

# Lärmstudie 2000

Schlussbericht zur 2. Befragungsstudie vom August 2003  
Autoren: Katja Wirth, Mark Brink, Christoph Schierz

**Report**

**Author(s):**

Wirth, Katja; Brink, Mark; Schierz, Christoph

**Publication date:**

2006

**Permanent link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-005291298>

**Rights / license:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#)



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Zentrum für Organisations- und  
Arbeitswissenschaften (ZOA)  
Fachbereich Umweltergonomie

ETH Zentrum  
Leonhardstrasse 27  
CH-8092 Zürich

<http://www.zoa.ethz.ch>

<http://www.laerm2000.ethz.ch>

# Lärmstudie 2000

## Schlussbericht zur 2. Befragungsstudie vom August 2003

---

Autoren: Katja Wirth  
Mark Brink  
Christoph Schierz

## **Lärmstudie 2000**

### **Schlussbericht zur 2. Befragungsstudie vom August 2003**

Version 1.00, August 2006

© ETH Zürich, Zentrum für Organisations- und Arbeitswissenschaften

#### **Bezug als PDF-File**

Dieses Dokument kann unter folgendem Link kostenlos heruntergeladen werden:

[http://www.laerm.ethz.ch/files/LS2000\\_Befragung2003\\_1.0.pdf](http://www.laerm.ethz.ch/files/LS2000_Befragung2003_1.0.pdf)

#### **Zitierung dieses Dokuments**

Wirth, K., Brink, M., Schierz, Ch. (2006): Lärmstudie 2000. Schlussbericht der 2. Befragungsstudie vom August 2003. ETH Zürich, Zentrum für Organisations- und Arbeitswissenschaften. [Online: [http://www.laerm.ethz.ch/files/LS2000\\_Befragung2003\\_1.0.pdf](http://www.laerm.ethz.ch/files/LS2000_Befragung2003_1.0.pdf)]

#### **Weitere Dokumente**

Forschungsberichte zur Lärmstudie 2000 (Befragung 2001, Befragung 2003, Feldstudie) werden auf der Lärmstudie-Website [www.laerm2000.ethz.ch](http://www.laerm2000.ethz.ch) publiziert.

# Zusammenfassung

Im Rahmen der Lärmstudie 2000 wurde im August 2003 im Umkreis des Flughafens Zürich zum zweiten mal eine Befragung zur Fluglärmbelästigung durchgeführt. Es handelte sich um eine Wiederholung der Befragung von 2001, mit dem Ziel, die Veränderung der Belästigung im Zeitverlauf zu untersuchen und die Ergebnisse der Studie von 2001 zu validieren. 1211 Personen wurden schriftlich und 510 telefonisch befragt. Für jede Person lagen verschiedene Fluglärmbelastungsdaten vor.

Die Auswertungen zeigen, dass nicht durchgängig ein Effekt der Befragungsmethode auf die Antworten der Befragten zu finden ist. Die kostengünstigere Methode der schriftlichen Befragung kann für Studien mit der vorliegenden Zielsetzung als geeignet angesehen werden.

Bei Personen, die keine abrupte Änderung des Fluglärmpegels erlebt hatten, rief 2003 ein bestimmter Pegel die gleiche durchschnittliche Belästigung hervor wie im Jahr 2001. Der Zusammenhang zwischen Belastung und Belästigung war eher klein. Personen im Osten des Flughafens, die von einer abrupten Zunahme des Schallpegels in den Nachtrandstunden betroffen waren, zeigten sog. Überschussreaktionen: Ihre durchschnittliche Belästigung war höher als aufgrund des Dauerschallpegels hätte erwartet werden müssen. Bei diesen Personen bestand kein Zusammenhang zwischen Belastung und Belästigung. Bei Personen im Norden des Flughafens, die durch die Ostanflüge eine abrupte Abnahme der Belastung in den Nachtrandstunden erlebt hatten, fanden sich nicht durchgängig Überschusseffekte. Es zeigte sich, dass sowohl die Veränderung des Pegels zwischen 2001 und 2003 als auch der über das Jahr gemittelte Dauerschallpegel einen Einfluss auf die Belästigung hatte. Abrupte und kontinuierliche Pegelveränderungen, auch unter 3 dB(A), schlugen sich im Mittel im Belästigungsurteil von 2003 nieder.

Die Resultate der Befragung von 2001 konnten mit dieser Studie bestätigt werden: Moderierende Variablen hatten einen sehr starken Einfluss auf die Lärmbelästigung. Zu unterschiedlichen Tageszeiten waren die Befragten unterschiedlich stark belästigt. Das allgemeine Belästigungsurteil basierte auf der Situation in der Wohnung mit geöffnetem Fenster, oder draussen vor dem Haus. Die Bestätigung der Resultate von 2001 spricht für eine hohe Datenqualität in beiden Studien.

# Summary

Within the Swiss Noise Study 2000 a survey was carried out in August 2003 in the vicinity of Zurich Airport. The purpose of this study was to investigate the changes of noise-induced community response to aircraft noise and to validate the results of a survey carried out in 2001 in the same area and with the same methodology. 1211 residents were surveyed with a questionnaire distributed by mail. Additionally, 510 telephonic interviews were carried out. For each of the 1721 subjects a variety of aircraft noise exposure data was calculated by EMPA Materials Science & Technology.

The results show that the survey method (questionnaire versus telephonic interviews) had no systematic effect on dependent variables. The cost-saving method of mail-distributed questionnaires is adequate for a study with the present purpose.

In the residential areas around the airport without any change of the exposure level between 2001 and 2003, the dose-response relationship was the same as in 2001. The relationship between dose and response was rather low. One residential area was newly affected with landing aircraft early in the morning and late in the evening ("Ostanflüge"). These residents showed a considerable overreaction in noise annoyance. No relationship between sound levels and noise annoyance was found for this area. The residents in an area to the north of the airport underwent a step decrease of noise exposure early in the morning and late in the evening. No clear overreaction was found for these subjects.

Both the yearly averaged sound level of 2003 and the difference in sound level between 2001 and 2003 had a significant impact on annoyance in 2003. Changes in noise exposure, continuous ones as well as abrupt ones, had an influence on annoyance, even if the noise level difference was below 3 dB(A) within the two years.

The findings of the 2001 survey were confirmed: Moderator variables had a very important effect on annoyance. The time of day also had an impact on annoyance. The general annoyance judgment at home was based on the situation with open windows or outside the house. The confirmation of the results of the 2001 survey shows the high validity of the data in both the 2001 and the 2003 surveys.

# Inhalt

<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>3</b>
<b>Summary</b> .....	<b>4</b>
<b>1 Ausgangslage</b> .....	<b>7</b>
<b>2 Theoretische Einleitung</b> .....	<b>8</b>
2.1 Belästigung .....	8
2.2 Änderung der Fluglärmelastigung im Zeitverlauf .....	9
<b>3 Methodik der Untersuchung</b> .....	<b>10</b>
3.1 Durchführung der Untersuchung.....	10
3.2 Belastungsmasse.....	13
3.3 Flugregime am Flughafen Zürich zur Zeit der Befragung .....	14
<b>4 Resultate</b> .....	<b>15</b>
4.1 Demografie.....	15
4.1.1 <i>Verteilung der Antworten</i> .....	15
4.1.2 <i>Definition der abrupten Pegeländerung</i> .....	18
4.2 Vergleich von Telefoninterviews mit schriftlicher Befragung .....	19
4.2.1 <i>Untersuchung über die gesamte Stichprobe</i> .....	20
4.2.2 <i>Untersuchung in den schriftlich und telefonisch befragten Gemeinden</i> .....	23
4.2.3 <i>Zusammenfassung</i> .....	26
4.3 Zusammenhang zwischen Belastung und Belästigung .....	27
4.3.1 <i>Die Belästigung allgemein und tagsüber</i> .....	27
4.3.2 <i>Die Belästigung in verschiedenen Situationen</i> .....	30
4.3.3 <i>Die Belästigung nachts</i> .....	31
4.3.4 <i>Der Anteil an stark belästigten Personen (%HA)</i> .....	32
4.3.5 <i>Zusammenfassung</i> .....	33
4.4 Untersuchung von Überschussreaktionen .....	34
4.4.1 <i>Personen mit abrupter Pegelzunahme</i> .....	34
4.4.2 <i>Personen mit abrupter Pegelabnahme</i> .....	36
4.4.3 <i>Zusammenfassung</i> .....	37
4.5 Die Wirkung von intervenierenden Variablen .....	38
<i>Zusammenfassung</i> .....	41
4.6 Tageszeitabhängige Belästigung.....	42
4.6.1 <i>Unterschied Tag – Nacht</i> .....	42
4.6.2 <i>Tageszeiten besonderer Belästigung</i> .....	43
4.6.3 <i>Zumutbarkeit des Fluglärms zu unterschiedlichen Tageszeiten</i> .....	55
4.6.4 <i>Zusammenfassung</i> .....	61
4.7 Veränderungen zwischen 2001 und 2003 .....	62
4.7.1 <i>Vergleich der Belästigung zwischen 2001 und 2003</i> .....	62

4.7.2	<i>Veränderung der intervenierenden Variablen zwischen 2001 und 2003</i> .....	69
4.7.3	<i>Zusammenfassung</i> .....	77
<b>5</b>	<b>Diskussion</b> .....	<b>78</b>
5.1	Vergleich von Telefoninterviews mit schriftlicher Befragung .....	78
5.2	Zusammenhang zwischen Belastung und Belästigung .....	78
5.2.1	<i>Die Belästigung als Funktion der Belastung</i> .....	78
5.2.2	<i>Überschussreaktionen</i> .....	79
5.3	Die Wirkung von intervenierenden Variablen .....	80
5.4	Tageszeitabhängige Belästigung .....	81
5.4.1	<i>Unterschied Tag – Nacht</i> .....	81
5.4.2	<i>Zeitliches Belästigungsprofil</i> .....	82
5.4.3	<i>Einfluss der auswärts verbrachten Zeit auf das Belästigungsprofil</i> .....	82
5.4.4	<i>Vergleich Belästigungsprofil 2001 – 2003</i> .....	82
5.4.5	<i>Stärkste Belastung als Referenz</i> .....	83
5.4.6	<i>Zumutbarkeit des Fluglärms zu unterschiedlichen Tageszeiten</i> .....	83
5.5	Veränderungen zwischen 2001 und 2003 .....	84
5.5.1	<i>Belästigungsveränderung zwischen 2001 und 2003</i> .....	84
5.5.2	<i>Belästigungsveränderung bei den zweimal befragten Personen</i> .....	84
5.5.3	<i>Veränderung der intervenierenden Variablen</i> .....	85
5.6	Zusammenfassende Bemerkungen und Ausblick .....	85
	<i>Regionalspezifische Lärmreaktionen</i> .....	85
	<i>Rolle der intervenierenden Variablen</i> .....	86
	<i>Beurteilung der Datenqualität</i> .....	87
<b>Anhang A</b>	.....	<b>88</b>
A1	Fragebogen .....	88
A2	Ergänzungen zu den statistischen Auswertungen .....	93
A3	Flugspuren am Flughafen Zürich .....	94
A4	Literaturverzeichnis .....	96

# 1 Ausgangslage

Im Rahmen der Lärmstudie 2000 wurde am ehemaligen Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie (heute Zentrum für Organisations- und Arbeitswissenschaften, ZOA) der ETH Zürich im August 2001 eine schriftliche Befragung zur Fluglärmbelästigung im Umfeld des Flughafens Zürich durchgeführt. Diese Befragung wurde zwei Jahre später, im August 2003, wiederholt, mit folgender Zielsetzung:

- Validierung der Ergebnisse der Befragung von 2001: Es wurde geprüft, ob die Methode der schriftlichen Befragung für diese Art Studie geeignet ist, oder ob mit systematischen Verzerrungen der Resultate gerechnet werden muss.
- Untersuchung der Veränderung der Belästigung im Zeitverlauf: Hatte sich die Reaktion auf die Fluglärmbelastung zwischen 2001 und 2003 verändert?
- Monitoring: Die Befragungsstudien von 2001 und 2003 sollen den Grundstein für ein langfristiges Monitoring über die Auswirkungen von Fluglärm im Umkreis des Flughafens Zürich legen.

Zwischen der Befragungsstudie von 2001 und derjenigen von 2003 gab es einige Veränderungen am Flughafen Zürich. Am einschneidendsten war die Einführung der sog. „Ostanflüge“, durch die ein vorher relativ ruhiges Gebiet im Osten des Flughafens morgens früh und abends spät neu von Überflügen landender Maschinen betroffen war. Da die Resultate der vorliegenden Befragungsstudie nicht unabhängig von den politischen und betrieblichen Geschehnissen am Flughafen Zürich gesehen werden können, sind im folgenden die wichtigsten Ereignisse der letzten Jahre in chronologischer Reihenfolge erwähnt:

- Kündigung der Verwaltungsvereinbarung zwischen Deutschland und der Schweiz über die Regelung für An- und Abflüge über deutsches Hoheitsgebiet im Mai 2000 auf den 31. Mai 2001.
- Sperrung der Piste 28/10 (Westpiste) während Juni/Juli 2000 im Zusammenhang mit dem Bau des Docks Midfield (5. Ausbaustufe). Dadurch erfolgte erstmals ein Grossteil der Starts nach Süden.
- Terroranschläge in den USA am 11. September 2001 mit der Folge einer starken weltweiten Abnahme des Flugverkehrs.
- Grounding der Swissair am 2. Oktober 2001 wegen fehlender Finanzliquidität. Dadurch zusätzliche Reduktion der Anzahl Flugbewegungen am Flughafen Zürich.
- Inkrafttreten der ersten Stufe des (später verworfenen) neuen Staatsvertrages mit Deutschland am 19. Oktober 2001: Verlängerte Nachtflugsperrung über Süddeutschland von 22 bis 6 Uhr und somit Anflüge auf die Piste 28 (s. Abbildung 1) während der Nachtrandstunden („Ostanflüge“). Dadurch Entlastung der Bevölkerung im Norden des Flughafens.
- Absturz eines Crossair-Jumbolinos beim Anflug auf den Flughafen Zürich am 24. November 2001 in Bassersdorf.
- Gründung der Swiss Mitte 2002 mit erheblicher finanzieller Beteiligung des Bundes.
- Ablehnung des Staatsvertrages zwischen Deutschland und der Schweiz im Jahr 2002, sowohl durch den Schweizer Nationalrat (19. Juni) als auch den deutschen Bundesrat (21. Juni). Auch

der Ständerat lehnte später (18. März 2003) den Staatsvertrag zwischen Deutschland und der Schweiz ab. Die Ratifizierung war damit gescheitert.

- Flugzeugzusammenstoss bei Überlingen am Bodensee am 1. Juli 2002.
- Verlängerung der Nachtflugsperrung über Süddeutschland durch die zweite Stufe der innerdeutschen Verordnung ab 27. Oktober 2002: Sperrung des deutschen Luftraums zusätzlich an Wochenenden und Feiertagen von 20 bis 9 Uhr. Dadurch mehr Anflüge auf Piste 28; weitere Entlastung des Nordens.
- Stufe 3 der innerdeutschen Verordnung am 17. April 2003. Durch das zusätzliche Überflugverbot über deutschem Gebiet von Montag bis Freitag von 6 bis 7 Uhr und von 21 bis 22 Uhr zusätzliche Belastung für die Anwohner im Osten des Flughafens.
- Seit 30. Oktober 2003 Südanflüge auf die Piste 34 morgens früh aufgrund verschärfter Restriktionen für Anflüge über Deutschland. Zur Zeit der zweiten Erhebung fanden noch keine Südanflüge statt, deren Einführung auf Oktober 2003 war der Bevölkerung jedoch bekannt.

Die schriftliche Befragung wurde mit derselben Methodik wie im Jahr 2001 durchgeführt, und es wurde auch derselbe Fragebogen (mit einzelnen Anpassungen) verwendet. Das Untersuchungsgebiet umfasst die gleichen Gemeinden wie 2001. Nebst der postalisch durchgeführten Befragung wurden in ausgewählten Gemeinden zusätzlich Telefoninterviews durchgeführt.

## 2 Theoretische Einleitung

### 2.1 Belästigung

Hauptgegenstand der vorliegenden Untersuchung ist die Belästigungswirkung der Fluglärmbelastung im Umfeld des Flughafens. Unter Belästigung wird in Anlehnung an Kastka (2001) ein psychologischer Sachverhalt verstanden, der ein negativer Faktor für das Wohlbefinden darstellt. Nach Wirth (2004) handelt es sich in erster Linie um einen latenten Zustand mit affektiven und kognitiven Komponenten. Dabei werden verschiedene Komponenten des Schalls selbst (z.B. seine Dauer oder Häufigkeit), verschiedene, mit der Lärmquelle mehr oder weniger in Zusammenhang stehende Aspekte (z.B. die Informationspolitik der Lärmverursacher oder die wahrgenommene Gefährlichkeit der Schallquelle), die wahrgenommene Kontrolle über die Lärmsituation, das Ausmass der durch den Lärm verursachten Störung von Aktivitäten und das Ruhebedürfnis der Tageszeit, zu welcher der Lärm auftritt, mehrheitlich unbewusst bewertet und diese Bewertung über eine längere Zeitperiode integriert. Die unmittelbar vorhandene Belastung ist nicht zwangsläufig repräsentativ; die Betroffenen greifen auf Erfahrungen über längere Zeiträume zurück. Der Begriff der Störung hingegen bezeichnet eine unmittelbare Reaktion auf eine vorangegangene Reizexposition (Kastka, 2001).

Für die Erhebung der Belästigung erarbeitete die International Commission on Biological Effects of Noise (ICBEN) Vorschläge, um die internationale Vergleichbarkeit von Belästigungsstudien zu erhöhen. Zwei Belästigungsfragen mit entsprechenden Antwortskalen wurden entwickelt, in mehrere Sprachen übersetzt und in verschiedenen Ländern validiert (Felscher-Suhr et al., 2000; Fields et al., 2001). Noch häufiger als die durchschnittliche Belästigung wird in der internationalen For-

schung als Belästigungsindikator der Prozentsatz an stark belästigten Personen (highly annoyed subjects, %HA) verwendet. Dies ist der Anteil der Betroffenen, die in der Befragung auf einer Belästigungsskala eine der oberen Skalenstufen wählten. Nach Schultz (1978) sind dies die oberen 28% einer Skala.

Die Belästigung ist ein relativ guter Indikator der Schallwirkung und ist im Vergleich zu anderen Schallwirkungen (z.B. biologische Parameter) mit den physikalischen Eigenschaften des Schalls am besten korreliert (Guski, 1987; Schick, 1997). Trotzdem ist der Zusammenhang zwischen Belastung und Belästigung üblicherweise eher schwach; ungefähr 10-35% der Varianz der Belästigung wird durch akustische Parameter erklärt (Guski, 1987; Job, 1988a). In der Befragung von 2001 (Wirth, 2004) waren es 15%. Andere, nicht akustische Variablen, sogenannte Moderatoren, beeinflussen das Ausmass der Belästigung. Verschiedene Studien und Metaanalysen wiesen nach, dass Lärmempfindlichkeit, das Wissen oder die Vermutung um die zukünftige Lärmbelastung, die Angst vor schädlichen Auswirkungen der Schallquelle und die Einstellung zu den Verursachern oder Verantwortlichen der Schallimmission (darunter auch das Vertrauen, dass die Verantwortlichen alles tun, die Belastung so gering wie möglich zu halten, auf Englisch mit „Misfeasance“ umschrieben), zu den wichtigsten Moderatoren gehören. Bei demografischen Variablen (Alter, Geschlecht, Schulbildung etc.) konnte bisher kein konsistenter Effekt nachgewiesen werden (Felscher-Suhr et al., 2001; Fields, 1993; Guski, 1987; Job, 1988a; Miedema & Vos, 1999). In der Befragung von 2001 wurden als wichtigste intervenierende Variablen die Vermutung über die zukünftige Fluglärmelastung, die Bewertung des Flugverkehrs, die Zufriedenheit mit akustischen Aspekten des Wohnorts, die umweltpolitische Einstellung, das Ergreifen von Massnahmen gegen Lärm zum Schlafen, die Tatsache, ob man Mieter oder Eigentümer des Hauses oder der Wohnung war, und das Vertrauen in Organisationen nachgewiesen.

Auch die Tageszeit beeinflusst die Belästigung. In der Befragung von 2001 waren die Personen unabhängig von der Höhe des Pegels morgens früh, über Mittag und abends besonders stark belästigt. Nachts war die Belästigung bei gleichem Dauerschallpegel höher als tagsüber (Wirth, 2004). Dabei spielt wahrscheinlich das über den Tag und die Nacht unterschiedlich ausgeprägte Ruhebedürfnis, aber auch der sich im Tagesverlauf verändernde Umgebungslärm eine Rolle.

