 2
4. Chronische Magen- oder Darmerkrankung	☐ 0	☐ 1	☐ 2
5. Arthritis, Rheuma	☐ 0	☐ 1	☐ 2
6. Rückenschmerzen, Ischias	☐ 0	☐ 1	☐ 2
7. Sehstörungen, Blindheit	☐ 0	☐ 1	☐ 2
8. Chronische Hauterkrankung	☐ 0	☐ 1	☐ 2
9. Schwerhörigkeit, Taubheit	☐ 0	☐ 1	☐ 2
10. Körperliche Behinderung (Arme, Beine)	☐ 0	☐ 1	☐ 2
11. Chronische Erkrankung/ Niere, Blase	☐ 0	☐ 1	☐ 2
12. Andere chronische Erkrankungen	☐ 0	☐ 1	☐ 2
13. Krebs	☐ 0	☐ 1	☐ 2
14. Bluthochdruck (Hypertonie)	☐ 0	☐ 1	☐ 2
15. Zuckerkrankheit (Diabetes)	☐ 0	☐ 1	☐ 2
16. Herzinsuffizienz	☐ 0	☐ 1	☐ 2
17. Angina pectoris	☐ 0	☐ 1	☐ 2
18. Herzinfarkt	☐ 0	☐ 1	☐ 2

5.5 Gesundheit/ Beschwerden

INT.: Vorlage 12 aushändigen

Wie stark fühlen Sie sich durch folgende Beschwerden belastigt?	nicht	kaum	einigermaßen	erheblich	stark
1. Schwächegefühl	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
2. Herzklopfen, Herzjagen, Herzustolpern	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
3. Druck- und Völlegefühl im Leibe	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
4. Übermäßiges Schlafbedürfnis	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
5. Gelenk- oder Gliederschmerzen	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
6. Schwindelgefühl	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
7. Kreuz- oder Rückenschmerzen	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
8. Nacken- und Schulterschmerzen	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
9. Erbrechen	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
10. Übelkeit	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
11. Kloßgefühl, Engigkeit oder Würgen im Hals	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
12. Aufstoßen	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
13. Sodbrennen oder saures Aufstoßen	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
14. Kopfschmerzen	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
15. Rasche Erschöpfbarkeit	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
16. Müdigkeit	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
17. Gefühl der Benommenheit	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
18. Schweregefühl oder Müdigkeit in den Beinen	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
19. Mattigkeit	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
20. Stiche, Schmerzen oder Ziehen in der Brust	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
21. Magenschmerzen	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
22. Anfallsweise Atemnot	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
23. Drückgefühl im Kopf	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
24. Anfallsweise Herzbeschwerden	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4

5.6 Welche Medikamente haben Sie während der letzten 12 Monate eingenommen?
INT.: Vorlage 13 aushändigen

Medikamente	nie	selten	1 bis 3mal monatl. .	wenige r als 1mal wöchen tlich	1-2mal wöchen tlich	mehrm als wöchen tlich	täglich
1. blutdrucksenkende Mittel	☐ ₀	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅	☐ ₆
2. Herzmittel	☐ ₀	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅	☐ ₆
3. Migränemittel	☐ ₀	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅	☐ ₆
4. Schlafmittel	☐ ₀	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅	☐ ₆
5. stimmungsb beeinflussende Mittel	☐ ₀	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅	☐ ₆
6. Beruhigungsmittel	☐ ₀	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅	☐ ₆
7. Antiallergika	☐ ₀	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅	☐ ₆
8. Mittel für Lungen / Bronchien (z.B. Asthmamittel)	☐ ₀	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄	☐ ₅	☐ ₆

5.7 Die folgenden Fragen beziehen sich auf Ihre üblichen Schlafgewohnheiten, und zwar nur während der letzten vier Wochen. Ihre Antworten sollten möglichst genau sein und sich auf die Mehrzahl der Tage und Nächte während der letzten vier Wochen beziehen. Beantworten Sie bitte alle Fragen!

5.8.1	Wann sind Sie während der letzten vier Wochen gewöhnlich abends zu Bett gegangen?	Übliche Uhrzeit: _____ Uhr
5.8.2	Wie lange hat es während der letzten vier Wochen gewöhnlich gedauert, bis Sie nachts eingeschlafen sind?	In Minuten: _____ Min.
5.8.3	Wann sind Sie während der letzten vier Wochen gewöhnlich morgens aufgestanden?	Übliche Uhrzeit: _____ Uhr
5.8.4	Wie viele Stunden haben Sie während der letzten vier Wochen pro Nacht tatsächlich geschlafen? (Das muss nicht mit der Anzahl der Stunden, die Sie im Bett verbracht haben, übereinstimmen)	Effektive Schlafzeit (Stunden/ Nacht): _____ Std.