## 2.2 Änderung der Fluglärmelastung im Zeitverlauf

Es gibt Hinweise, dass sich die Fluglärmelastung bei vergleichbaren Pegeln im Laufe der Jahrzehnte verändert hat. Guski (2002, 2003) stellte bei einer Analyse der von Miedema und Vos gesammelten Daten für deren Metaanalyse (1998) einen Anstieg der Fluglärmelastung mit der Zeit fest: Um 1965 einen Anteil von 25% stark belästigter Personen (HA) zu erreichen, wurde ein L<sub>dn</sub> von 68 dB(A) benötigt, 1990 jedoch nur noch ein L<sub>dn</sub> von 62 dB(A). Der Vergleich der Daten der Befragung von 2001 der Lärmstudie 2000 mit der Sozio-Psychologischen Fluglärmuntersuchung von 1971 (Arbeitsgemeinschaft für Sozio-psychologische Fluglärmuntersuchungen, 1974) und der Lärmstudie 90 (Oliva, 1995) lassen ebenfalls einen Anstieg der Belästigung insbesondere in Regionen mit einer tiefen bis mittleren Lärmbelastung vermuten (Wirth, 2004). Eine niederländische Studie im Umfeld des Amsterdamer Flughafens Schiphol konnte einen Anstieg der Belästigung zwischen den Jahren 1967, 1980 und 1996 in Regionen mit einem L<sub>dn</sub> unter 65 nachweisen (TNO, 1998). Der %HA lag weit über den Werten, die aufgrund von Miedema & Vos' (1998) Dosis-Wirkungskurven vorausgesagt würden. Eine Replikation dieser Studie im Jahr 2002 zeigte ein ähn-

lich hohes Ausmass an Belästigung wie sechs Jahre zuvor. Ein erneuter Anstieg der Belästigung wurde also nicht gefunden (Breugelmans et al., 2004).

Wird die Belästigungsveränderung innerhalb eines bestimmten Zeitraumes untersucht, ist es wichtig, zwischen quasi-konstanter Belastungsbedingung („steady state condition“) und abrupten, wesentlicher Änderung der Belastungsbedingung zu unterscheiden. Mehrfach wurde nachgewiesen, dass letztere Situation mit einem Belästigungsüberschuss einhergeht (z.B. Fidell et al., 2002). Dies bedeutet, dass die Reaktion auf die Belastung bei plötzlicher Abnahme des Pegels aufgrund von belastungsreduzierenden Massnahmen (z.B. durch Errichtung von Schallschutzwänden) überproportional stark abnimmt, weit mehr als aufgrund von mit Steady-state-Szenarien erhobenen Dosis-Wirkungskurven erwartet würde. Ebenso nimmt bei plötzlicher Zunahme des Pegels, z.B. durch einen Flughafenausbau, die Reaktion auf die Belastung überproportional stark zu. Das Phänomen der Überschussreaktion ist noch wenig erforscht, und Zeitpunkt des Einsetzens und Dauer des Belästigungsüberschusses sind unklar. Es scheint sich eher um ein langfristiges Phänomen zu handeln, und es kann mehrere Jahre dauern, bis sich die Betroffenen an die geänderte Situation vollumfänglich adaptiert haben (Fidell et al., 2002; Griffith & Raw, 1986, 1989; Kastka et al., 1995; Raw & Griffith, 1985; Schümer & Schreckenber, 2000).

Einige Erklärungsansätze, wie die Überschussreaktion entstehen könnte, liefert Job (1988). Im Zusammenhang mit der Situation am Flughafen Zürich besonders interessant ist die Erklärung, dass die Belastungsänderungen Änderungen in Einstellungen der Betroffenen hervorrufen können, die ihrerseits die Belästigung beeinflussen. Ein erwähnenswertes Beispiel ist das Vertrauen in die Verantwortlichen, dass sie alles tun, um die Belastung so gering wie möglich zu halten. Gibt es Änderungen in der Lärmbelastung, kann dies von den Betroffenen bewertet werden und das Vertrauen in die Verantwortlichen ändern. Dies kann wiederum die Belästigung moderieren. Im Zusammenhang mit der vorliegenden Studie ist auch der Erklärungsansatz von Fidell et al. (1985) und Fields et al. (2000) hervorzuheben: Sie erwähnen, dass das öffentliche Bewusstsein für die Veränderungen der Belastungssituation die Belästigung beeinflussen können. Denn oft gehen Veränderungen (z.B. Pistenausbau) öffentliche Diskussionen und Auseinandersetzungen voraus, so dass die Betroffenen bestens informiert und sich der Veränderungen bewusst sind. Dies war in der Situation des Flughafens Zürich in hohem Masse der Fall.

## 3 Methodik der Untersuchung

### 3.1 Durchführung der Untersuchung

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um die Wiederholung der Befragungsstudie zur Fluglärmbelästigung von 2001.

747 Adressen von den im Jahre 2001 befragten Personen waren noch vorhanden, da diese Personen ihre Adresse für eine nochmalige Befragung zur Verfügung gestellt hatten (die restlichen Adressen waren aus Datenschutzgründen gelöscht worden). Dieser Adresspool wurde von einem Marktforschungsinstitut wieder auf 3360 Adressen ergänzt (56 Gemeinden mit je 60 Personen). Die deutsche Gemeinde Hohentengen wurde – im Gegensatz zur Befragung von 2001 – nicht mehr berücksichtigt.

Diesen 3360 Personen wurde Anfang August 2003 der Fragebogen per Post zugestellt. Dem Anschreiben wurde ein Formular beigelegt, auf dem die Personen ihre Adresse hinterlassen konnten, falls sie Interesse 1. an den Auswertungen der Studie, 2. an der Teilnahme an einer eventuellen Befragung ein bis zwei Jahre später oder 3. an der Teilnahme an der Feldstudie (Teil 2 der Lärmstudie 2000) hatten. Im September erhielten die Personen, die nicht geantwortet hatten, eine Erinnerungskarte. Das Vorgehen der schriftlichen Befragung war somit das gleiche wie 2001.

In 17 der 56 Gemeinden wurden parallel zur schriftlichen Befragung von einem Marktforschungsinstitut je 30 Telefoninterviews (insgesamt 510 Interviews) durchgeführt. Für die telefonischen Interviews wurde derselbe Fragebogen wie in der schriftlichen Befragung verwendet.

Tabelle 1 gibt über die an der Untersuchung teilnehmenden Gemeinden mit der Anzahl an schriftlich und telefonisch befragten Personen Auskunft. Der Fragebogen ist in Anhang A1 abgebildet.

*Tabelle 1 Übersicht über die Untersuchungsgebiete der Befragung 2003.*

<b>Gebiet</b>	<b>Gemeinde</b>	<b>Anzahl zurückgesandte Fragebögen</b>	<b>Anzahl Telefoninterviews</b>
Militärfluglärm	Teile von Dübendorf	15	-
	Teile von Lindau	-	1
	Greifensee	21	30
	Teile von Illnau-Effretikon	10	-
	Schwerzenbach	22	30
	Volketswil	25	-
	Teile von Wangen-Brütisellen	8	-
Militärfluglärm und Zivilfluglärm	Teile von Bassersdorf		2
	Teile von Dietlikon	22	-
	Teile von Dübendorf	3	-
	Teile von Illnau-Effretikon	1	-
	Teile von Lindau		1
	Teile von Opfikon-Glattbrugg	4	1
	Teile von Wangen-Brütisellen	18	-
	Teile von Wallisellen	16	-
	Teile von Zürich Kreis 12	11	22

Tabelle 2 (Forts.) Übersicht über die Untersuchungsgebiete der Befragung 2003.

Gebiet	Gemeinde	Anzahl zurückge- sandte Fragebögen	Anzahl Telefo- ninterviews
Zivilfluglärm	Andelfingen	25	-
	Teile von Bassersdorf	25	28
	Bellikon	18	-
	Boppelsen	24	-
	Buchs	23	-
	Bülach	22	-
	Dällikon	29	30
	Dänikon	22	-
	Teile von Dietlikon	1	-
	Flaach	16	-
	Geroldswil	26	-
	Glattfelden	16	-
	Henggart	23	-
	Hochfelden	30	-
	Hohentengen	2	-
	Höri	21	30
	Teile von Illnau-Effretikon	7	-
	Kaiserstuhl	18	-
	Killwangen	26	-
	Kloten	28	-
	Teile von Lindau	25	28
	Lufingen	20	-
	Niederglatt	21	-
	Niederweningen	23	-
	Nürensdorf	31	30
	Oberengstringen	17	-
	Oberglatt	13	30
	Oberweningen	24	30
	Öttil a.d.L.	18	-
	Teile von Opfikon-Glattbrugg	25	29
	Otelfingen	21	30
	Regensdorf	16	-
	Rümlang	12	30
	Schlieren	12	-
	Schöfflisdorf	21	-
	Spreitenbach	14	-
	Stadel	25	30
	Steinmaur	23	-
	Unteringstringen	21	-
	Teile von Wallisellen	1	-
	Weiningen	22	-
Weisslingen	16	-	
Würenlos	22	-	
Teile von Zell	25	29	
Zürich 11	15	-	
Teile von Zürich 12	9	8	

Tabelle 3 (Forts.) Übersicht über die Untersuchungsgebiete der Befragung 2003.

Gebiet	Gemeinde	Anzahl zurückge- sandte Fragebögen	Anzahl Telefo- ninterviews
kein Fluglärm	Benken	20	-
	Erlenbach	20	-
	Herrliberg	17	30
	Teile von Illnau-Effretikon	2	-
	Küsnacht	16	-
	Meilen	24	-
	Teile von Schwerzenbach	1	-
	Weisslingen	8	-
	Teile von Zell	-	1
	Zumikon	32	30
	Teile von Zürich 12	1	-

### 3.2 Belastungsmasse

Die Abteilung für Akustik und Lärmbekämpfung der EMPA Dübendorf berechnete aufgrund der geografischen Koordinaten des Wohnquartiers für jede teilnehmende Person verschiedene über das Jahr 2003 gemittelte Pegelwerte, darunter:

- $L_{eq}$  6-22 Uhr Tag
- $L_{eq}$  22-6 Uhr Nacht
- $L_{eq}$  0-24 Uhr (ohne Wichtungsfaktor)
- 1-Stunden- $L_{eq}$  für alle 24 Stunden
- $L_{den}$  nach dem EU-Reglement, mit einem Wichtungsfaktor 3.16 von 19 bis 23 Uhr und einem Wichtungsfaktor 10 von 23 bis 7 Uhr
- $L_{dn}$  mit einem Wichtungsfaktor 10 von 23 bis 7 Uhr
- 12h- $L_{eq}$  für den Militärflugbetrieb Dübendorf

Die Berechnungen wurden mit FLULA2 durchgeführt, ein von der EMPA entwickeltes Fluglärmbe-rechnungsverfahren, das in der Schweiz für die Berechnung der Fluglärmbelastung von militäri-schen und zivilen Flugplätzen und Flughäfen verwendet wird. Informationen zu FLULA2 können der Fachliteratur entnommen werden (z.B. EMPA, 2001; Hofmann et al., 1997).

Entsprechend der Fluglärmbelastung wurden die antwortenden Personen einem der folgenden vier Gebiete zugeteilt:

- Regionen ohne Fluglärm:  $L_{eq}$  6-22 Uhr < 45dB(A),  $L_{eq}$  22-23 Uhr, 23-24 Uhr und 5-6 Uhr < 40dB(A).
- Regionen mit Zivilfluglärm:  $L_{eq}$  6-22 Uhr  $\geq$  45dB(A),  $L_{eq}$  22-23 Uhr, 23-24 Uhr oder 5-6 Uhr  $\geq$  40dB(A).
- Regionen mit Militärfluglärm vom nahen Militärflugplatz Dübendorf:  $L_{eq}$  6-22 Uhr (Zivilfluglärm) < 45dB(A) und  $L_{eq}$  22-23 Uhr, 23-24 Uhr und 5-6 Uhr (Zivilfluglärm) < 40dB(A) und 12h-  $L_{eq}$  Mi-litärfluglärm > 50 dB(A).

- Regionen mit Militär- *und* Zivilfluglärm:  $L_{eq}$  6-22 Uhr (Zivilfluglärm)  $\geq 45\text{dB(A)}$ ,  $L_{eq}$  22-23 Uhr, 23-24 Uhr oder 5-6 Uhr (Zivilfluglärm)  $\geq 40\text{dB(A)}$  und  $12\text{h-}L_{eq}$  Militärfluglärm  $> 50\text{ dB(A)}$ .

Gegenstand dieses Berichts sind Personen aus Regionen mit Zivilfluglärmbelastung. Personen aus anderen Regionen werden nicht berücksichtigt.

### 3.3 Flugregime am Flughafen Zürich zur Zeit der Befragung

Die im Jahr 2001 im Betriebsreglement festgelegte Nachtflugsperrzeit dauerte für den Zivilluftverkehr von 24.00 bis 5.30 Uhr (wobei verspätete Starts und Landungen bis 0.30 Uhr zugelassen waren). Ab 5.30 Uhr waren Landungen und ab 6.00 Uhr Starts zugelassen.

Die Flugspuren aller Starts und Landungen an einem Augusttag des Jahres 2003, also zur Zeit der Befragung, sind in Anhang A3 dargestellt. Einen Überblick über das Pistensystem des Flughafens Zürich gibt Abbildung 1.

Starts: Die Abflüge erfolgten während des Tages mehrheitlich auf den Pisten 28 (Westpiste) Richtung Westen und 16 (Blindlandepiste) Richtung Süden. Auf Piste 28 starteten in erster Linie Kurzstreckenflugzeuge ab 7 Uhr morgens, während auf Piste 16 vor allem Langstreckenflieger starteten, von morgens um sechs Uhr bis abends um 21 Uhr. Abends wurde ab 21 Uhr auch Richtung Norden auf den Pisten 32 und 34 gestartet.

Landungen: Die Hauptlandepiste war die Piste 14, daneben wurde auch auf Piste 16 gelandet. Bei Westwind wurde auf Piste 28 gelandet.

Aufgrund einer neuen innerdeutschen Verordnung musste seit dem 19. Oktober 2001, kurz nach der ersten Befragung, morgens früh und abends spät auf die Piste 28 gelandet werden („Ostanflüge“). Im Oktober 2002 wurde das Nachtflugverbot über deutschem Gebiet verschärft. Kurz nach der zweiten Befragung, nämlich im November 2003, wurden zudem die Südanflüge eingeführt: Von 6 bis 7 Uhr unter der Woche bzw. von 6 bis 9 Uhr am Wochenende wurde dann von Süden her auf Piste 34 gelandet, was eine Entlastung für den Osten bedeutete.

Militärflugplatz: Im Unterschied zum Zivilluftverkehr herrscht Militärflugverkehr normalerweise nur an Werktagen von 8 – 12 Uhr und von 13.30 – 17 Uhr, also selten abends und in der Nacht oder am Wochenende.

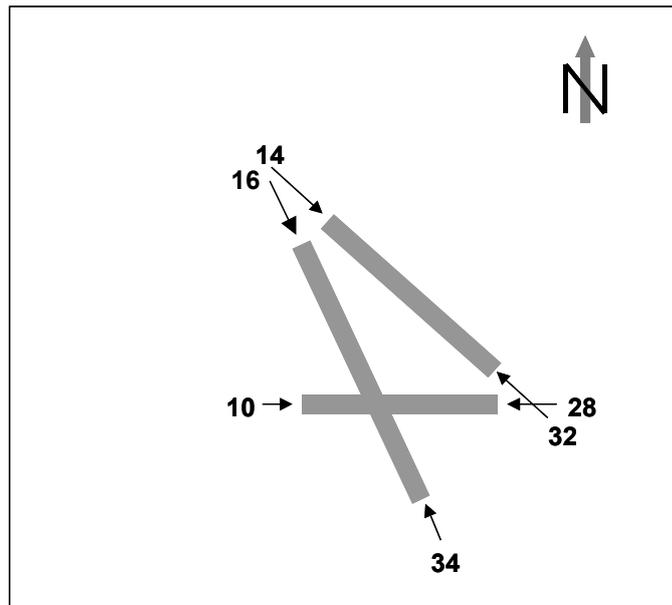


Abbildung 1 Übersicht über die Pisten des Flughafens Zürich.

## 4 Resultate

### 4.1 Demografie

#### 4.1.1 Verteilung der Antworten

Die Rücklaufquote der schriftlichen Befragung beträgt 37.6%. Tabelle 4 stellt die Verteilung der Rücklaufquote auf die verschiedenen Befragungsarten dar. Es ist ersichtlich, dass die Rücklaufquote der zweimal befragten Personen rund doppelt so hoch ist wie diejenige für Personen, die nur 2003 befragt wurden. Offenbar war bei Personen, die ihre Adresse für eine zweite Befragung zur Verfügung gestellt hatten, die Bereitschaft zur Beantwortung des Fragebogens besonders hoch. Es muss darauf hingewiesen werden, dass es sich bei den hier angegebenen Rücklaufquoten um die Brutto-Quoten handelt. Die Netto-Quoten (also die Rücklaufquoten der Personen, die den Fragebogen auch tatsächlich bekommen haben) liegt wahrscheinlich um einiges höher, denn einige der vom Marktforschungsinstitut gelieferten und der von 2001 stammenden Adressen waren nicht mehr gültig.

Tabelle 5 zeigt die Verteilung der Interviews auf die verschiedenen Fluglärmgebiete, und Tabelle 6 die Verteilung der Pegelwerte auf die befragten Personen. Abbildung 2 zeigt die Wohnorte der befragten Personen.

Tabelle 4 Rücklaufquote der schriftlichen Befragung.

Art der Befragung	Anzahl Datensätze	Rücklaufquote in %
schriftliche Befragung Adressen von 2001	397	66.3
schriftliche Befragung neue Adressen von 2003	814	31.0
schriftliche Befragung gesamt	1211	37.6

Tabelle 5 Verteilung der Interviews auf die verschiedenen Gebiete.

	Total		Telefoninterviews		schriftliche Befragung	
	Anzahl	in %	Anzahl	in %	Anzahl	in %
<b>Kein Fluglärm</b>	202	11.7	61	12	141	11.6
<b>Zivilfluglärm</b>	1255	73.0	362	71	894	73.8
<b>Zivil- u. Militärfluglärm</b>	102	5.9	26	5.1	75	6.2
<b>Militärfluglärm</b>	162	9.4	61	12.0	101	8.3
<b>Total</b>	1721	100	510	100	1211	100

Tabelle 6 Verteilung der Pegelwerte auf die 1721 befragten Personen <sup>1</sup>.

Art des Lärms	Belastungsmass	N	Pegel	Anzahl Personen	in %
Zivilfluglärm	L <sub>eq</sub> 6-22 Uhr in dB(A)	1255	<45 <sup>2</sup>	86	6.8
			45	319	25.4
			50	263	20.9
			55	403	32.1
			60	135	10.7
			65	43	3.4
			70	7	0.6
			total	1256	100
kein Fluglärm	-	202	-	202	100
Militärfluglärm	12h-L <sub>eq</sub> für Militär	163	55	7	4.3
			60	43	26.5
			65	86	53.1
			70	22	13.6
			>=75	4	2.5
			total	162	100
Militär- und Zivilfluglärm	12h-L <sub>eq</sub> für Militär	102	50	6	5.9
			55	10	9.9
			60	59	58.4
			65	25	24.8
			>=70	1	1.0
			total	101	100

<sup>1</sup> Zur 50dB-Klasse gehören alle Personen mit einem L<sub>eq</sub>-Wert von 47.5-52.49 dB(A), zur 55dB-Klasse alle Personen mit einem Wert zwischen 52.5 und 57.49 dB(A) usw. Dies gilt für diese und alle folgenden Darstellungen. Für sämtliche Berechnungen hingegen wurden die von der EMPA zur Verfügung gestellten kontinuierlichen Pegelwerte benützt.

<sup>2</sup> Rund 86 Personen hatten tagsüber einen L<sub>eq</sub> unter 45 dB(A), in den Nachtrandstunden jedoch einen L<sub>eq</sub> >= 40 dB(A). Diese Personen wurden trotz der tiefen Tagesbelastungswerte der Gruppe mit Zivilfluglärm und nicht der Gruppe ohne Fluglärm zugeteilt.



den, Höri, Niederglatt und Oberglatt (183 Personen). Tabelle 7 und Tabelle 8 geben einen Überblick über die maximalen  $L_{eq}$  ( $L_{eq}$  24h und  $L_{eq}$  5-6 Uhr) pro Gemeinde für 2001 und 2003. Tabelle 7 zeigt, dass die starke Pegelzunahme von 5 bis 6 Uhr morgens im über 24 Stunden gemittelten Dauerschallpegel „verdünnt“ wird. Zudem ist ersichtlich, dass in den Ostgemeinden die Zunahme des Pegels viel höher ist als die Abnahme des Pegels in den Nordgemeinden. Letztere waren abends durch zusätzliche Starts belastet.

Es ist zu beachten, dass der Flugverkehr und somit die Fluglärmbelastung insgesamt abgenommen hatten, u.a. wegen den Terroranschlägen des 11. Septembers und der darauffolgenden Wirtschaftsflaute. Diese Pegelveränderungen waren aber kontinuierlich und nicht abrupt.

*Tabelle 7 Maximale Belastungswerte pro Gemeinde, 2001 und 2003, für alle Gemeinden mit einer abrupten Zunahme des Fluglärmpegels.*

Gemeinde	Maximaler $L_{eq}$ 24h in dB(A)		Maximaler $L_{eq}$ 5-6 Uhr in dB(A)	
	2001	2003	2001	2003
Bassersdorf	58	57	< 35	52
Illnau-Effretikon	42	45	< 35	47
Kloten	57	60	< 35	61
Lindau	47	50	< 35	52
Nürens Dorf	56	56	< 35	55
Weisslingen	39	47	< 35	45
Zell	40	46	< 35	49

*Tabelle 8 Maximale Belastungswerte pro Gemeinde, 2001 und 2003, für alle Gemeinden mit einer abrupten Abnahme des Fluglärmpegels.*

Gemeinde	Maximaler $L_{eq}$ 24h		Maximaler $L_{eq}$ 5-6 Uhr	
	2001	2003	2001	2003
Bülach	51	50	43	40
Glattfelden	49	46	53	48
Hochfelden	57	54	56	50
Höri	64	62	60	56
Niederglatt	57	56	44	41
Oberglatt	64	60	53	48

## 4.2 Vergleich von Telefoninterviews mit schriftlicher Befragung

Das Ziel der Telefonbefragung war es, die schriftliche Befragung zu validieren. Damit soll die Frage beantwortet werden, ob die Methode der schriftlichen Befragung bei einem politisch viel diskutierten Thema wie Fluglärm vertretbar ist oder ob sie im Vergleich zur Methode der Telefonbefragung Verzerrungen der Resultate bewirkt. Es besteht die Vermutung, dass bei Telefonbefragungen der Entscheid der Versuchsperson, bei der Befragung mitzumachen, weniger vom Gegenstand der

Befragung bestimmt wird als bei schriftlichen Befragungen. Bei der vorliegenden Befragung und derjenigen von 2001 stellt sich insbesondere die Frage, ob vorwiegend Personen antworteten, für die das Thema Fluglärm eine Bedeutung hatte, die also z.B. besonders stark belastigt waren. Die Ausprägung solcher Variablen in der Bevölkerung ist unbekannt, und die Stichprobe kann somit nicht von vornherein mit den Populationsparametern verglichen werden.

Die Methodik der Telefonbefragung unterschied sich von derjenigen der schriftlichen Befragung: Bei der Telefonbefragung handelte es sich nicht um eine geschichtete Zufallsstichprobe, sondern um eine geschichtete Quotenstichprobe (Schichten: Gemeinden; Quoten: Alter und Geschlecht). Dieses Vorgehen ist in der Marktforschung üblich und hat Vor- und Nachteile. Die Vorteile liegen sicher in der Wirtschaftlichkeit und Schnelligkeit; auch können bestimmte Verzerrungen, die bei der telefonischen Interviewmethode zustande kommen können (z.B. sind Hausfrauen und ältere Leute viel besser telefonisch erreichbar als junge und berufstätige Personen) ausgeschlossen werden. Andererseits hat man keine Ausfallskontrolle, und Verzerrungen durch Zufallsfehler sind nicht auszuschliessen.

#### 4.2.1 Untersuchung über die gesamte Stichprobe

Stichprobenspezifische Verteilungen demografischer Variablen, welche die Resultate verzerren könnten, wurden in den Stichproben der Telefon- und der schriftlichen Befragung miteinander verglichen. Auf einige Variablen soll im folgenden näher eingegangen werden:

- Geschlecht
- Alter
- Lärmempfindlichkeit
- umweltpolitische Einstellung (für Ruhe / Umweltschutz oder für Wirtschaftsstandort)
- Einstellung zur Verteilung der Flugzeuge (breite Verteilung / Kanalisierung des Flugverkehrs)
- Arbeitgeber hat mit Flugverkehr zu tun

Geschlecht: Im Nachhinein stellte sich heraus, dass die vom Marktforschungsinstitut für die schriftliche Befragung gelieferte Adressdatei aus 65.3% Männern und 34.7% Frauen bestand. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Stichprobe vorwiegend aus Haushaltsadressen zusammengesetzt war. Bei den Männern antworteten 34.6%, und bei den Frauen 42%. Somit besteht die Stichprobe aus 60.2% männlichen und 39.2% weiblichen Teilnehmern. Das Geschlecht der Probanden hatte sowohl in der Untersuchung von 2001 als auch in der einschlägigen Literatur (z.B. Miedema und Vos, 1999) keinen nachweisbaren Effekt auf die Belästigung. Deshalb kann der unterschiedliche Anteil an Männern und Frauen vernachlässigt werden.

Alter: Auch die Verteilung des Alters unterscheidet sich in den beiden Stichproben. Bei der Telefonbefragung war das Alter eine der beiden Quoten; diese Altersverteilung entspricht deshalb ungefähr derjenigen in der Schweiz. Bei der schriftlichen Befragung sind die jüngeren Personen leicht unter- und die älteren Personen leicht übervertreten. Auch das Alter hatte jedoch in der Befragung von 2001 sowie in der einschlägigen Literatur keinen Einfluss auf die Belästigung (mit Ausnahme von Miedema und Vos (1999), die eine leicht erhöhte Belästigung bei relativ jungen und bei älteren Personen fanden). Deshalb kann auch dieser Unterschied vernachlässigt werden.

Bei den anderen hier untersuchten Variablen finden sich nur sehr kleine Unterschiede zwischen der telefonisch und der schriftlich befragten Stichprobe. Mit 59.3% in der telefonisch und 59.9% in der schriftlich befragten Stichprobe ist der Anteil an Personen, die eher für Ruhe und Umweltschutz sind, in beiden Stichproben praktisch gleich gross (Item Nr. 136 im Fragebogen; s. Anhang A1). Auch bei der Einstellung zur Verteilung des Fluglärms (wenig Leute stark belastet / viele Leute mittelstark belastet; Item Nr. 135) gibt es mit 80.6% bei den schriftlich und 82.3% bei den telefonisch befragten Personen, die für eine mittlere Fluglärmbelastung aller Personen sind, keinen wesentlichen Unterschied zwischen den beiden Befragungsmethoden. Die Verteilung der Lärmempfindlichkeit (Item Nr. 141) ist in beiden Stichproben ähnlich. Der Anteil an Personen, die angeben, dass ihre Arbeit mit dem Flugbetrieb zu tun hat (Item Nr. 62), ist mit 9.2% bzw. 12.3% ebenfalls sehr ähnlich.

Um zu überprüfen, wie bedeutend die Mittelwertsunterschiede in den untersuchten Variablen sind, wurden entsprechend dem Skalenniveau der untersuchten Variablen Signifikanztests für unabhängige Stichproben durchgeführt (Tabelle 9). Hier sollte allerdings nicht der  $\alpha$ -Fehler, sondern der  $\beta$ -Fehler untersucht werden, denn es wird von der Nullhypothese ausgegangen, die besagt, dass es keinen Unterschied zwischen den beiden Stichproben gibt. Die Fehlerwahrscheinlichkeit  $p$  soll also nicht möglichst klein, sondern möglichst gross sein. Es gibt keinen statistischen Test, der die Richtigkeit der Nullhypothese („Es gibt keinen Unterschied zwischen schriftlicher und telephonischer Befragung“) bestätigen kann. Die Testgrössen geben jedoch einen Hinweis, ob die Unterschiede eher zufällig zustande kamen, oder ob von einer systematischen Verzerrung ausgegangen werden muss.

Bei den Variablen Geschlecht und Alter ist  $p$  mit  $<.001$  sehr klein (und der  $\beta$ -Fehler somit gross). Die Bedeutung dieser beiden Variablen wurde bereits oben diskutiert.

Bei den Variablen „Lärmempfindlichkeit“, „umweltpolitische Einstellung“ und „Verteilung der Flugzeuge“ sind die  $p$ -Werte mit mindestens .44 hoch. Mit  $p$ -Werten dieser Höhe und einem  $N$  von 1721 sind die Unterschiede zwischen beiden Gruppen wohl unbedeutend. Bei der Variable „Arbeitgeber beim Flugverkehr“ hingegen ist der  $p$ -Wert mit .07 relativ klein. Diese Variable könnte jedoch mit der Gemeindezugehörigkeit zusammenhängen (die Anzahl der Personen pro Gemeinde, deren Arbeitgeber mit dem Flugverkehr zu tun hat, hat wahrscheinlich mit gemeindeabhängigen Bedingungen zu tun, wie z.B. Nähe zum Flughafen oder Anbindung ans öffentliche Verkehrsnetz). Deshalb wurden zur Überprüfung der Variable „Arbeitgeber hat mit Flugverkehr zu tun“ die Mittelwerte der telefonisch befragten Personen nur mit den Mittelwerten der schriftlich befragten Personen aus denselben Gemeinden (und nicht von allen schriftlich befragten Personen) verglichen (s. Tabelle 10). Tatsächlich hat es in diesen Gemeinden 10.7% Personen, deren Arbeit mit dem Flugverkehr zu tun hat (gegenüber 9.2% in der gesamten schriftlich befragten Stichprobe). Der  $\chi^2$ -Test zeigt, dass sich die Mittelwerte der schriftlich und telefonisch befragten Stichproben nicht wesentlich unterscheiden ( $p = .48$ ).

**Tabelle 9** Ausprägung verschiedener Variablen bei den schriftlich und den telefonisch befragten Personen. Gesamte Stichprobe, N=1721.

Variable	Item Nr. im Fragebogen	Ausprägung	schriftliche Befragung		Telefonbefragung		Test	p
			Anzahl Personen	in %	Anzahl Personen	in %		
Geschlecht <sup>1</sup>	4	M	728	60.8	251	49.2	$\chi^2$	<.001
		F	470	39.2	259	50.8		
Alter <sup>1</sup>	5	18-30	83	7.1	102	20.0	U-Test Mann-Whitney	<.001
		31-40	201	17.2	105	20.6		
		41-50	237	20.3	98	19.2		
		51-60	286	24.4	88	17.3		
		61-100	363	31.0	117	23.0		
Lärmempfindlichkeit Skala 0-10	141	0-4	676	56.3	282	55.3	U-Test Mann-Whitney	.96
		5-10	524	43.7	228	44.7		
Umweltpolitische Einstellung	136	Ruhe, Umweltschutz	662	59.9	252	59.3	$\chi^2$	.84
		Wirtschaftsstandort	444	40.1	173	40.7		
Verteilung der Flugzeuge	135	viele Leute mittel belastet	931	80.6	385	82.3	$\chi^2$	.44
		Wenig Leute stark belastet	224	19.4	83	17.7		
Arbeitgeber beim Flugverkehr	62	Ja	108	9.2	59	12.3	$\chi^2$	.07
		Nein	1060	90.8	422	87.7		

**Tabelle 10** Ausprägung der Variable „Arbeitgeber beim Flugverkehr“ bei den schriftlich und den telefonisch befragten Personen. Stichprobe bestehend aus Personen aus allen Gemeinden, die sowohl schriftlich als auch telefonisch befragt wurden, N=904.

Variable		schriftliche Befragung		Telefonbefragung		Test	p
		Anzahl Personen	in %	Anzahl Personen	in %		
Arbeitgeber beim Flugverkehr	Ja	41	10.7	59	12.3	$\chi^2$	.48
	Nein	383	89.3	422	87.7		

<sup>1</sup> Quote bei Telefonbefragung

#### 4.2.2 Untersuchung in den schriftlich und telefonisch befragten Gemeinden

Im folgenden sollen nur die Befragten aus den Gemeinden, die sowohl an der schriftlichen als auch an der telefonischen Befragung teilgenommen hatten, analysiert werden: Unterscheiden sich die telefonisch befragten Personen von den schriftlich befragten Personen aus denselben Gemeinden in wichtigen Variablen? Diese Analyse ist sinnvoll, denn in der Befragung von 2001 konnte gezeigt werden, dass die Fluglärmelastigung u.a. auch von der Region abhängt.

Abbildung 3 zeigt die durchschnittliche Belästigung auf der Skala von 0 bis 10 für die telefonisch und die schriftlich befragten Personen aus diesen Gemeinden<sup>1</sup>. Es ist ersichtlich, dass die Belästigung für die schriftlich befragten Personen durchwegs etwas höher ist. Bis auf eine Ausnahme (bei 60 dB(A)) liegt jedoch der Belästigungsmittelwert der einen Befragungsart immer innerhalb des 95%-Konfidenzintervalls des Belästigungsmittelwerts der anderen Befragungsart. Aufgrund von diesen Analysen kann davon ausgegangen werden, dass die telefonisch und die schriftlich befragten Personen aus der gleichen Grundgesamtheit stammen.

---

<sup>1</sup> Die Tatsache, dass in Abbildung 3 keine Dosis-Wirkungsbeziehung ersichtlich ist, ist darauf zurückzuführen, dass die hier untersuchte Stichprobe einen hohen Anteil an Personen, die eine abrupte Pegelveränderung erlebt hatten und somit Überreaktionen zeigten, enthielt. Diese Stichprobe bestand zu 51% aus Personen ohne abrupte Pegelveränderung, zu 15% aus solchen mit abrupter Pegelabnahme und zu 34% aus solchen mit abrupter Pegelzunahme.

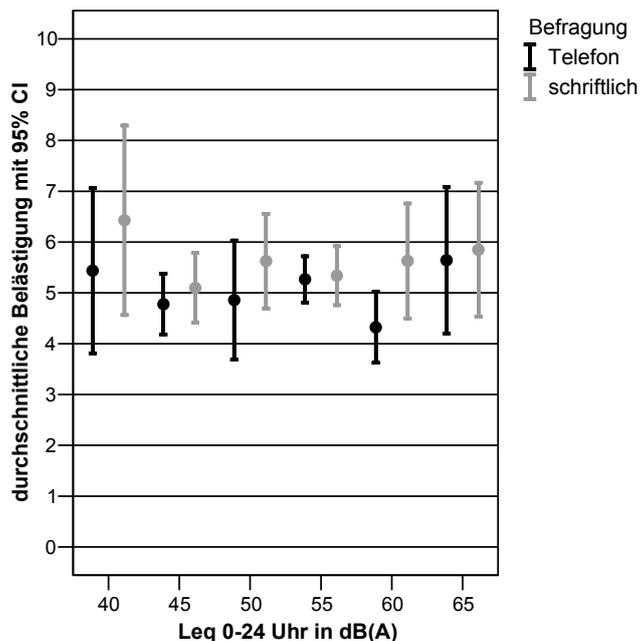


Abbildung 3 Ausprägung der Belästigung für telefonisch und schriftlich befragte Personen mit Zivilfluglärm mit 95%-Konfidenzintervall. Stichprobe bestehend aus Personen aus allen Gemeinden, in denen sowohl schriftlich als auch telefonisch befragt wurde, N=647.

Im folgenden soll überprüft werden, ob sich die schriftlich und die telefonisch befragten Stichproben in einigen potentiellen Moderatorvariablen unterscheiden. Dazu werden wiederum nur die Personen aus denjenigen Gemeinden hinzugezogen, die sowohl schriftlich als auch telefonisch befragt wurden. Denn die Ausprägung verschiedener Variablen (beispielsweise ob der Job einer Person mit dem Flugverkehr zu tun hat) hängt teilweise mit der Gemeinde zusammen.

In Tabelle 11 ist ersichtlich, bei welchen Moderatoren sich die Mittelwerte der schriftlich und der telefonisch befragten Personen unterscheiden: Die schriftlich befragten Personen waren im Vergleich zu den telefonisch befragten häufiger für Ruhe und Umweltschutz, für eine Kanalisierung des Flugverkehrs, waren häufiger Haus-/Wohnungsbesitzer, wohnten häufiger im Einfamilien- oder Reihenhaus, gaben häufiger Gesundheitsprobleme wegen Fluglärm an, hatten die Fenster nachts häufiger gekippt oder offen, schätzten die zukünftige Fluglärmbelastung negativer ein, bewerteten den Flugverkehr positiver, waren weniger zufrieden mit dem Wohnort, hatten weniger Vertrauen in Organisationen, die mit dem Flugverkehr zu tun hatten, gaben mehr allgemeine gesundheitliche Symptome an und ergriffen zum Schlafen häufiger Massnahmen gegen den Lärm. Die Unterschiede sind insgesamt klein.

Tabelle 11 Ausprägung verschiedener Variablen bei den schriftlich und den telefonisch befragten Personen. Stichprobe bestehend aus Personen aus allen Gemeinden, in denen sowohl schriftlich als auch telefonisch befragt wurde, N=904.

Variable (nominal-, ordinalskaliert)		schriftliche Befragung		Telefonbefragung	
		Anzahl Personen	in %	Anzahl Personen	in %
Umweltpolitische Einstellung	Ruhe, Umweltschutz	241	66.9	252	59.3
	Wirtschaftsstandort	119	33.1	173	40.7
Verteilung der Flugzeuge	viele Leute mittel belastet	931	80.6	385	82.3
	wenig Leute stark belastet	224	19.4	83	17.7
Besitzverhältnis	Eigentümer	216	55.5	255	50.1
	Mieter	173	44.5	254	49.9
Hausart	Block	175	44.5	274	53.7
	Reihenhaus	59	15	64	12.5
	Einfamilienhaus	141	35.9	150	29.4
	anderes	18	4.6	22	4.3
Gesundheitsprobleme wegen Fluglärm	ja	45	11.7	35	6.9
	nein	341	88.3	470	93.1
Fensterstellung nachts Sommer	geschlossen	21	5.4	48	9.4
	gekippt/offen	369	94.6	461	90.5
Fensterstellung nachts Winter	geschlossen	79	20.6	150	29.5
	gekippt/offen	305	79.4	358	70.5
Variable (intervallskaliert)		Mittelwert	Standardabweichung	Mittelwert	Standardabweichung
Einschätzung Fluglärmbelastung in Zukunft		3.8	1.0	3.6	1.0
Bewertung Flugverkehr (Index)		2.9	0.7	2.8	0.8
Zufriedenheit Wohnort (akustische Aspekte)		3.6	0.9	3.8	0.9
Zufriedenheit Wohnort (nicht-akustische Aspekte)		4.1	0.5	4.3	0.5
Vertrauen in Organisationen		2.6	0.7	3.0	0.8
Lärmempfindlichkeit		4.1	2.4	4.1	2.2
selbstberichteter Gesundheitszustand		1.8	0.8	1.7	0.8
allgemeine gesundheitliche Symptome		2.2	0.8	1.9	0.8
Massnahmen gegen Lärm		1.6	0.7	1.4	0.6

Mit dem allgemeinen linearen Modell (GLM) wurde überprüft, ob sich diese Unterschiede signifikant auf die Zielvariable dieser Studie, die Belästigung, auswirken. Mit anderen Worten: Hat die Befragungsmethode einen signifikanten Einfluss auf die Belästigung, oder ist dieser Einfluss im Vergleich zu anderen Faktoren unbedeutend?

Tabelle 12 zeigt, dass der Einfluss der meisten Variablen auf die Belästigung nicht durch die Befragungsmethode zustande kommt. Eine signifikante Wechselwirkung zwischen Variable und Befragungsmethode gibt es bei der Lärmbelästigung, bei der Einschätzung der zukünftigen Lärmbelästigung und beim Vertrauen in mit dem Fluglärm betraute Organisationen. Es muss allerdings berücksichtigt werden, dass bei 32 durchgeführten Signifikanztests bei einer Irrtumswahrscheinlich-

keit von 5% mit ein bis zwei zufälligen Signifikanzen zu rechnen ist, auch wenn in Wirklichkeit kein signifikanter Zusammenhang besteht.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich die schriftlich befragten Personen in einigen Variablen, die möglicherweise die Belästigung beeinflussen, tendenziell von den telefonisch befragten Personen unterscheiden und bei gleichem Pegel etwas mehr belästigt sind. Die Unterschiede sind jedoch nur in einigen wenigen Fällen signifikant und insgesamt sehr klein.