5.8.5 Wie oft haben Sie während der letzten vier Wochen schlecht geschlafen, ...
INT: Vorlage 13b aushändigen. „Bitte nennen Sie jeweils die zutreffende Ziffer“

1. ... weil Sie nicht innerhalb von 30 Minuten einschlafen konnten?

2. ... weil Sie mitten in der Nacht oder früh morgens aufgewacht sind?

3. ... weil Sie aufstehen mussten, um zur Toilette zu gehen?

4. ... weil Sie Beschwerden beim Atmen hatten?

5. ... weil Sie husten mussten oder laut geschnarcht haben?

6. ... weil Ihnen zu kalt war?

7. ... weil Ihnen zu warm war?

8. ... weil Sie schlecht geträumt hatten?

9. ... weil Sie Schmerzen hatten?

10. ... aus anderen Gründen?

☐ 1

Falls ja, Bitte beschreiben:

Und wie oft während des letzten Monats konnte Sie aus diesem Grund schlecht schlafen? →

INT.: Wechselnde Antwortskalen für nachfolgende Fragen. Vorlage einziehen und jeweils zuerst alle Antwortvorgaben vorlesen, bevor Befragter antwortet!

5.8.6	Wie würden Sie insgesamt die Qualität Ihres Schlafes während der letzten vier Wochen bewerten?	☐ 0 sehr gut ☐ 1 ziemlich gut ☐ 2 ziemlich schlecht ☐ 3 sehr schlecht
5.8.7	Wie oft haben Sie während der letzten vier Wochen Schlafmittel eingenommen (vom Arzt verschriebene oder frei verkäufliche?)	☐ 0 Während der 4 Wochen gar nicht ☐ 1 Weniger als einmal pro Woche ☐ 2 Einmal oder zweimal pro Woche ☐ 3 Dreimal oder häufiger pro Woche
5.8.8	Wie oft hatten Sie während der letzten vier Wochen Schwierigkeiten wachzubleiben, etwa beim Autofahren, beim Essen oder bei gesellschaftlichen Anlässen?	☐ 0 Während der 4 Wochen gar nicht ☐ 1 Weniger als einmal pro Woche ☐ 2 Einmal oder zweimal pro Woche ☐ 3 Dreimal oder häufiger pro Woche
5.8.9	Hatten Sie während der letzten vier Wochen Probleme, mit genügend Schwung die üblichen Alltagsaufgaben zu erledigen?	☐ 0 Keine Probleme ☐ 1 Kaum Probleme ☐ 2 Etwas Probleme ☐ 3 Große Probleme

6 Themenblock: „Change Effect“ bzw. Erwartungen

6.1 Wenn Sie einmal an die letzten drei Jahre denken: Hat es hier bei Ihnen eine Veränderung des Flugverkehrs gegeben? Ja ☐ 1

Nein ☐ 0

→ Weiter mit 6.2

6.1.2 Können Sie ungefähr noch sagen, wann das war? _____ / _____
MM JJ

6.2 Und wie ist es mit dem Fluglärm: Haben Sie seitdem eine Änderung wahrgenommen?

Ja, Fluglärm hat zugenommen	Ja, Fluglärm hat abgenommen	Nein	Weiß nicht
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4

6.3 Sie haben vermutlich mitbekommen, dass ein Ausbau des Flughafens geplant ist. Was meinen Sie: Wird Ihre Wohnsituation nach einem Ausbau des Flughafens alles in allem genommen annähernd gleichbleiben, sich verbessern oder sich verschlechtern?

Verschlechtern	☐ 1
Gleichbleiben	☐ 2
Verbessern	☐ 3
Keine Angabe, kein Urteil möglich	☐ 4

6.4 Was meinen Sie: Wie stark werden Sie sich hier zukünftig durch den Fluglärm belästigt fühlen, wenn die neue Landebahn erst einmal in Betrieb genommen worden ist: Werden Sie sich äußerst, stark, mittelmäßig, etwas oder überhaupt nicht gestört oder belästigt fühlen?