*Tabelle 12 Überprüfung des Einflusses der Befragungsmethode (schriftliche Befragung mittels Fragebogen versus telefonische Interviews) und der Interaktion der Befragungsmethode mit Moderatorvariablen auf die Belästigung mittels GLM. Stichprobe bestehend aus Personen aus allen Gemeinden, in denen sowohl schriftlich als auch telefonisch befragt wurde, N=904. \*  $p < .05$ .*

Variable	Befragungsmethode		Interaktion Befragungsmethode * Variable	
	F	p	F	p
Umweltpolitische Einstellung	.8	.39	2.7	.10
Verteilung der Flugzeuge	1.1	.30	2.4	.12
Besitzverhältnis	5.1	.03*	.001	.97
Hausart	.2	.68	1.0	.37
Gesundheitsprobleme wegen Fluglärm	.9	.34	.002	.96
Fensterstellung nachts Sommer	0.5	.49	0.9	.42
Fensterstellung nachts Winter	2.9	.09	0.5	.61
Einschätzung Fluglärmbelästigung in Zukunft	2	.16	3.8	.05*
Bewertung Flugverkehr (Index)	.17	.68	.58	.45
Zufriedenheit Wohnort (akustische Aspekte)	.69	.41	.37	.54
Zufriedenheit Wohnort (nicht-akustische Aspekte)	1.3	.26	1.8	.18
Vertrauen in Organisationen	5.5	.02*	6.5	.01*
Lärmempfindlichkeit	12.5	.00*	6.3	.01*
selbstberichteter Gesundheitszustand	2.8	.10	0.6	.45
allgemeine gesundheitliche Symptome	1.5	.22	2.6	.11
Massnahmen gegen Lärm	.07	.79	.001	1.0

### 4.2.3 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurde gezeigt, dass die Antworten der schriftlich und der telefonisch befragten Personen sehr ähnlich sind. Die schriftlich befragten Personen sind zwar bei gleichem Zivilfluglärmpegel etwas belästigter als die telefonisch befragten, sind eher der Meinung, dass sich die Fluglärmbelästigung in Zukunft verschlechtern wird, haben weniger Vertrauen in Organisationen, wohnen eher im Einfamilienhaus und sind etwas lärmempfindlicher. Tendenziell nehmen also Personen, die eher empfindlich auf Lärm reagieren, etwas häufiger an einer schriftlichen Befragung teil, als dies bei einer telefonischen Befragung der Fall ist. Es ist jedoch nicht durchgängig ein Effekt der Befragungsmethode auf die Antworten der Befragten zu finden, und dort, wo ein solcher

vorhanden ist, ist er insgesamt klein. Für eine Befragungsstudie mit der vorliegenden Zielsetzung kann die kostengünstige Methode der postalischen schriftlichen Befragung als geeignet angesehen werden.

## 4.3 Zusammenhang zwischen Belastung und Belästigung

In diesem Kapitel wird der Zusammenhang zwischen Belastung und Belästigung untersucht. Als Belästigungsindikatoren dienen dabei:

- die generelle Belästigung in den letzten 12 Monaten auf der von der ICBEN empfohlenen Skala von 0 bis 10 (Fields et al., 2001) (Item Nr. 140)
- die Belästigung in den vergangenen 12 Monaten auf den Belästigungsskalen von 1 bis 7 mit verbalen Marken (nicht, sehr schwach, schwach, deutlich, stark, sehr stark, unerträglich belästigt), einerseits allgemein und andererseits in verschiedenen Situationen (tags, tags wenn Fenster offen oder zu, tags vor dem Haus, nachts allgemein, nachts wenn Fenster offen oder zu) (Items Nr. 116-123)
- der Prozentsatz an stark belästigten Personen (%HA)

In diesen Auswertungen werden sowohl die schriftlich als auch die telefonisch befragten Personen mit Zivilfluglärm berücksichtigt.

### 4.3.1 Die Belästigung allgemein und tagsüber

In diesem Abschnitt wird der Zusammenhang zwischen dem über das Jahr gemittelten  $L_{eq}$  0-24 Uhr und der allgemeinen Belästigung in den letzten 12 Monaten auf der Skala von 0 bis 10 untersucht.

Abbildung 4 zeigt, dass die durchschnittliche Belästigung eine wachsende Funktion des Dauerschallpegels ist. Wie schon bei der Befragung von 2001 verläuft die Kurve relativ flach. Zudem ist die Belästigung in Gebieten, in denen die Fluglärmbelastung tagsüber nicht hochpegeliger als der Umgebungslärm ist, bemerkenswert hoch.

In Abbildung 4 sind alle Befragten mit Zivilfluglärm enthalten, ungeachtet der Tatsache, dass ein Teil der befragten Personen 21 Monate vor der Befragung eine wesentliche Veränderung des Fluglärms erlebt hatte. Nun muss man aber beachten, dass nach einer wesentlichen, abrupten Änderung der Belastungssituation Überschussreaktionen auftreten können (s. Kap. 2). Deshalb wurde die Stichprobe aufgeteilt in Personen, die in den letzten zwei Jahren eine abrupte Zunahme des Fluglärmpegels morgens früh und abends spät erlebt hatten (Einführung der Ostanflüge im Oktober 2001), solche, die keine abrupte Pegelveränderung erlebt hatten, und solche, die eine abrupte Abnahme des Pegels in den Nachtrandstunden erlebt hatten (Region im Norden des Flughafens) (Definition der abrupten Pegeländerung s. Kap.4.1.2).

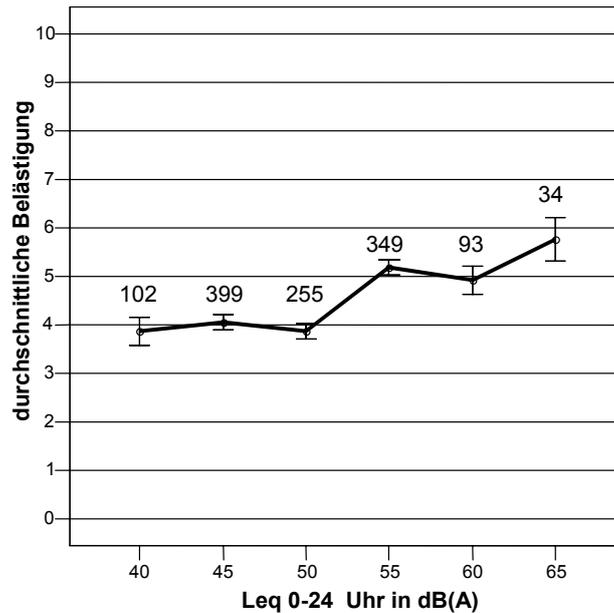


Abbildung 4 Zusammenhang zwischen der Belastung von Personen mit Zivilfluglärm (5dB-Intervalle) und durchschnittlicher Belästigung (Skala von 0-10). Balken: Standardfehler; darüber die Anzahl Personen pro 5dB-Intervall. N=1238.

Die Dosis-Wirkungskurven für diese Teilstichproben sind in Abbildung 4 dargestellt. Der Überschusseffekt der Personen mit einer abrupten Zunahme der Fluglärmbelastung ist im gesamten Pegelbereich klar ersichtlich. Besonders stark ausgeprägt ist er in Regionen mit einem  $L_{eq}$  zwischen 40 und 50 dB(A). Dies ist möglicherweise darauf zurückzuführen, dass es sich dabei um Personen handelt, die vor der Einführung der Ostanflüge nur bei spezieller Wetterlage und nicht regelmässig Fluglärmbelastung ausgesetzt waren.

Die Dosis-Wirkungskurve für die Personen mit einer abrupten Zunahme des Pegels deckt sich mit derjenigen der Personen ohne abrupte Pegeländerung, mit einer Ausnahme: Bei 50 dB(A) sind die Personen mit einer abrupten Pegelzunahme stärker belästigt. Überschusseffekte im Sinne einer überdurchschnittlichen Belästigungsabnahme kann also für diese Personengruppe nicht beobachtet werden.

Die Steigung der Dosis-Wirkungskurve ist für die Personen ohne wesentliche Änderung des Flugbetriebs grösser als für die gesamte Stichprobe in Abbildung 4, und die in Abbildung 4 auffallend hohe durchschnittliche Belästigung in Regionen mit tiefem Dauerschallpegel ist geringer.

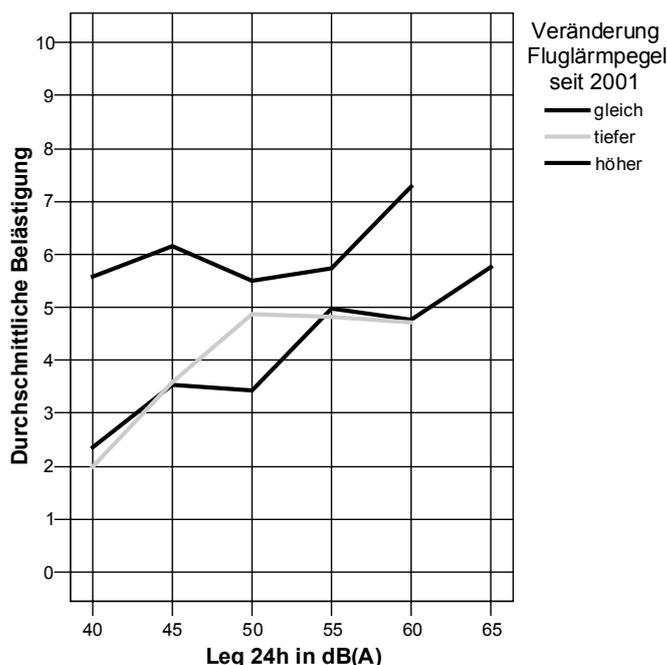


Abbildung 5 Zusammenhang zwischen der Belastung von Personen mit Zivilfluglärm (5dB-Intervalle) und durchschnittlicher Belästigung (Skala von 0-10) für alle Personen ohne abrupte Pegelveränderung ( $N=801$ ), mit abrupter Pegelzunahme ( $N=271$ ) und mit abrupter Pegelabnahme ( $N=182$ ).

In Tabelle 13 sind die Korrelationskoeffizienten (Spearman's Rangkorrelationen) zwischen verschiedenen Belastungsmassen und Belästigungsindikatoren für alle Personen mit Zivilfluglärm, die keine wesentliche, abrupte Änderung der Fluglärmbelastung erlebt hatten, dargestellt. Sie sind mit maximal .39 vergleichsweise gering, liegen jedoch im gleichen Bereich wie bei der Befragung von 2001 (Wirth, 2004, S.66). Die Fluglärmbelastung erklärt also maximal 15% der Varianz der Belästigung.

Tabelle 13 Korrelationskoeffizienten (Spearman's Rangkorrelation) zwischen verschiedenen Belastungsmassen und Belästigungsindikatoren allgemein und tagsüber.  $p < .001$  für alle Korrelationskoeffizienten. Teilstichprobe mit Zivilfluglärm und ohne wesentliche, abrupte Pegelveränderung,  $N$  zwischen 774 und 801.

Belastungsmass	Belästigung generell / tags				
	Skala 0-10	Skala 1-7			
	generell	generell	tags, Fenster offen	tags, Fenster zu	tags, vor Haus
$L_{eq}$ 6-22 Uhr	.26	.26	.36	.27	.30
$L_{eq}$ 0-24 Uhr	.28	.27	.37	.29	.31
$L_{dn}$	.33	.30	.39	.32	.34
$L_{den}$	.32	.30	.39	.33	.33

Bei den Personen, die von einer wesentlichen, abrupten Zunahme der Belastung betroffen waren, gibt es keinen oder nur einen geringen Zusammenhang zwischen Belastung und Belästigungsindikatoren (Tabelle 14). Einen schwachen, signifikanten Zusammenhang mit sämtlichen Belastungs-

massen gibt es für die Belästigung tags bei offenen und geschlossenen Fenstern. Dass es zwischen der Belastung und der generellen Belästigung auf der Skala von 0 bis 10 keinen Zusammenhang gibt, ist auch in Abbildung 5 ersichtlich.

Die Korrelationskoeffizienten der Personen im Norden des Flughafens, die von einer Abnahme des Zivilfluglärmpegels in den Nachtrandstunden betroffen waren, sind in Tabelle 15 dargestellt. Die Variationsbreite der Koeffizienten ist vergleichsweise gross. Die höchste Korrelation findet sich mit .26 für die Belästigung tags vor dem Haus und tags bei geöffnetem Fenster. In Abbildung 5 ist ersichtlich, dass es zwischen 40 und 50 dB(A) einen Dosis-Wirkungszusammenhang gibt, zwischen 50 und 60 dB(A) aber nicht mehr.

**Tabelle 14** Korrelationskoeffizienten (Spearman's Rangkorrelation) zwischen verschiedenen Belastungsmassen und Belästigungsindikatoren allgemein und tagsüber. Teilstichprobe mit Zivilfluglärm mit wesentlicher, abrupter Zunahme der Fluglärmbelastung, N zwischen 257 und 272. \*p < .05.

Belastungsmass	Belästigung generell / tags				
	Skala 0-10	Skala 1-7			
	generell	generell	tags, Fenster offen	tags, Fenster zu	tags, vor Haus
L <sub>eq</sub> 6-22 Uhr	.01	.02	.16*	.13*	.07
L <sub>eq</sub> 0-24 Uhr	.02	.03	.16*	.13*	.07
L <sub>dn</sub>	.04	.03	.16*	.13*	.09
L <sub>den</sub>	.04	.03	.16*	.13*	.09

**Tabelle 15** Korrelationskoeffizienten (Spearman's Rangkorrelation) zwischen verschiedenen Belastungsmassen und Belästigungsindikatoren allgemein und tagsüber. Teilstichprobe mit Zivilfluglärm mit wesentlicher, abrupter Abnahme der Fluglärmbelastung, N=183. \*p < .05.

Belastungsmass	Belästigung generell / tags				
	Skala 0-10	Skala 1-7			
	generell	generell	tags, Fenster offen	tags, Fenster zu	tags, vor Haus
L <sub>eq</sub> 6-22 Uhr	.13	.23*	.26*	.17*	.26*
L <sub>eq</sub> 0-24 Uhr	.12	.22*	.24*	.16*	.24*
L <sub>dn</sub>	.09	.19*	.19*	.14*	.19*
L <sub>den</sub>	.09	.20*	.18*	.15*	.19*

### 4.3.2 Die Belästigung in verschiedenen Situationen

In der Befragung von 2001 konnte gezeigt werden, dass die befragten Personen bei gleichem Pegel bei geschlossenem Fenster weniger stark belästigt waren als bei geöffnetem Fenster, vor dem Haus und allgemein. Das allgemeine Belästigungsurteil begründete sich also auf der Situation

draussen vor dem Haus bzw. bei geöffnetem Fenster (Wirth, 2004, S.68 ff.). Ist dies bei der aktuellen Befragung ebenfalls der Fall?

Diese Analyse umfasst die Items Nr. 116-120 im Fragebogen (s. Anhang A1), in denen die Befragten ihre Belästigung innerhalb der letzten 12 Monate in verschiedenen Situationen (Belästigung durch Fluglärm insgesamt, vor dem Haus, tags, tags innen Fenster zu, tags innen Fenster offen) rückblickend beurteilten.

Tatsächlich deckt sich das allgemeine Belästigungsurteil mit demjenigen für die Situation drinnen, Fenster offen, und draussen vor dem Haus, nicht aber mit demjenigen tags innen, Fenster zu. Aufgrund von Abbildung 6 kann der Schluss gezogen werden: Auch 2003 nahmen die Befragten die Situation bei geöffnetem Fenster oder vor dem Haus als Beurteilungsgrundlage, wenn sie zur generellen Fluglärmbelästigung bei sich zuhause befragt wurden.

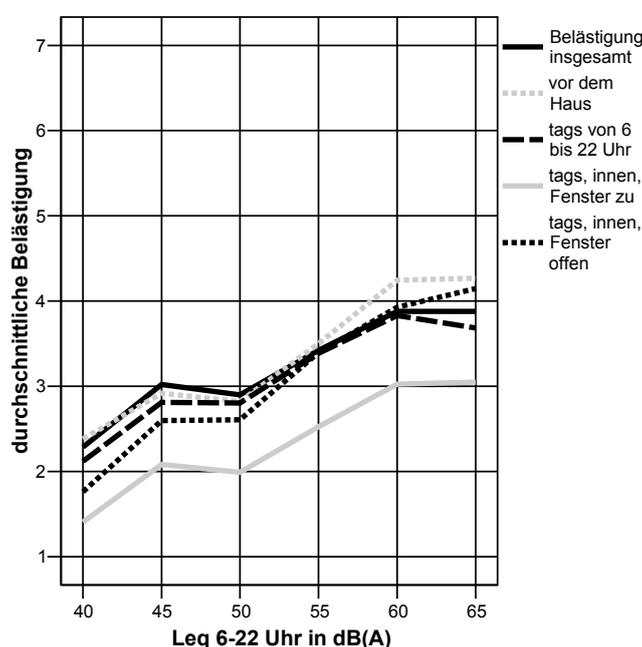


Abbildung 6 Zusammenhang zwischen der Belastung tags (5dB-Klassen) von Personen mit Zivilfluglärm, ohne wesentliche Veränderung der Fluglärmbelastung, und der durchschnittlichen Belästigung (Skala von 1-7) für verschiedene Situationen tagsüber und allgemein. N zwischen 774 und 801.

### 4.3.3 Die Belästigung nachts

Wie sieht die Dosis-Wirkungskurve nachts aus? Die Belästigung nachts wurde auf der Skala von 1 bis 7 erhoben (nicht, sehr schwach, schwach, deutlich, stark, sehr stark, unerträglich belästigt), und zwar nachts generell, nachts mit geöffnetem Fenster und nachts mit geschlossenem Fenster (Items Nr. 121-123). Auch hier handelt es sich um eine rückblickende Beurteilung der Belästigung durch Fluglärm zuhause in den vergangenen 12 Monaten.

In Abbildung 7 ist die Dosis-Wirkungskurve für die Fluglärmbelästigung nachts dargestellt, und

zwar wieder für die allgemeine Belästigung, für die Belästigung bei geöffnetem Fenster und für die Belästigung bei geschlossenem Fenster. Die durchschnittliche Belästigung nachts ist eine wachsende Funktion des nächtlichen Dauerschallpegels. In Abbildung 7 ist ersichtlich, dass sich das generelle Belästigungsurteil auch nachts mit demjenigen bei geöffnetem Fenster deckt. Hier war ebenfalls die Situation mit geöffnetem Fenster die Beurteilungsgrundlage, wenn die Betroffenen ihre generelle nächtliche Belästigung in den letzten 12 Monaten einschätzten.

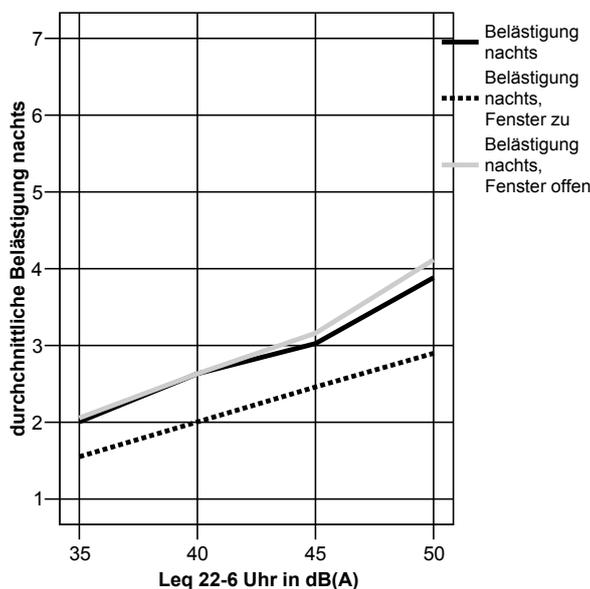


Abbildung 7 Zusammenhang zwischen der Belastung nachts (5dB-Klassen) und der durchschnittlichen Belästigung (Skala von 1-7) für verschiedene Situationen nachts. Personen mit Zivilfluglärm und ohne wesentliche, abrupte Pegeländerung, N zwischen 774 und 801.

#### 4.3.4 Der Anteil an stark belästigten Personen (%HA)

Ist der Anteil an stark belästigten Personen (%HA) eine Funktion der Lärmbelastung? Zur Erinnerung: Der %HA ist nach dem Schultz-Kriterium derjenige Anteil der Befragten, die auf einer Belästigungsskala eine Belästigungsstufe in den obersten 28% der Skala wählen (Schultz, 1978). Bei einer Belästigungsskala von 0 bis 10 sind dies die Personen, die eine 8, 9 oder 10 angeben. Zusätzlich können die Befragten auch in die mittelstark Belästigten (medium annoyance, %MA, 4, 5, 6 oder 7 auf der Belästigungsskala), in die schwach Belästigten (low annoyance, %LA, 1, 2 oder 3 auf der Belästigungsskala) und in die nicht Belästigten (no annoyance, %NA, 0 auf der Belästigungsskala) eingeteilt werden.

Abbildung 8 zeigt den Prozentsatz an nicht, schwach, mittelstark und stark belästigten Personen pro 5dB-Klasse. Auf der Abszisse ist der  $L_{eq}$  0-24 Uhr dargestellt. Der %HA ist ab einem  $L_{eq}$  von 50 dB(A) eine wachsende Funktion des Lärmpegels. Der %MA nimmt über den gesamten Pegelbereich zu, während der %LA und der %NA erwartungsgemäss mit zunehmendem Pegel abnehmen. Anders als in der Stichprobe von 2001 verringert sich der %NA stärker.

Der %NA und der %LA können zu den geringfügig Belästigten und der %MA und der %HA zu den wesentlich Belästigten zusammengefasst werden. Bei einem  $L_{eq}$  0-24 Uhr von 52 dB(A) gibt es gleich viele wesentlich und geringfügig Belästigte (in der Befragung von 2001 war es bei einem  $L_{eq}$  von 51 dB(A); s. Wirth, 2004, S. 73ff). Der Anteil an wesentlich Belästigten ist eine wachsende Funktion der Lärmbelastung.

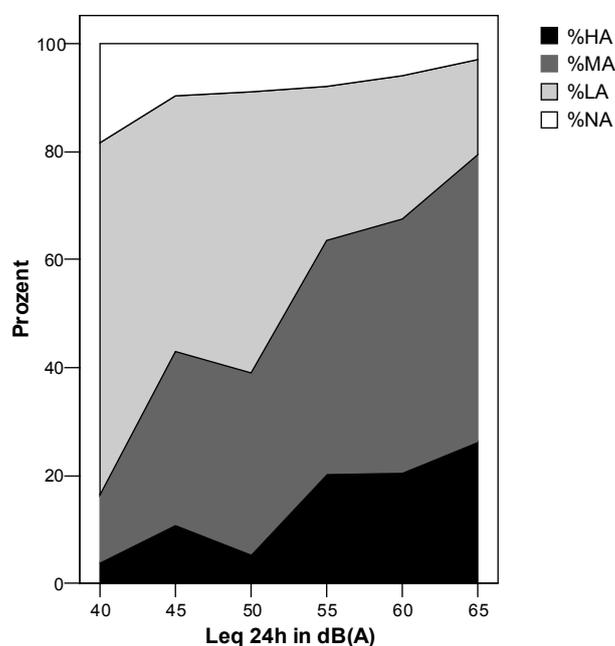


Abbildung 8 Anteil an nicht, schwach, mittelstark und stark belästigten Personen mit Zivilfluglärm und ohne wesentliche, abrupte Pegeländerung, aufgrund des  $L_{eq}$  0-24 Uhr (5dB-Klassen). N=970.

#### 4.3.5 Zusammenfassung

- Die Belästigung ist eine wachsende Funktion der Fluglärmbelastung: je höher der Fluglärmpegel, umso höher ist die durchschnittliche Belästigung.
- Die Personen, die eine wesentliche, abrupte Zunahme des Fluglärmpegels erlebt hatten (Ost-anflüge zu den Nachtrandstunden), zeigten deutliche Überschussreaktionen: Ihre Belästigung war bei gleichem Dauerschallpegel viel höher als bei Personen ohne wesentliche Änderung des Pegels. Bei diesen Personen besteht zwischen Belastung und Belästigung kein oder allenfalls ein sehr schwacher Zusammenhang. Besonders ausgeprägt ist die Überschussreaktion bei Personen aus Regionen mit eher tiefem  $L_{eq}$  2003.
- Die Personen, die eine wesentliche, abrupte Abnahme des Fluglärmpegels in den Nachtrandstunden erlebt hatten, waren nicht weniger belästigt als Personen ohne abrupte Änderung des Pegels. Die Dosiswirkungskurve stimmt mit derjenigen von Personen ohne abrupte Änderung überein, ausser bei 50 dB(A): Die Belästigung der Personen mit abrupter Pegelabnahme ist in diesem Pegelbereich sogar höher.
- Der Zusammenhang zwischen Lärmbelastungsmassen und Belästigungsindikatoren ist vergleichsweise gering. Die Korrelationskoeffizienten sind aber ungefähr gleich hoch wie diejenigen in der Befragung von 2001. Sie erreichen, wie schon 2001, eine maximale Höhe von .39 – sofern die Personen mit einer abrupten, wesentlichen Änderung des Flugbetriebs nicht berücksichtig

sichtigt werden.

- Bei der generellen Beurteilung der Fluglärmbelastung innerhalb der vergangenen 12 Monate diente die Situation bei geöffnetem Fenster oder vor dem Haus als Beurteilungsgrundlage.
- Der Anteil an stark belastigten Personen (%HA) ist eine steigende Funktion der Lärmbelastung.
- Die verschiedenen Belästigungsindikatoren erklären maximal 15% der Varianz der Belästigungsreaktionen, wenn die Personen mit einer wesentlichen, abrupten Pegeländerung nicht berücksichtigt werden. Dies ist gleich viel wie in der Befragung von 2001. Auch hier sind andere, wahrscheinlich zumeist nicht-akustische Faktoren, an der Bildung des Belästigungsurteils beteiligt.
- Für die Personen, die eine wesentliche Zunahme des Fluglärmpegels erlebt haben, ergibt sich kein oder nur ein sehr schwacher Zusammenhang zwischen dem Fluglärmpegel und der Belästigung. Auch in der Personengruppe mit abrupter Abnahme des Pegels ist der Zusammenhang zwischen dem Fluglärmpegel und der Belästigung vergleichsweise gering.

## 4.4 Untersuchung von Überschussreaktionen

### 4.4.1 Personen mit abrupter Pegelzunahme

In Kap. 4.3.1 fanden sich Hinweise, dass Personen, die von den neu eingeführten sog. Ostanflügen betroffen waren, Überschussreaktionen zeigten: Ihre Belästigung war bei gleichem Dauerschallpegel höher als diejenige von Personen, die keine abrupte Zunahme der Fluglärmbelastung zwischen den Jahren 2001 und 2003 erlebt hatten. In diesem Kapitel werden diese Überschussreaktionen genauer analysiert.

Zur Erinnerung: Gemeinden im Osten des Flughafens waren ab Oktober 2001 (1. Stufe der innerdeutschen Verordnung) von Landungen auf Piste 28 morgens von 5.30 bis 6 Uhr und abends von 22 bis 24 Uhr betroffen. Ab Oktober 2002 (2. Stufe der Verordnung) kamen an Wochenenden und Feiertagen zusätzlich Landungen von 5.30 bis 9 Uhr und von 20 bis 24 Uhr hinzu. Ab April 2003 wurde die Flugsperre ueber Deutschland nochmals verschärft (3. Stufe der Verordnung), womit der Osten des Flughafens von Landungen werktags von 6 bis 7 Uhr morgens und von 21 bis 24 Uhr abends betroffen war.

Im folgenden wurde eine „Matched-pairs-Analyse“ durchgeführt: Allen Personen, die von einer abrupten Zunahme der Belastung betroffen waren, wurde eine Person ohne abrupte Zunahme des Pegels zugeordnet. Die paarweise Zuteilung wurde aufgrund des  $L_{eq}$  0-24 Uhr (5 dB-Klassen), umweltpolitischer Einstellung, Bewertung des Flugverkehrs (zwei der bedeutendsten Moderatorvariablen in der Untersuchung von 2001) und wenn möglich nach Alter und Geschlecht vorgenommen. Alter und Geschlecht konnten nur in ca. 90% der Fälle richtig zugeteilt werden, da es nicht immer genügend passende Personen zur Auswahl gab. Dies ist an Betracht der Tatsache, dass Alter und Geschlecht keinen signifikanten Einfluss auf die Zielvariable, die Belästigung, hatten, bedeutungslos.

Somit konnten die Personen, die eine abrupte Pegelzunahme in den Nachtrandstunden erlebt hatten, mit Personen mit sehr ähnlichem Dauerschallpegel, gleicher umweltpolitischer Einstellung,

sehr ähnlicher Einstellung gegenüber dem Flugverkehr und meistens gleichen Alters und Geschlechts, jedoch ohne abrupte Pegelveränderung, verglichen werden. Insgesamt gingen 512 Personen mit einem  $L_{eq}$  0-24 von 40 bis 60 dB(A) in die Analyse ein.

Abbildung 9 zeigt, dass Personen mit abrupter Zunahme des Fluglärmpegels viel belästigter waren als Personen ohne abrupte Zunahme. Sind diese Unterschiede signifikant? Mann-Whitney-Tests wurden insgesamt und für jede dB-Klasse einzeln durchgeführt (Tabelle 16). Alle Belästigungsunterschiede zwischen den beiden „gematchten“ Gruppen sind hochsignifikant, mit Ausnahme der 60-dB-Klasse (Tab. 27). In diesem Pegelbereich gibt es jedoch nur 7 Personen, dieses Ergebnis kann deshalb nicht verallgemeinert werden.

Der Zusammenhang zwischen Belastung und Belästigung ist in den beiden Gruppen mit und ohne abrupte Zunahme des Lärmpegels unterschiedlich: Für die Personen ohne abrupte Zunahme des Pegels beträgt der Korrelationskoeffizient  $.22$  ( $p < .001$ ). Bei den Personen mit abrupter Zunahme des Pegels im Osten des Flughafens gibt es keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Belastung und Belästigung ( $r = .07$ ,  $p = .29$ ). Diese Personen schienen nicht in erster Linie den Fluglärm zu beurteilen, wenn sie nach ihrer Belästigung gefragt wurden.

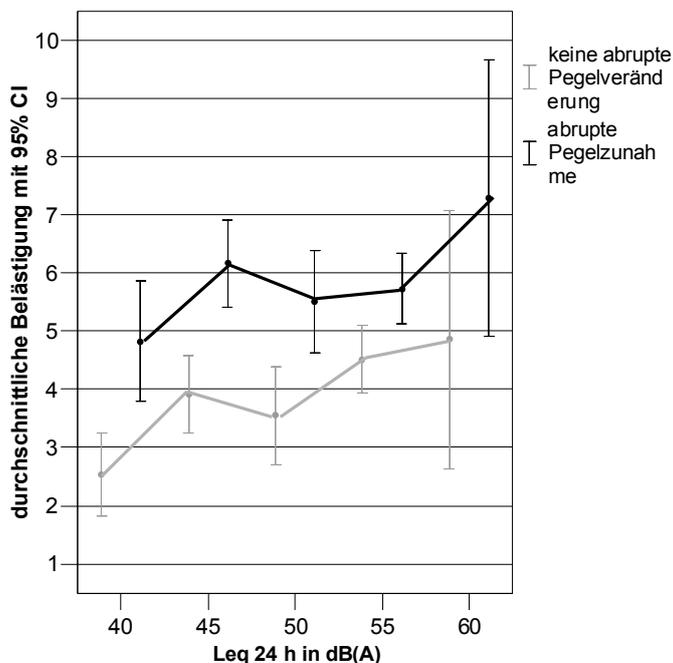


Abbildung 9 Durchschnittliche Belästigung aufgrund des  $L_{eq}$  0-24 Uhr, für Personen mit abrupter Pegelzunahme und ohne abrupte Pegeländerung, gematched nach  $L_{eq}$ , zwei Moderatoren, Alter und Geschlecht.

Tabelle 16 U-Tests nach Mann-Whitney zur Überprüfung der Belästigungsunterschiede für Personen mit abrupter Pegelzunahme und ohne abrupte Pegeländerung, gematched nach  $L_{eq}$  0-24 Uhr, zwei Moderatoren und wenn möglich Alter und Geschlecht.

$L_{eq}$ 0-24 Uhr in dB(A)	Abrupte Pegelveränderung	N	U	p
Insgesamt	Pegelzunahme	257	21842	<.001

	Keine Veränderung			
40	Zunahme	34	331.5	<.001
	Keine Veränderung			
45	Zunahme	74	1626.5	<.001
	Keine Veränderung	73		
50	Zunahme	38	460.5	<.001
	Keine Veränderung	40		
55	Zunahme	103	4068.5	.005
	Keine Veränderung	102		
60	Zunahme	7	11.5	.097
	Keine Veränderung			

#### 4.4.2 Personen mit abrupter Pegelabnahme

In Kap. 4.3.1 fanden sich Hinweise, dass die Belästigung der 183 Personen aus dem Norden des Flughafens, die eine abrupte Abnahme des Pegels in den Nachtrandstunden erlebt hatten, nicht überdurchschnittlich abgenommen hatte. Bei 50 dB(A) waren die Betroffenen sogar stärker belästigt als Personen ohne abrupte Pegeländerung. In diesem Kapitel soll die Belästigung dieser Personen analysiert werden.

Im folgenden wurde wiederum eine „Matched-pairs-Analyse“ durchgeführt: Allen Personen, die von einer abrupten Abnahme des Fluglärmpegels betroffen waren, wurde eine Person ohne abrupte Pegeländerung zugeordnet. Die Zuteilung erfolgte wieder nach  $L_{eq}$  0-24 Uhr, umweltpolitischer Einstellung, Bewertung des Flugverkehrs und wenn möglich nach Alter und Geschlecht. Insgesamt gingen 312 Personen mit einem  $L_{eq}$  0-24 von 40 bis 60 dB(A) in die Analyse ein.

Die durchschnittliche Belästigung für beide Gruppen mit und ohne abrupte Pegelabnahme ist in Abbildung 10 dargestellt. Personen mit abrupter Pegelabnahme sind insgesamt etwas belästigter als Personen aus Regionen mit einer Steady-State-Situation, ausser bei 45 dB(A). Mann-Whitney-Tests zeigen, dass diese Belästigungsunterschiede nicht signifikant sind (Tabelle 17). Aus dieser Analyse kann geschlossen werden, dass sich die Belästigung von Personen im Norden des Flughafens, die eine abrupte Änderung des Fluglärmpegels erlebt hatten, nicht signifikant von der Belästigung von Personen ohne abrupter Pegelabnahme unterscheidet.

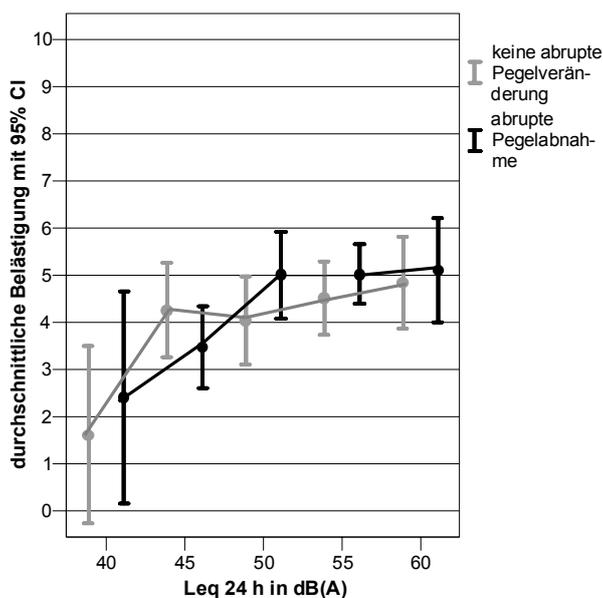


Abbildung 10 Durchschnittliche Belästigung aufgrund des  $L_{eq}$  0-24 Uhr, für Personen mit abrupter Pegelabnahme und ohne abrupte Pegeländerung, gematched nach  $L_{eq}$ , zwei Moderatoren, Alter und Geschlecht.

Tabelle 17 U-Tests nach Mann-Whitney zur Überprüfung der Belästigungsunterschiede für Personen mit abrupter Pegelabnahme und ohne abrupte Pegeländerung, gematched nach  $L_{eq}$  0-24 Uhr, zwei Moderatoren und wenn möglich Alter und Geschlecht. \* $p < 0.05$

$L_{eq}$ 0-24 Uhr in dB(A)	Abrupte Pegelabnahme ja/nein	N	U	p
Insgesamt	ja	312	11317.5	.28
	nein			
40	ja	10	10	.69
	nein			
45	ja	64	438.5	.32
	nein			
50	ja	50	239	.15
	nein			
55	ja	128	1805.5	.25
	nein			

#### 4.4.3 Zusammenfassung

- Personen im Osten des Flughafens, die von einer abrupten Zunahme des Fluglärmpegels morgens früh und abends spät betroffen waren, fühlten sich bei gleicher Lärmbelastung signifikant belästigter als Personen ohne abrupte Pegeländerung. Es gab bei diesen Personen keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Belastung und Belästigung. Sog. Über-

schussreaktionen konnten somit eindeutig nachgewiesen werden.

- Personen im Norden des Flughafens, die von einer abrupten Abnahme des Fluglärmpegels in den Nachtrandstunden betroffen waren, unterschieden sich in ihrer Belästigung nicht signifikant von Personen ohne abrupte Pegelveränderung. Für diese Personen konnten also keine Überschussreaktionen gefunden werden.

## 4.5 Die Wirkung von intervenierenden Variablen

In der Befragung von 2001 konnte gezeigt werden, dass die Ziviilfluglärmbelastung nur einen kleinen Teil der Varianz der Belästigung erklärte, die Moderatoren und Mediatoren hingegen erklärten zwischen 48% und 58%. Auch in der vorliegenden Arbeit erklärt der  $L_{eq}$  0-24 Uhr nur gerade 8% der Varianz der Belästigung, und es ist davon auszugehen, dass nicht-akustische Variablen eine wichtige Rolle bei der Beurteilung der Belästigung spielten. Im folgenden wird der Einfluss von solchen nicht-akustischen Variablen analysiert.

In der Befragung 2003 waren die gleichen potentiellen intervenierenden Variablen wie 2001 erhoben worden. Zusätzlich war im Fragebogen nach aktiven Copingstrategien gegen Fluglärm gefragt worden (z.B. Teilnahme an einer Demonstration oder Teilnahme an einer Veranstaltung gegen Fluglärm; siehe Items 143-151 im Fragebogen in Anhang A1). Aus den Antworten wurde die Anzahl an Aktivitäten errechnet.

Der Einfluss nicht-akustischer Variablen wurde wie 2001 mittels Regressionsanalysen (Methode Forward) überprüft. Dazu wurden wiederum einige der im Fragebogen erhobenen Variablen zu Indices zusammengefasst. Um die Vergleichbarkeit der Studie mit derjenigen von 2001 zu gewährleisten, wurden die gleichen Indices wie 2001 auf die gleiche Art gebildet: Ausser für die „soziale Schicht“ erfolgte die Indexbildung über die Berechnung des arithmetischen Mittels. Die soziale Schicht wurde über ein in der Marktforschung übliches additives Verfahren berechnet (siehe dazu Anhang A2).

Als abhängige Variable wurde die Belästigung auf der Skala von 0 bis 10 eingegeben. Der Einfluss folgender unabhängiger Variablen wurde geprüft:

- $L_{eq}$  0-24 Uhr
- Variablen zur Person:
  - Alter
  - Geschlecht
  - soziale Schicht (Index)
  - Arbeitgeber hat mit Flugverkehr zu tun
- Variablen zum Wohnen:
  - Besitzverhältnis Behausung (Eigentümer oder Mieter)
  - Art des Hauses (Einfamilienhaus/Reihenhaus/Blockwohnung)

- Wohndauer
- Fensterstellung nachts im Sommer
- Fensterstellung nachts im Winter
- Variablen zu Gesundheit und Schlaf:
  - allgemeine gesundheitliche Symptome (Index)
  - selbstberichteter Gesundheitszustand
  - selbstberichtete Schlafqualität
  - Ergreifen von Massnahmen gegen den Lärm zum Schlafen (Index)
  - Gesundheitsprobleme zurückzuführen auf Fluglärm
  - Probleme mit dem Gehör
  - Einnahme von Medikamenten gegen zu hohen Blutdruck
- Einstellungsvariablen:
  - Zufriedenheit mit Wohnort (Index)
  - Zufriedenheit mit Wohnort, akustische Aspekte (Index)
  - Vertrauen in Organisationen (Index)
  - Bewertung des Flugverkehrs (Index)
  - Umweltpolitische Einstellung (für Ruhe/Umweltschutz oder für Wirtschaftsstandort Zürich)
  - Einschätzung der Fluglärmbelästigung in Zukunft
  - Verteilung des Flugverkehrs (für breite Verteilung / für Kanalisierung)
- Variablen im Zusammenhang mit Lärm:
  - Belästigung durch Bahn- und Strassenlärm (Index)
  - Lärmempfindlichkeit
  - eingebaute Schallschutzfenster
  - abrupte, wesentliche Veränderung des Fluglärms seit 2001 (ja/nein)

In Tabelle 18 ist ein Modell mit allen signifikanten intervenierenden Variablen dargestellt. Die in der Tabelle aufgelisteten B-Koeffizienten dienen dazu, die individuell beobachteten Rohwerte der Prädiktoren so zu gewichten, dass eine optimale Schätzung der Belästigung berechnet wird. Da die Einheiten der Prädiktoren unterschiedlich sind (bei der Lärmempfindlichkeit beispielsweise wurde eine Skala von 0-10 und beim selbsteingeschätzten Gesundheitszustand eine Skala von 1-5 benutzt), wurden die B-Werte standardisiert (standardisierter Koeffizient  $\beta$ ). Die Werte der unterschiedlichen Variablen sind so miteinander vergleichbar.