äußerst	stark	mittel- mäßig	etwas	überhaupt nicht
☐ 5	☐ 4	☐ 3	☐ 2	☐ 1

6.5 Als nächstes möchte ich Ihnen eine Liste von Erwartungen vorlegen, die andere Leute zum geplanten Ausbau des Flughafen geäußert haben. Ich möchte Sie bitten, mir jeweils zu sagen, inwieweit die jeweilige Erwartung auch für Sie zutrifft.

INT.: Vorlage 14 aushändigen

trifft zu...	nicht	wenig	mittel- mäßig	ziem- lich	sehr
Der Ausbau des Flughafens fördert die Weiterentwicklung der Region.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Der Flughafen ausbau und der Flugverkehr werden zu Schäden an der Natur führen.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Nachbarschaftliche Bindungen werden gestört.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Der Service-Bereich des Flughafens wird im Zuge des Ausbaus auch für Anwohner attraktiver.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Durch den Flughafen ausbau wird es zu einer Wertminderung der Häuser und Grundstücke kommen.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Wegen des Fluglärms nach dem Flughafen ausbau werde ich nicht mehr ruhig schlafen können.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Die Tourismusbranche im Rhein-Main-Gebiet wird von der Erweiterung des Flughafens profitieren.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Durch den Flughafen ausbau entstehen neue Arbeitsplätze in der Region.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Nach dem Flughafen ausbau werde ich abends schlechter zur Ruhe kommen	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Nach dem Ausbau werde ich morgens häufiger vom Fluglärm geweckt werden.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Der Fluglärm nach dem Ausbau wird einem den Aufenthalt im Garten, auf der Terrasse oder auf dem Balkon verleiden.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Nach dem Ausbau werden mehr attraktive Reiseziele angefliegen.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Nach dem Ausbau wird sich die allgemeine Lebensqualität verbessern.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

7 Soziodemographie/ Angaben zur Person

7.1 In welchem Jahr wurden Sie geboren? 19 _____

7.2 **INT.: Bitte Geschlecht der Person ohne Abfrage eintragen**

weiblich ☐ 1 männlich ☐ 2

7.3 Leben Sie allein oder mit einem festen Partner zusammen?

allein ☐ 1 mit Partner ☐ 2

7.4 Liegt bei Ihnen Schwerhörigkeit vor?

Ja ☐ 1 Nein ☐ 0

7.5 Wie viele Personen leben ständig in Ihrem Haushalt, Sie selbst mitgerechnet? Zählen Sie dabei bitte auch Kinder mit.

INT.: Bitte in jedem Feld eine Angabe. Falls in einer Altersgruppe keine Personen im Haushalt leben, bitte Angabe des Wertes Null!

insgesamt _____ Personen, davon

_____ unter 14 Jahre (Kinder)

_____ von 14 bis unter 18 Jahre alt (Jugendliche) _____ über 18 Jahre alt (Erwachsene)

7.6.1 Sind Sie derzeit ... **INT.: Alle Antwortvorgaben vorlesen**

... berufstätig	☐ 1	
... in Ausbildung / Schüler(in) / Student(in)	☐ 2	→ INT.: weiter mit Frage 7.7
... Ausübung mehrerer Tätigkeiten (Nebenjobs)	☐ 3	→ INT.: weiter mit Frage 7.7
... zur Zeit erwerbslos	☐ 4	seit _____ / _____ MM JJ → INT.: weiter mit Frage 7.6.3
... noch nie erwerbstätig gewesen	☐ 5	→ INT.: weiter mit Frage 7.7
... in Pension/Rente	☐ 6	seit _____ / _____ MM JJ → INT.: weiter mit Frage 7.6.3

7.6.2 Fragen zur derzeitigen Tätigkeit

Wie lange üben Sie Ihre derzeitige Tätigkeit bereits aus?
Seit etwa _____ Jahr(en) und _____ Monat(en)
Wie lange sind Sie insgesamt erwerbstätig?
Seit etwa _____ Jahr(en) und _____ Monat(en)
Wie lange sind Sie bei Ihrem jetzigen Arbeitgeber beschäftigt?
Seit etwa _____ Jahr(en) und _____ Monat(en)
Und wie häufig haben Sie in den letzten 10 Jahren Ihren Arbeitgeber gewechselt?
Etwa _____ Mal

7.6.3 Welche berufliche Position nehmen Sie gegenwärtig ein (falls Sie arbeitslos bzw. berentet sind, geben Sie bitte Ihre letzte Position an)?