Die durch die Prädiktoren erklärte interindividuelle Varianz der Lärmbelästigung beträgt rund 58% (adjusted  $R^2 = 0.58$ ).

Tabelle 18 Prädiktoren für Fluglärmbelästigung aufgrund einer linearen multiplen Regression. Personen mit Zivillfluglärm, N=1060.  $p \leq .001$ .

Variable	Standard. Koef. $\beta$	Unstandard. Koeff. B	Standardfehler	Lärmelästigung nimmt zu...
$L_{eq}$ 0-24 Uhr	.23	.11	.01	bei zunehmendem $L_{eq}$
Zufriedenheit Wohnort, akustische Aspekte (Strassenverkehr, Schalldämmung Haus...); Index	-.16	-.54	.08	je kleiner Zufriedenheit ist
wesentliche Änderung des Flugbetriebs ja / nein	.16	.58	.08	ja
Bewertung des Flugverkehrs (gefährlich, interessant...); Index	.16	.62	.11	je negativer Bewertung ist
Besitzverhältnis (Eigentümer / Mieter)	-.15	-.87	.14	bei Eigentümern
Anzahl Copingstrategien	.14	.35	.07	mit zunehmender Anzahl
Umweltpolitische Einstellung (Ruhe, Umweltschutz / Wirtschaftsstandort Zürich)	.14	.84	.15	bei Einstellung zu Umweltschutz
Einschätzung der Fluglärmelästigung in Zukunft	.13	.41	.07	wenn zukünftige Zunahme der Lärmelästigung vermutet wird
Ergreifen von Massnahmen gegen Lärm zum Schlafen (Fenster schliessen...); Index	.13	.59	.12	je häufiger Massnahmen ergriffen werden
Gesundheitsprobleme wegen Fluglärm ja/nein	-.11	-1.24	.28	ja
Lärmempfindlichkeit	.11	.14	.03	je grösser die Lärmempfindlichkeit ist
Vertrauen in Organisationen (Flughafen, Politiker...); Index	-.09	-.35	.10	je kleiner Vertrauen ist

Keinen Einfluss zeigten laut diesem Modell:

- die vier Variablen zur Person
- Art des Hauses (Einfamilienhaus/ Reihenhaus/ Block)
- Zufriedenheit mit verschiedenen nicht-akustischen Aspekten des Wohnortes
- allgemeine gesundheitliche Symptome (Index)
- selbstberichteter Gesundheitszustand
- selbstberichtete Schlafqualität
- Ergreifen von Massnahmen gegen den Lärm zum Schlafen (Index)

- Gesundheitsprobleme zurückzuführen auf Fluglärm
- Probleme mit dem Gehör
- Einnahme von Medikamenten gegen zu hohen Blutdruck
- Belästigung durch Bahn- und Strassenlärm
- Verteilung des Flugverkehrs
- Fensterstellung nachts
- Wohndauer
- eingebaute Schallschutzfenster.

Insgesamt sind somit die gleichen intervenierenden Variablen wie in der Befragung von 2001 signifikant, mit Ausnahme des selbsteingeschätzten Gesundheitszustands, der allgemeinen gesundheitlichen Symptome und der Fensterstellung nachts im Sommer, die im vorliegenden Modell nicht signifikant sind. Diese Variablen hatten in der Befragung von 2001 allerdings nur einen sehr geringen Effekt auf die Belästigung.

Die Variablen „Miete / Hypothekarzins“, „Erwartung, dass Schallschutzfenster eingebaut werden müssen“, „Anzahl Stunden, die ausser Haus bei der Arbeit verbracht werden“ und die „Abflughäufigkeit vom Flughafen Zürich“ hatten viele fehlende Werte und wurden deshalb nicht in die Regressionsanalyse einbezogen. Der Zusammenhang zwischen diesen Variablen und der Belästigung wurde mit Partialkorrelationen unter Herauspartialisieren des  $L_{eq}$  überprüft. Es konnte kein moderierender Einfluss auf die Lärmbelästigung festgestellt werden (s. Tabelle 19).

Tabelle 19 Partialkorrelation zwischen der Lärmbelästigung und verschiedenen nicht akustischen Variablen, unter Herauspartialisierung des  $L_{eq}$  0-24 Uhr.

Variable	r	p
Miete / Hypothekarzins	-.01	.68
Erwartung, dass Schallschutzfenster eingebaut werden müssen	-.04	.20
Anzahl Stunden, die ausser Haus bei der Arbeit verbracht werden	-.03	.38
eigene Abflughäufigkeit vom Flughafen Zürich	-.06	.06

Ein Ergebnis aus der Befragung von 2001 konnte damit nicht bestätigt werden; damals bestand ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Variable „Erwartung, dass Schallschutzfenster eingebaut werden müssen“ und der Lärmbelästigung.

## Zusammenfassung

Mit einer Regressionsanalyse konnte der Einfluss von nicht akustischen intervenierenden Variablen auf die Lärmbelästigung nachgewiesen werden. Folgende Variablen zeigten einen signifikanten Einfluss auf die Zielvariable: Zufriedenheit Wohnort (akustische Aspekte; Index), wesentliche, abrupte Änderung des Flugbetriebs, Bewertung des Flugverkehrs (Index), Besitzverhältnis (Eigentümer / Mieter), Anzahl Copingstrategien, Umweltpolitische Einstellung (Ruhe, Umweltschutz / Wirtschaftsstandort Zürich), Einschätzung der Fluglärmelastigung in Zukunft, Ergreifen von Mass-

nahmen gegen Lärm zum Schlafen (Index), Gesundheitsprobleme wegen Fluglärm ja/nein, Lärmempfindlichkeit, Vertrauen in Organisationen (Index).

## 4.6 Tageszeitabhängige Belästigung

### 4.6.1 Unterschied Tag – Nacht

In der Befragung von 2001 konnte gezeigt werden, dass sich die Betroffenen nachts bei gleichem Pegel belästigter fühlten als tagsüber. Der Unterschied war in einem Pegelbereich von 42.5 bis 52.5 dB(A) signifikant. Wie sieht dies zwei Jahre später aus?

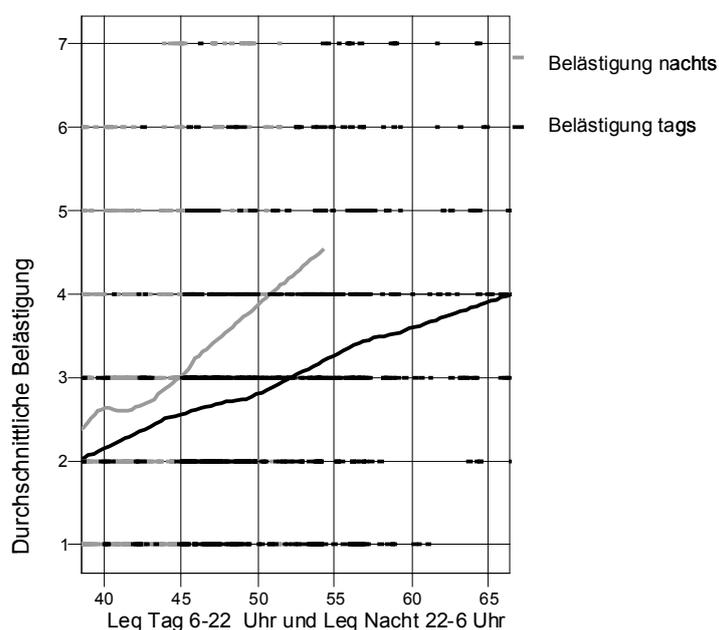


Abbildung 11 Fluglärmbelästigung nachts aufgrund des  $L_{eq}$  22-6 Uhr und Fluglärmbelästigung tagsüber aufgrund des  $L_{eq}$  6-22 Uhr. Kurve eingepasst nach der Lowess-Methode. Stichprobe mit Zivilluftverkehr und ohne abrupte Pegelveränderung,  $N = 777$  tags und 785 nachts.

In Abbildung 11 ist zu sehen, dass auch in der Befragung von 2003 die Personen nachts bei gleichem Pegel belästigter waren als tagsüber. Ein um 5-12 dB(A) tieferer  $L_{eq}$  reichte, um nachts die gleich hohe Belästigung wie tagsüber hervorzurufen. Im Gegensatz zu 2001 gibt es keine Sättigung der Kurven.

Ist dieser Unterschied statistisch signifikant? Die Antwort gibt ein U-Test nach Mann-Whitney, mit dem die Belästigung aller Personen derselben 5dB-Klasse tagsüber mit derjenigen aller Personen, die nachts derselben 5dB-Klasse angehörten, verglichen wird. In Tabelle 20 ist ersichtlich, dass der Belästigungsunterschied in den Pegelklassen von 40 und 50 dB(A) signifikant ist; in der Pegelklasse von 45 dB(A) ist nur eine Tendenz zu höherer Belästigung nachts beobachtbar. Das Resultat von 2001 wurde also bestätigt: In allen hier untersuchten Pegelklassen sind die befragten Personen nachts bei gleichem Pegel belästigter als tagsüber. Der Unterschied ist aber nur in zwei von drei untersuchten Pegelklassen signifikant, nämlich bei 40 und bei 50 dB(A).

Tabelle 20 U-Tests nach Mann-Whitney zur Überprüfung des Belästigungsunterschieds Tag und Nacht bei gleichem  $L_{eq}$ . Stichprobe mit Zivifluglärm und ohne abrupte Pegelveränderung.

$L_{eq}$ -Klasse	Tag oder Nacht	N	durchschnittl. Rang	U	p
40	Tag	43	169.7	6350.5	.04
	Nacht	363	207.5		
45	Tag	40	172.0	6061.5	.34
	Nacht	333	188.8		
50	Tag	43	110.0	3782.5	.02
	Nacht	226	139.8		

## 4.6.2 Tageszeiten besonderer Belästigung

### Belästigungsprofil im Tagesverlauf

In der Befragung von 2003 wurde, wie schon 2001, danach gefragt, ob es Zeiten gebe, zu denen man durch Fluglärm besonders stark belästigt sei; drei Tageszeiten konnten frei angegeben werden (Items Nr. 88-93 im Fragebogen).

Zu welchen Zeiten waren die befragten Personen besonders stark belästigt? Und wie stark stimmen die angegebenen Zeiten besonderer Belästigung mit der zeitlichen Struktur der Belastung überein? In der Befragung von 2001 hatte sich gezeigt, dass die Befragten vor allem morgens, über Mittag und abends spät besonders stark belästigt waren, auch wenn um diese Zeit nicht unbedingt am meisten Flugverkehr herrschte.

Abbildung 12 zeigt sowohl das Belastungs- als auch das Belästigungsprofil aller schriftlich befragten Personen aus Regionen mit Zivifluglärm: Die grauen Balken stellen den Prozentsatz an Personen dar, die angaben, zu dieser Stunde besonders stark belästigt zu sein. Zusätzlich ist der über alle Personen und übers Jahr energetisch gemittelte  $L_{eq}$  pro Stunde aufgetragen. Wie aufgrund der Resultate von 2001 zu erwarten war, ergibt sich ein Belästigungsprofil mit drei Belästigungsspitzen: morgens von 6 bis 9 Uhr, über Mittag von 12 bis 14 Uhr und abends von 20 bis 23 Uhr waren besonders viele Personen belästigt. Am späten Morgen und am Nachmittag war der Anteil an stark Belästigten im Vergleich dazu tiefer. Dieses Belästigungsprofil entspricht – wie schon 2001 – nur teilweise dem Profil des pro Stunde gemittelten  $L_{eq}$ . Den höchsten gemittelten Pegel wurde von 10 bis 11 Uhr verzeichnet, zu diesem Zeitpunkt war aber der Anteil an stark Belästigten mit 9.2% vergleichsweise gering. Ebenso war die Belästigung morgens und vor allem abends höher, als man aufgrund der Lärmbelastung erwarten könnte.

Bei diesen Auswertungen wurden nur die schriftlich befragten Personen berücksichtigt, da bei der Telefonbefragung nur einzelne Stunden, nicht aber mehrere Stunden der Belästigung erhoben wurden und das Antwortformat deshalb nicht vergleichbar ist.

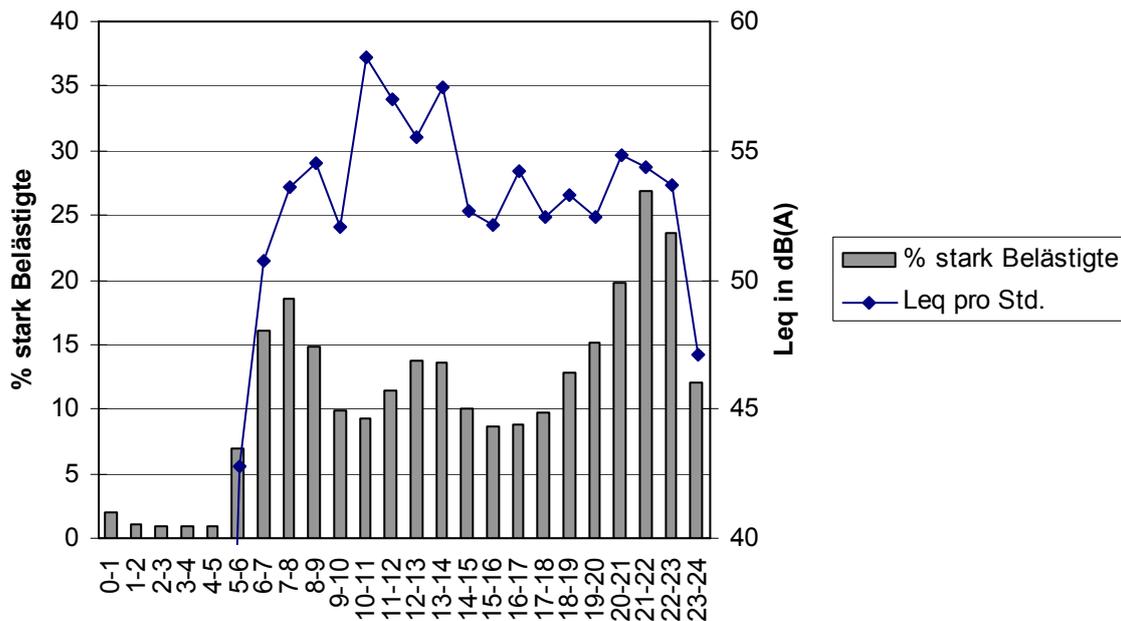


Abbildung 12 Prozentsatz an stark belästigten Personen pro Stunde und jährlicher Stunden- $L_{eq}$  2003. Personen mit Zivilfluglärm, N=893.

Mit der Profilvergleichsanalyse nach Hofstätter (1971) kann das Belastungs- mit dem Belästigungsprofil verglichen werden (s. auch Felscher-Suhr, 1996, und Wirth, 2004, S.105ff.). Der Q-Wert ist mit 0.74 nur unwesentlich tiefer als derjenige der Studie von 2001 (s. Tabelle 21). Das Belästigungsurteil im zeitlichen Verlauf deckt sich also relativ gut mit dem Tagesverlauf des Dauerschallpegels, obwohl es andere, nicht akustische Faktoren geben muss, die die Variation der Belästigung über den Tag beeinflussen.

Tabelle 21 Profilvergleichsanalyse nach Hofstätter für den Anteil an stark belästigten Personen pro Stunde und den jährlichen Stunden- $L_{eq}$ .

Gebiet	Befragungsjahr			
	2001		2003	
	N	Q	N	Q
gesamtes Gebiet mit Zivilfluglärmbelastung	1298	0.77	893	0.74
Norden: Landungen Pisten 14/16, Starts Pisten 32/34	252	0.60	148	0.60
Westen: Starts Piste 28	273	0.86	167	0.80
Süden / Osten: Starts Piste 16	123	0.83	99	0.76
Osten: Landungen Piste 28	57	0.81	73	0.52

Im folgenden werden einige Regionen getrennt betrachtet, da sich der Flugbetrieb in den einzelnen Regionen stark unterscheidet:

- der Norden des Flughafens mit Starts von den Pisten 32 und 34 und Landungen auf die Pisten 14 und 16 (Oberglatt, Niederglatt, Höri, Hochfelden, Stadel, Bülach, Glattfelden, N=148)
- das Gebiet im Westen des Flughafens mit Starts von Piste 28 (Rümlang, Regensdorf, Buchs, Dällikon, Weiningen, Geroldswil, Dänikon, Öttil a.d.L., Dietikon, N=167)

- der Südosten in der Nähe des Flughafens, das hauptsächlich von Starts von Piste 16 betroffen war (Opfikon-Glattbrugg, Kloten, Lufingen, Bassersdorf, Wallisellen, N=99)
- der Osten des Flughafens mit Landungen auf Piste 28 (Illnau-Effretikon, Lindau, Weisslingen, Zell, N=73).

Das Bild, das schon die Befragung von 2001 zeigte, kann hier bestätigt werden. In drei von den vier näher untersuchten Regionen um den Flughafen, nämlich im Norden, Süden/Osten und Westen (Abbildung 13, Abbildung 14 und Abbildung 15), gibt es, wie auch in der gesamten Stichprobe, morgens, über Mittag und abends eine Belästigungsspitze. Morgens ist diese von 6 bis 9 Uhr und mittags von 12 bis 14 Uhr auszumachen. Abends variiert sie stärker mit dem Fluglärmpegel und ist je nach Region von 18 bis 24 Uhr zu lokalisieren.

Das Belästigungsprofil des Gebiets im Osten des Flughafens hingegen unterscheidet sich stark von den anderen (Abbildung 16). Hier gibt es morgens von 5 bis 9 Uhr und abends von 20 bis 23 Uhr am meisten stark belästigte Personen; 58% der Befragten geben an, von 6 bis 7 Uhr morgens besonders stark belästigt zu sein. In keinem der anderen hier untersuchten Gebiete gibt es einen so hohen Anteil an Belästigten zu irgendeiner Stunde des Tages. Und dies, obwohl von 6 bis 7 Uhr im Osten die Fluglärmbelastung kleiner war als im Norden und im Süden/Osten zur gleichen Zeit ( $L_{eq} = 51 \text{ dB(A)}$  im Osten,  $55 \text{ dB(A)}$  im Norden und  $54.5 \text{ dB(A)}$  im Süden und unmittelbaren Osten). Tagsüber dagegen sind die Personen im Osten des Flughafens kaum belästigt, und der Belästigungsspeak am Mittag fehlt ganz.

Dieses Belästigungsprofil der Region im Osten des Flughafens ist nicht erstaunlich, wenn man bedenkt, dass diese Region seit Herbst 2001 morgens und abends fluglärmbelastet war. Seit Oktober 2001 waren die Befragten aufgrund der einseitigen Verordnungen Deutschlands morgens von 5.30 bis 6 Uhr und abends von 22 bis 24 Uhr von Landungen auf Piste 28 betroffen. Ab Oktober 2002 kamen aufgrund der Verschärfung der Verordnungen Deutschlands an Wochenenden und baden-württembergischen Feiertagen Landungen morgens von 6 bis 9 Uhr und abends von 20 bis 24 Uhr dazu. Ab April 2003 wurde an Werktagen von 6 bis 7 Uhr und von 21 bis 24 Uhr auf Piste 28 gelandet, und an Sonn- und Feiertagen von 6 bis 9 Uhr und von 20 bis 24 Uhr (die Südanflüge, die am Morgen eine Entlastung im Osten bedeuteten, wurden erst nach der Befragung im Oktober 2003 eingeführt). Die Belästigungsspitzen im hier untersuchten Gebiet im Osten des Flughafens sind genau zu den von den Anflügen auf Piste 28 neu betroffenen Tageszeiten zu verzeichnen: morgens von 5 bis 9 Uhr und abends von 20 bis 24 Uhr.

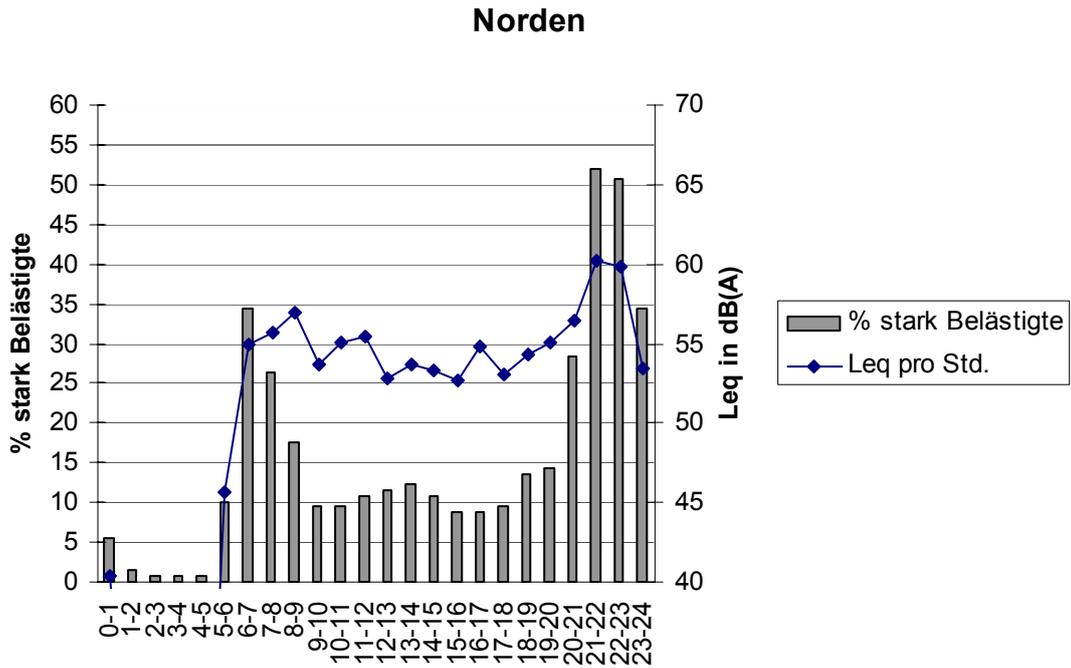


Abbildung 13 Prozentsatz an stark belästigten Personen pro Stunde und jährlicher Stunden- $L_{eq}$ . Personen mit Zivilfluglärm aus dem Norden des Flughafens (Oberglatt, Niederglatt, Höri, Hochfelden, Bülach, Stadel, Glattfelden). N=148.

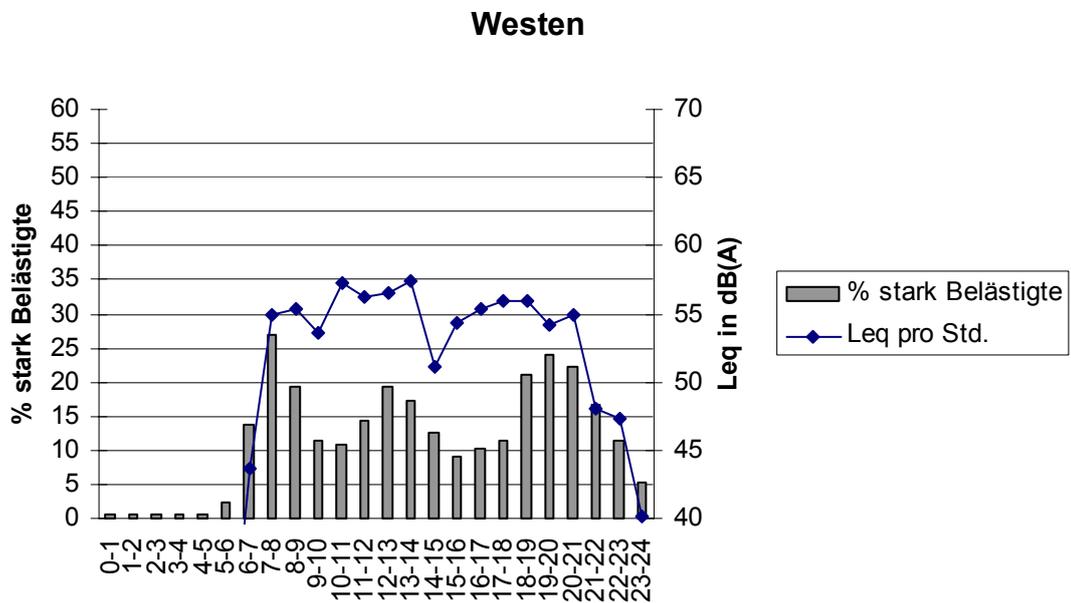


Abbildung 14 Prozentsatz an stark belästigten Personen pro Stunde und jährlicher Stunden- $L_{eq}$ . Personen mit Zivilfluglärm aus dem Westen des Flughafens (Buchs, Dällikon, Dänikon, Geroldswil, Öttil a.d.L., Rümlang, Weiningen). N=167.

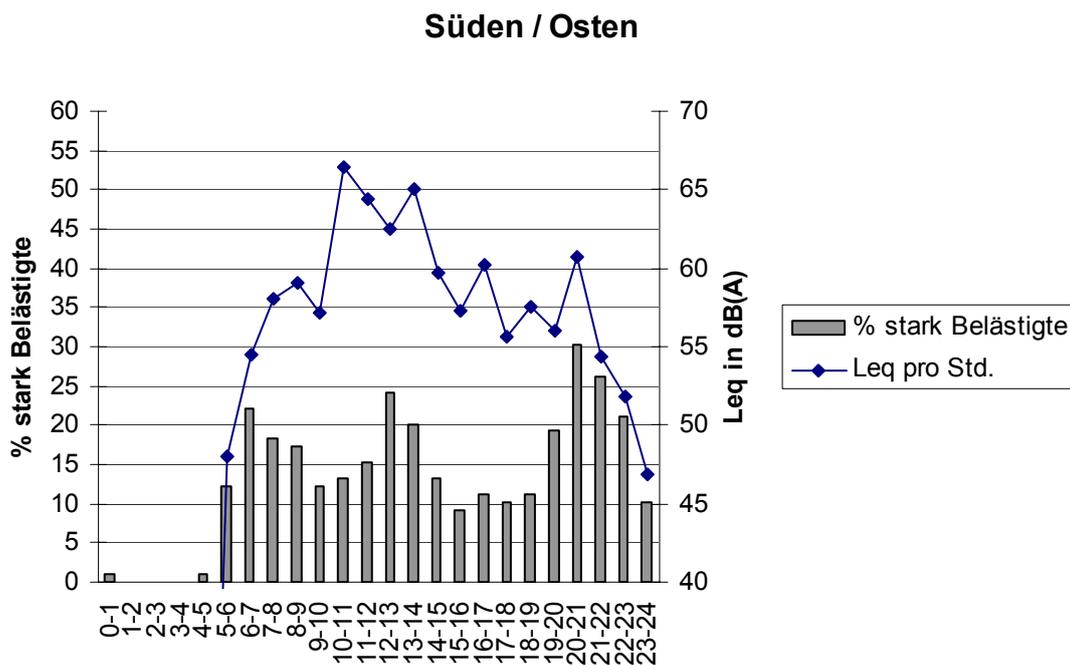


Abbildung 15 Prozentsatz an stark belästigten Personen pro Stunde und jährlicher Stunden- $L_{eq}$ . Personen mit Zivilfluglärm aus dem Süden und dem unmittelbaren Osten des Flughafens (Bassersdorf, Lufingen, Kloten, Opfikon, Wallisellen). N=99.

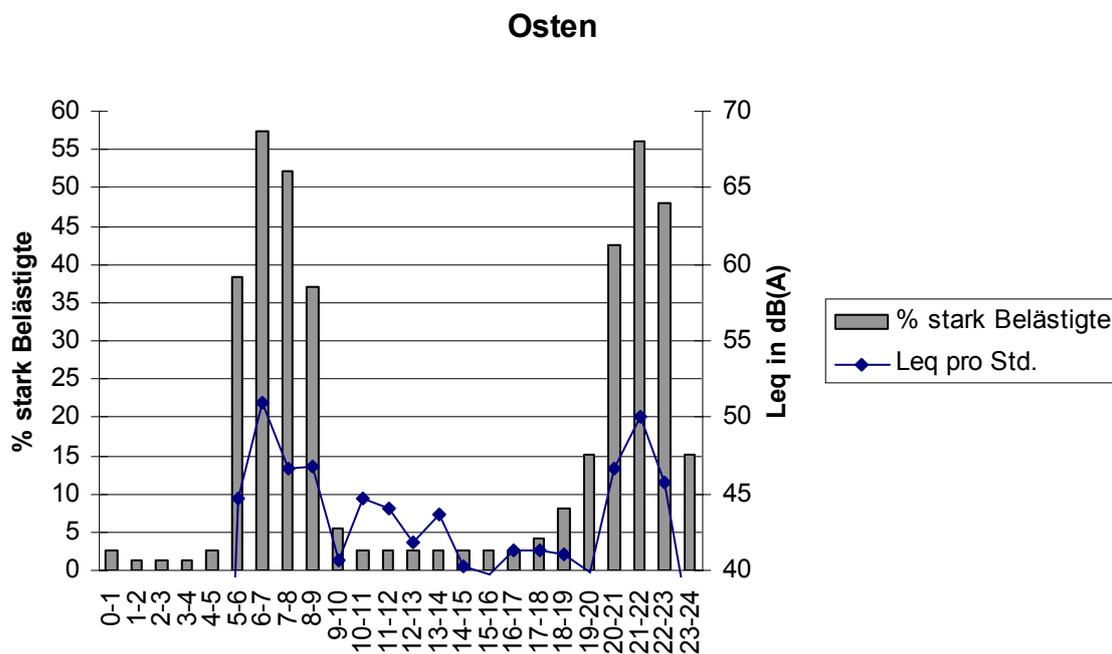


Abbildung 16 Prozentsatz an stark belästigten Personen pro Stunde und jährlicher Stunden- $L_{eq}$ . Personen mit Zivilfluglärm aus dem Osten des Flughafens (Illnau-Effretikon, Lindau, Weisslingen, Zell). N=73.

### Einfluss der auswärts verbrachten Zeit auf das Belästigungsprofil

Die Frage nach Zeiten besonders starker Belästigung bezieht sich auf das Belästigungsempfinden zuhause. Während der Woche arbeiten aber die meisten Personen auswärts. Auch nichterwerbstätige Personen oder Personen in Ausbildung sind selten 24 Stunden am Tag zuhause. Es stellt sich deshalb die Frage, wie sehr die Personen, die zu einer bestimmten Zeit regelmässig ausser Haus sind, in der Lage sind, die Belästigung zuhause im Tagesverlauf zu beurteilen. Mit anderen Worten: Findet sich ein Unterschied zwischen den Antworten der Personen, die zu bestimmten Zeiten ausser Haus sind, und den Antworten der Personen, die zur gleichen Zeit zuhause sind?

Zur Beantwortung dieser Frage wurden die Angaben, um welche Zeit die befragten Personen normalerweise unter der Woche aus dem Haus gehen und um welche Zeit sie zurückkehren (Items 64 und 66 im Fragebogen) ausgewertet. Für jede Stunde wurde ausgerechnet, ob eine Person zuhause oder ausser Haus war. In Abbildung 17 wird das Belästigungsprofil im Tagesverlauf für die Personen, die zu einer bestimmten Stunde normalerweise zuhause waren, und für die Personen, die zur selben Stunde nicht zuhause waren, getrennt dargestellt. Dabei muss berücksichtigt werden, dass rund 38% der Befragten keine klaren Angaben machten, wann sie normalerweise aus dem Haus gingen bzw. zurückkehrten.

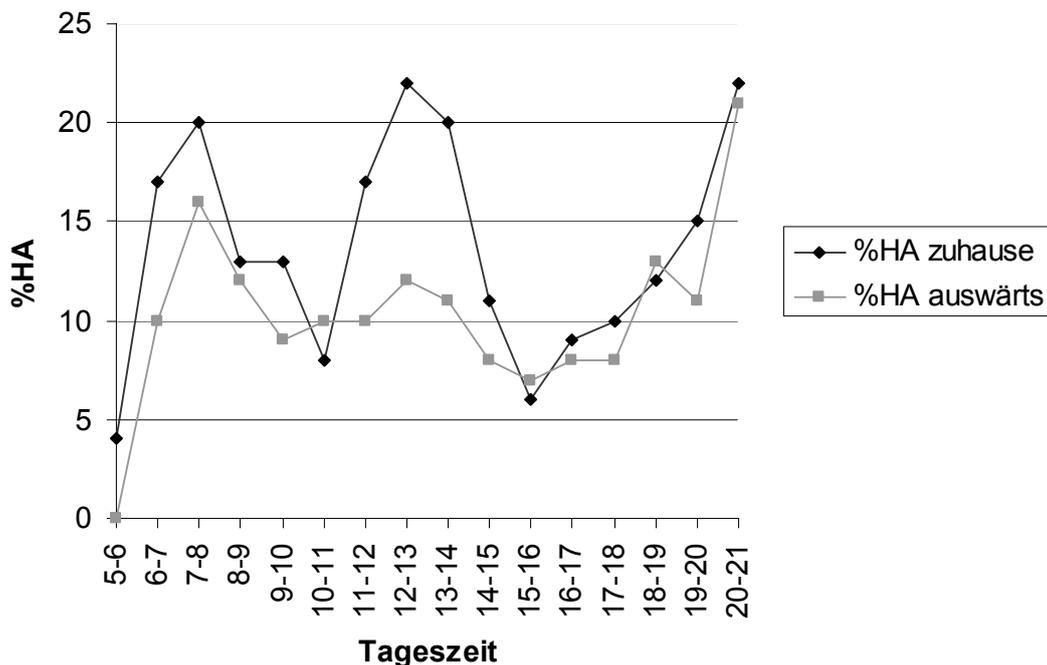


Abbildung 17 Prozentsatz an stark belästigten Personen pro Stunde, aufgeteilt in Personen, die zuhause waren und in Personen, die zur selben Zeit ausser Haus waren. Personen mit Zivlfluglärm, N=458.

In Abbildung 17 ist ersichtlich, dass es in der Gruppe der Personen, die tagsüber zuhause blieben, morgens und vor allem über Mittag mehr stark belästigte Personen gab als bei den Personen, die zur selben Zeit nicht zuhause waren. Das Belästigungsprofil ist aber für beide Gruppen gleich: Es

gab morgens früh, über Mittag und abends besonders viele stark belästigte Personen, während die Personen am späteren Morgen und am Nachmittag vergleichsweise wenig belästigt waren.

Aufgrund von Abbildung 17 kann nicht automatisch geschlossen werden, dass es über Mittag unter den Personen zuhause rund doppelt so viele stark belästigte Personen gab wie bei den Personen, die zur gleichen Zeit nicht zuhause waren. Bei den Personen zuhause gab es zwischen 9 und 15 Uhr nur zwischen 24 und 55 Personen, eine Generalisierung der Ergebnisse zu dieser Tageszeit ist deshalb nicht zulässig.

Zur Überprüfung, ob die Belästigungsunterschiede zwischen den beiden Gruppen signifikant sind, wurde ein  $\chi^2$ -Test für die Zeit von morgens 5 Uhr bis abends 10 Uhr durchgeführt (s. Tabelle 22). Es wurde kein signifikanter Unterschied gefunden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich das Urteil über die Belästigung zu einer bestimmten Tageszeit der Personen, die zu eben dieser Zeit normalerweise nicht zuhause waren, nicht grundsätzlich unterscheidet von den Personen, die zur selben Zeit zuhause waren. Zwar gibt es über Mittag bei den Personen zuhause tendenziell einen höheren Anteil an stark Belästigten als bei den Personen, die zur gleichen Zeit nicht zuhause waren. Um diese Tendenz bestätigen zu können, sind aber weitere Untersuchungen mit mehr Versuchspersonen nötig. Es scheint, dass die befragten Personen ihr Belästigungsurteil im Tagesverlauf aufgrund der zuhause verbrachten Zeit beurteilen, auch wenn diese Zeit beschränkt ist und die Personen unter der Woche normalerweise ausser Haus sind.

*Tabelle 22  $\chi^2$ -Test zur Überprüfung auf signifikante Unterschiede im Anteil an stark belästigten Personen pro Stunde zuhause und ausser Haus. Personen mit Zivilfluglärm, N=495.*

Uhrzeit		Anzahl Personen	Anzahl HA	$\chi^2$	p	p nach Bonferroni-Korrektur
5-6 Uhr	zuhause	445	18	0.55	.46	>1
	auswärts	13	0			
6-7 Uhr	zuhause	379	64	2.25	.13	>1
	auswärts	79	8			
7-8 Uhr	zuhause	200	40	1.31	.25	>1
	auswärts	258	41			
8-9 Uhr	zuhause	84	11	0.07	.79	>1
	auswärts	374	45			
9-10 Uhr	zuhause	46	6	0.80	.37	>1
	auswärts	412	37			
10-11 Uhr	zuhause	24	2	0.06	.80	>1
	auswärts	434	43			
11-12 Uhr	zuhause	29	5	1.51	.22	>1
	auswärts	429	43			
12-13 Uhr	zuhause	51	11	3.62	.06	>1
	auswärts	407	49			
13-14 Uhr	zuhause	55	11	3.78	.05	>1
	auswärts	403	44			
14-15 Uhr	zuhause	54	6	0.64	.42	>1

	auswärts	404	32			
15-16 Uhr	zuhaus	63	4	0.05	.83	>1
	auswärts	395	28			
16-17 Uhr	zuhaus	74	7	0.16	.69	>1
	auswärts	384	31			
17-18 Uhr	zuhaus	141	14	0.52	.47	>1
	auswärts	317	25			
18-19 Uhr	zuhaus	287	34	0.10	.75	>1
	auswärts	171	22			
19-20 Uhr	zuhaus	420	60	0.53	.47	>1
	auswärts	56	6			
20-21 Uhr	zuhaus	430	95	0.01	.93	>1
	auswärts	28	6			
21-22 Uhr	zuhaus	440	132	2.98	.08	>1
	auswärts	18	2			

### Veränderung des Belästigungsprofils seit 2001

Zwischen 2001 und 2003 hat sich der Flugbetrieb verändert – nicht nur durch die neuen Ostanflüge aufgrund der deutschen Verordnungen; die Bewegungen am Flughafen Zürich gingen durch die Wirtschaftskrise, die Terroranschläge des 11. September 2001 und den Konkurs der Swissair insgesamt zurück. Wie stark, um welche Tageszeit und in welchen Regionen schlägt sich dies in der Veränderung der Belästigung nieder?

In Abbildung 18 ist die Veränderung zwischen 2001 und 2003 sowohl für den pro Stunde gemittelten  $L_{eq}$  als auch für den Anteil an stark belästigten Personen pro Stunde von 5 bis 24 Uhr dargestellt. Es ist ersichtlich, dass der pro Stunde gemittelte  $L_{eq}$  fast durchwegs abgenommen hat. Die Pegelabnahme innerhalb der zwei Jahre beträgt maximal 5 dB(A). Es muss dazu gesagt werden, dass es sich in den meisten Gebieten nicht um eine abrupte, sondern um eine kontinuierliche Änderung des Fluglärmpegels handelte. Eine abrupte Änderung der Belastung ist im Osten des Flughafens (die oben erwähnten Ostanflüge) und teilweise im Norden des Flughafens (Entlastung durch die Verteilung der Landungen auf den Norden und den Osten und mehr Starts nach Norden am späten Abend) zu verzeichnen.

Morgens früh von 5 bis 8 Uhr hat die Belästigung leicht zugenommen; die Zunahme des Anteils an stark belästigten Personen beträgt maximal 2.4%. Quelle für diesen Belästigungsanstieg sind wahrscheinlich die Befragten, die von den neuen Ostanflügen betroffen sind. Während des restlichen Tages hat die Belästigung abgenommen oder ist gleich geblieben.