Arbeiter(in):	Angestellte(r) mit	Beamtin/Beamter
ungelernte(r) ☐ 1	einfacher Tätigkeit ☐ 6	im einfachen Dienst .. ☐ 10
angelernte(r) ... ☐ 2	schwieriger Tätigkeit ... ☐ 7	im mittleren Dienst ☐ 11
Facharbeiter(in) ☐ 3	leitender Tätigkeit ☐ 8	im gehobenen Dienst ☐ 12
Vorarbeiter(in) .. ☐ 4	umfassender Tätigkeit ☐ 9	im höheren Dienst ☐ 13
Meister(in) ☐ 5	(z.B. Direktor, Geschäftsführer)	

Selbständige(r):

Selbständiger Landwirt ☐ 14

Akademiker im freien Beruf ☐ 15 Anzahl der

Selbständiger im Handel, Gewerbe, Handwerk, Industrie, Dienstleistung .. ☐ 16 Mitarbeiter _____

Mithelfende(r) im Familienbetrieb ☐ 17

7.7 Höchster erreichter Schulabschluss

Ohne Haupt-/Volksschulabschluss	☐
Haupt-/Volksschulabschluss	☐
Realschulabschluss/Mittlere Reife	☐
Abschluss der Polytechnischen Oberschule	☐
Fachhochschulreife	☐
Allgemeine/fachgebundene Hochschulreife/Abitur	☐
andere: _____	☐

7.8 Ausbildung

Keine abgeschlossene Ausbildung	☐
Beruflich-betriebliche Ausbildung (Lehre)	☐
Beruflich-schulische Ausbildung (Handelsschule/Berufsfachschule)	☐
Abschluss an Fachschule, Meister-, Technikerschule, Berufs- oder Fachakademie	☐
Fachhochschulabschluss	☐
Hochschulabschluss	☐
andere: _____	☐

7.9 Arbeiten Sie oder jemand aus ihrem Haushalt am Flughafen?

Sie selbst	jemand aus dem Haushalt	Nein/Niemand
☐ 1	☐ 2	☐ 0

7.10 Wie häufig nutzen Sie den Frankfurter Flughafen für folgende Dinge?

INT.: Vorlage 15 aushändigen

	nie	selten	gelegentlich	oft	sehr oft
Dienstreisen	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Urlaubsreisen	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
Nutzung des Servicebereichs im Flughafen	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

7.11 Bitte geben Sie Ihr monatlich verfügbares Familieneinkommen an (Familien-Nettoeinkommen; Summe der Gehälter, Löhne, Renten, usw. nach Abzug der Steuern). Bitte nennen Sie mir für Ihr Einkommen den zutreffenden Buchstaben auf der Vorlage.

INT.: Vorlage 16 aushändigen

- | | | |
|---|---|---|
| ☐ A
weniger als 500 € | ☐ D
1.500 € bis 2.000 € | ☐ G
3.000 € bis 3.500 € |
| ☐ B
500 € bis 1000 € | ☐ E
2.000 € bis 2.500 € | ☐ H
über 3.500 € |
| ☐ C
1.000 € bis 1.500 € | ☐ F
2.500 € bis 3.000 € | ☐ keine Angabe |

Sind Sie Hauptverdiener des Haushalts? ja ☐ nein ☐ keine Angabe ☐

Vielen Dank für Ihre Teilnahme !!

Nun habe ich abschließend eine Bitte an Sie. Wir führen im Anschluss an diese Befragungsstudie in den nächsten Monaten eine weitere Untersuchung zum Fluglärm durch. Dafür suchen wir Personen, die Interesse haben, über 3 Tage hinweg zu notieren, wie stark die Störungen durch den Fluglärm jeweils zu verschiedenen Tageszeiten sind. Wir würden uns freuen, wenn Sie bereit wären, an dieser Studie teilzunehmen.

Haben Sie Interesse an einer Teilnahme?

Ja 1 → Infoblatt erklären; Teilnehmerblatt ausfüllen
Nein 0

Interviewdaten

Datum des Interviews: _____

Interviewer-Nr.: _____

Interviewer Nachname, Vorname _____

Hiermit versichere ich, daß ich das Interview mit der vorgesehenen Zielperson ordnungsgemäß durchgeführt habe.

Interviewer Unterschrift _____