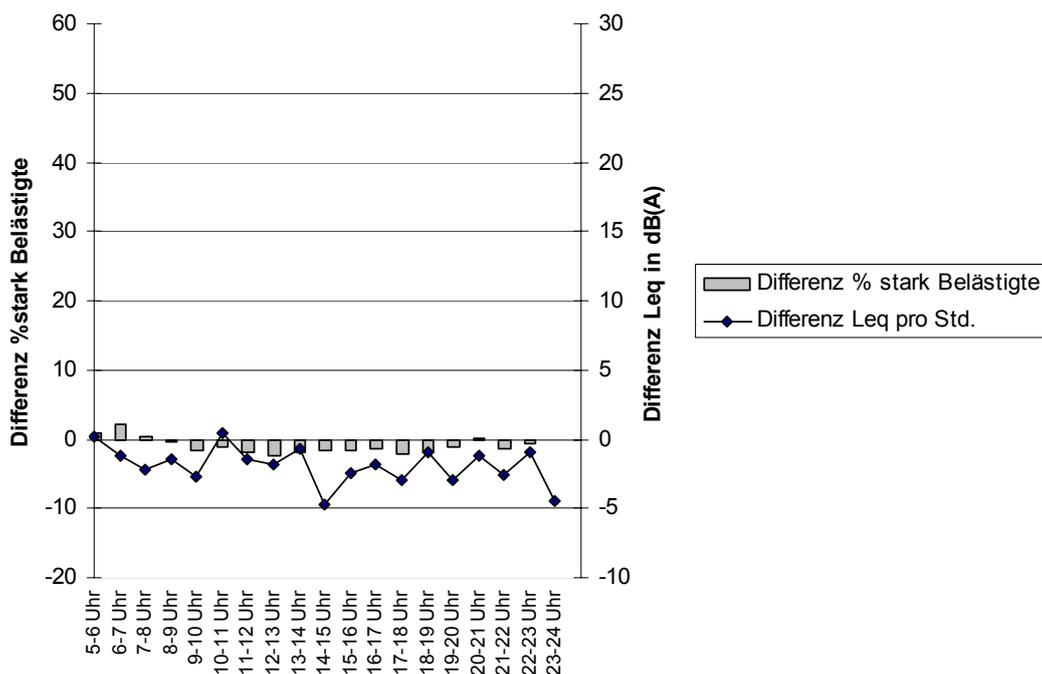


Abbildung 18 Veränderung des Anteils an stark belästigten Personen pro Stunde und des jährlichen Stunden- $L_{eq}$  zwischen 2001 und 2003 ( $N=1298$  für 2001 und  $N=893$  für 2003).

Im folgenden werden wieder die verschiedenen Regionen einzeln betrachtet. Abbildung 19 bis Abbildung 22 stellt das Profil der Veränderungen des  $L_{eq}$  und des Anteils an stark belästigten Personen pro Stunde zwischen 2001 und 2003 für die Regionen im Norden, Westen, Süden/Osten und Osten des Flughafens von 5 bis 24 Uhr dar.

Im Norden des Flughafens nahm der gemittelte 1-Stunden- $L_{eq}$  zwischen 2001 und 2003 fast zu allen Tageszeiten ab (Abbildung 19). Morgens früh und abends wurden die Landungen von Osten her auf Piste 28 und nicht mehr von Norden her auf Piste 34 geführt, sofern es die Wetterlage zuließ. Von 5.30 bis 6 Uhr und ab April 2003 von 6 bis 7 Uhr sowie an Wochenenden und süddeutschen Feiertagen von 6 bis 9 Uhr hatte der Norden deshalb im Normalfall keine Überflüge mehr. In Abbildung 19 ist ersichtlich, dass sich das Profil der Veränderung der Belästigung relativ gut demjenigen der Veränderung der Lärmbelastung entspricht. Nur von 6 bis 7 Uhr und von 23 bis 24 Uhr hat trotz Abnahme des  $L_{eq}$  der Anteil an stark belästigten Personen zugenommen.

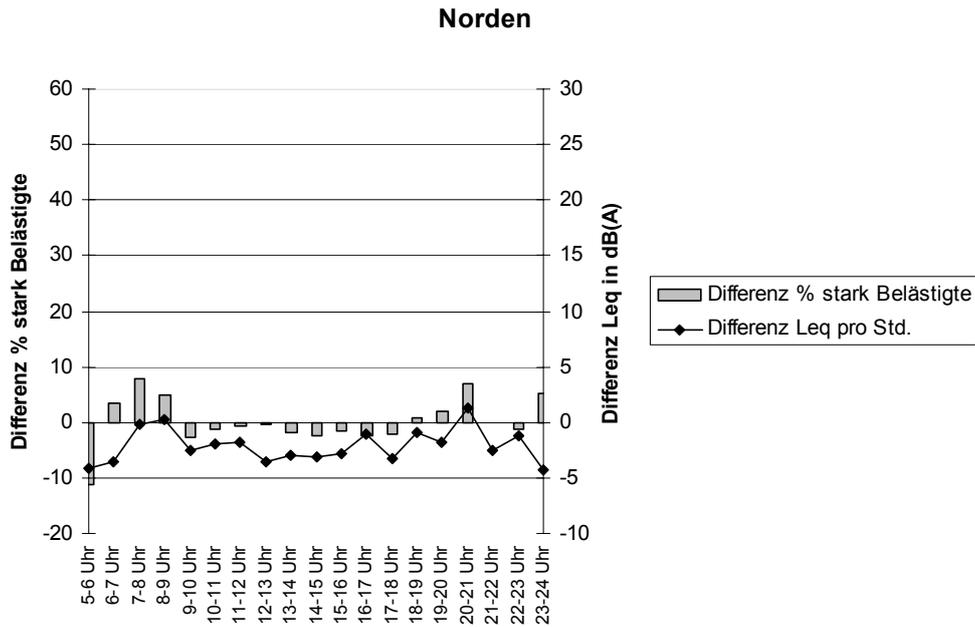


Abbildung 19 Veränderung des Anteils an stark belästigten Personen pro Stunde und des jährlichen Stunden- $L_{eq}$  zwischen 2001 und 2003 im Norden des Flughafens (N=252 für 2001 und N=148 für 2003).

Das untersuchte Gebiet im Westen des Flughafens war zwischen 2001 und 2003 von wenig Veränderungen betroffen. Der Flugbetrieb nahm im gesamten Tagesverlauf um bis zu 6 dB(A) ab, dementsprechend nahm auch der Anteil an stark belästigten Personen ab. Hier stimmen die Veränderungen im Belästigungs- und im Belastungsprofil im Tagesverlauf ebenfalls gut überein.

Die Analyse der Region im Westen des Flughafens zeigt, dass sich eine kontinuierliche Abnahme des Fluglärmpegels, ohne wesentliche, abrupte Änderung des Pegels, im Belästigungsempfinden der Betroffenen niederschlägt.

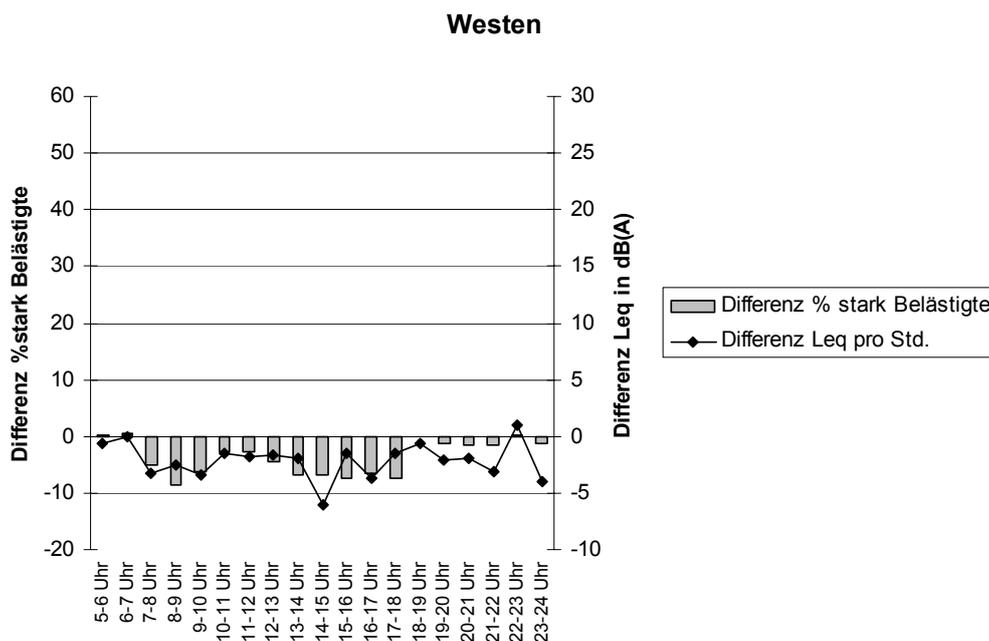


Abbildung 20 Veränderung des Anteils an stark belästigten Personen pro Stunde und des jährlichen Stunden- $L_{eq}$  zwischen 2001 und 2003 im Westen des Flughafens ( $N=273$  für 2001 und  $N=167$  für 2003).

Für die untersuchten Personen im Süden und im Osten des Flughafens, die vor allem von den Starts auf Piste 16 Richtung Süden, teilweise aber auch von den Ostanflügen auf Piste 28 betroffen waren, nahm die Belastung im Durchschnitt morgens bis um 7 Uhr und abends ab 22 Uhr zu und tagsüber aufgrund der generellen Abnahme des Flugverkehrs meistens etwas ab (Abbildung 21). Dies schlägt sich in der Belästigung nieder: Von 5 bis 6 und von 6 bis 7 Uhr nahm der Anteil an stark belästigten Personen um mehr als das Doppelte zu; ebenso abends ab 20 Uhr. Hier handelt es sich wahrscheinlich um Überschussreaktionen. Tagsüber hingegen nahm die Belästigung fast durchwegs ab, teilweise fast auf die Hälfte. Dies ist mehr, als aufgrund der Reduktion des Flugverkehrs erwartet werden konnte. Allerdings gab es während des Tages keine wesentliche, abrupte Änderung im Vergleich zu 2001. Möglicherweise nehmen die Betroffenen die für sie grösste Störung als Referenz und beurteilen den Fluglärmpegel zu anderen Tageszeiten aufgrund dieser Referenz. Die Belästigung tagsüber tritt vielleicht auf dem Hintergrund der starken Zunahme des Fluglärmpegels am Morgen und am Abend zurück.

Süden / Osten

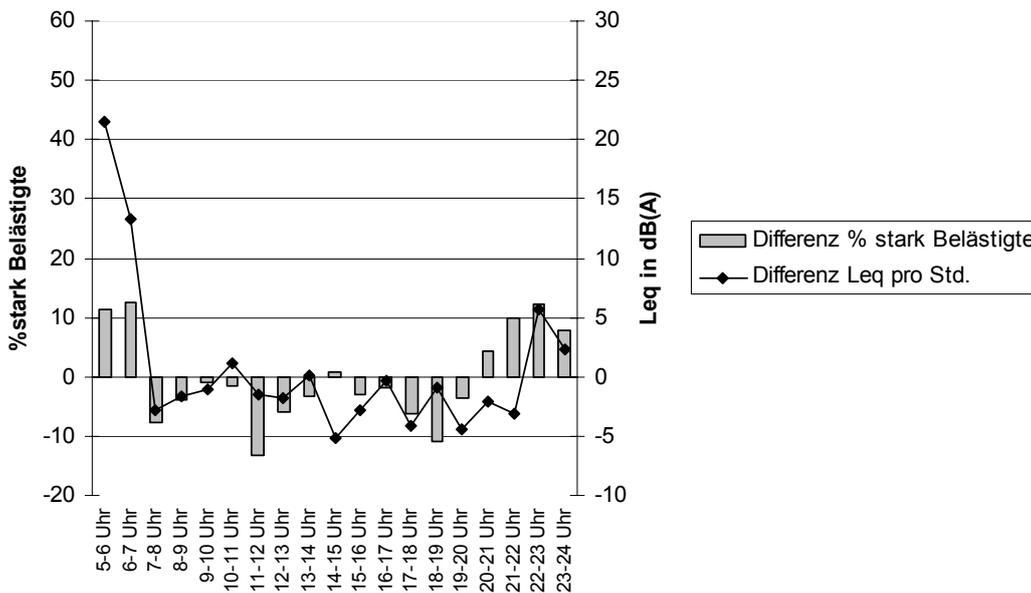


Abbildung 21 Veränderung des Anteils an stark belästigten Personen pro Stunde und des jährlichen Stunden- $L_{eq}$  zwischen 2001 und 2003 im Süden und im Osten des Flughafens (N=123 für 2001 und N=99 für 2003).

In Abbildung 22 sind die tageszeitlichen Unterschiede im Belastungs- und Belästigungsprofil zwischen 2001 und 2003 für das Gebiet im Osten des Flughafens, das von den neu eingeführten Ostanflügen betroffen war, dargestellt. Die Belastung hat, wie oben beschrieben, morgens von 5 bis 9 Uhr und abends von 20 bis 24 Uhr zugenommen. Dementsprechend gross sind die Überschussreaktionen. Tagsüber hat die Fluglärmpegelbelastung fast zu allen Zeiten abgenommen. Selbst dort, wo dies nicht der Fall war, wo also der  $L_{eq}$  gleich blieb oder unmerklich zu- oder abnahm, nahm der Anteil an stark belästigten Personen stark ab. Möglicherweise verschwindet die Bedeutung des Fluglärmpegels tagsüber vor dem Hintergrund der starken Zunahme des Pegels zu den Nachtstunden. Möglicherweise dient auch hier die stärkste Störung zu den empfindlichen Nachtstunden als Beurteilungsgrundlage, wenn ein Belästigungsurteil über den Tag abgegeben wird.

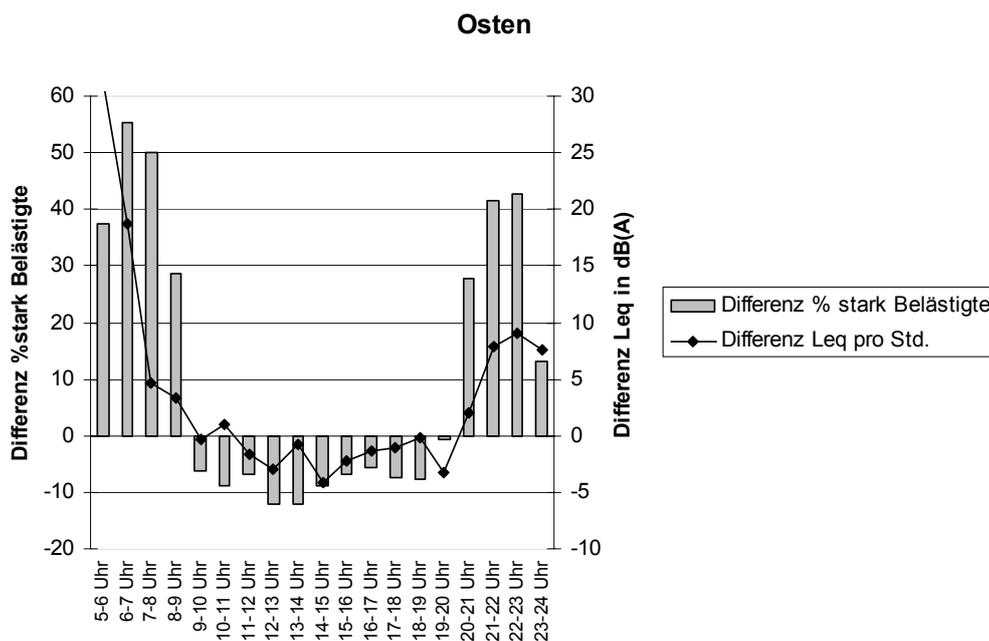


Abbildung 22 Veränderung des Anteils an stark belästigten Personen pro Stunde und des jährlichen Stunden- $L_{eq}$  zwischen 2001 und 2003 im Osten des Flughafens ( $N=95$  für 2001 und  $N=73$  für 2003).

Der Einfluss der Überschussreaktionen auf das Belästigungsprofil zeigt sich auch bei Hofstätters Q (Tabelle 21). Während der Korrelationskoeffizient Q zwischen Belastungs- und Belästigungsprofil im Norden und im Westen des Flughafens fast ebenso hoch ist wie 2001, ist er im Süden / unmittelbaren Osten des Flughafens von 0.83 auf 0.76 und im Osten von 0.81 auf 0.52 gesunken.

### 4.6.3 Zumutbarkeit des Fluglärms zu unterschiedlichen Tageszeiten

Wie schon in der Befragung von 2001 wurde auch 2003 nach der Zumutbarkeit des Fluglärms zu verschiedenen Tageszeiten (insgesamt, früh morgens von 5-6 Uhr, morgens von 6-7 Uhr, tagsüber von 7-18 Uhr, abends von 18-22 Uhr, nachts von 22-0.30 Uhr) während der vergangenen 12 Monate gefragt, mit der dichotomen Antwortmöglichkeit „zumutbar“ oder „unzumutbar“ (Items Nr. 107-112 im Fragebogen).

Abbildung 23 zeigt den Prozentsatz an Befragten mit Zivilfluglärm, die den Fluglärm in den vergangenen 12 Monaten als unzumutbar beurteilten, aufgrund des übers Jahr energetisch gemittelten  $L_{eq}$  zur entsprechenden Zeitperiode. Die Resultate von 2001 bestätigen sich: Erstens nimmt der Anteil an Personen, die den Fluglärm als unzumutbar empfanden, mit zunehmendem Pegel zu, unabhängig von der Tageszeit. Zweitens beurteilten die Befragten bei gleichem Pegel zu unterschiedlichen Tageszeiten die Zumutbarkeit des Fluglärms unterschiedlich. Morgens früh und abends bezeichnete ein besonders hoher Prozentsatz der Befragten den Fluglärm als unzumutbar. Im Gegensatz zur Befragung von 2001 gibt es keine Sättigung der Kurven.

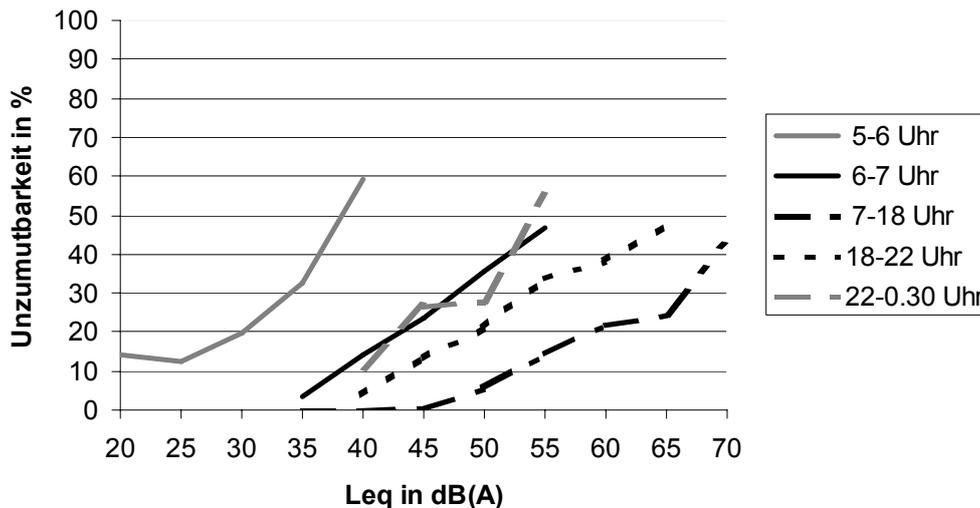


Abbildung 23 Prozentsatz der Befragten, die den Fluglärm in den vergangenen 12 Monaten zu verschiedenen Tageszeiten als unzumutbar empfanden, aufgrund des jeweiligen  $L_{eq}$ . Personen mit Zivilluftlärm,  $N=1255$ .

Aufgrund der Resultate in Kap. 4.3.1 und 4.6.2 wird davon ausgegangen, dass es auch bei der Einschätzung der Zumutbarkeit des Fluglärms zu verschiedenen Tageszeiten Überschusseffekte gibt. Deshalb werden im folgenden die Dosis-Wirkungszusammenhänge des Unzumutbarkeitsurteils für die unterschiedlichen Tagesperioden getrennt betrachtet. Die Dosis-Wirkungskurven werden für die Stichproben von 2001, 2003 ohne Personen, die eine wesentliche, abrupte Änderung des Fluglärmpegels erlebten (steady state Situation), 2003 mit Personen mit einer wesentlichen, abrupten Zunahme des Fluglärmpegels und 2003 mit Personen mit einer wesentlichen, abrupten Abnahme des Fluglärmpegels getrennt dargestellt (Abbildung 24 bis Abbildung 28).

In Abbildung 24 ist ersichtlich, dass es morgens von 5 bis 6 Uhr im Osten im Vergleich zu 2001 einen grösseren Anteil an Personen, die den Fluglärm als unzumutbar bezeichneten, gab. Diese Personen waren von Oktober 2001 bis April 2003 von 5.30 bis 6 Uhr neu von Landungen auf Piste 28 betroffen. Bei den Personen im Norden hingegen gab es bei 35 und 40 dB(A) einen geringeren Prozentsatz an Personen, die den Fluglärm als unzumutbar empfanden. Diese Personen waren im Oktober 2001 um diese Tageszeit entlastet worden.

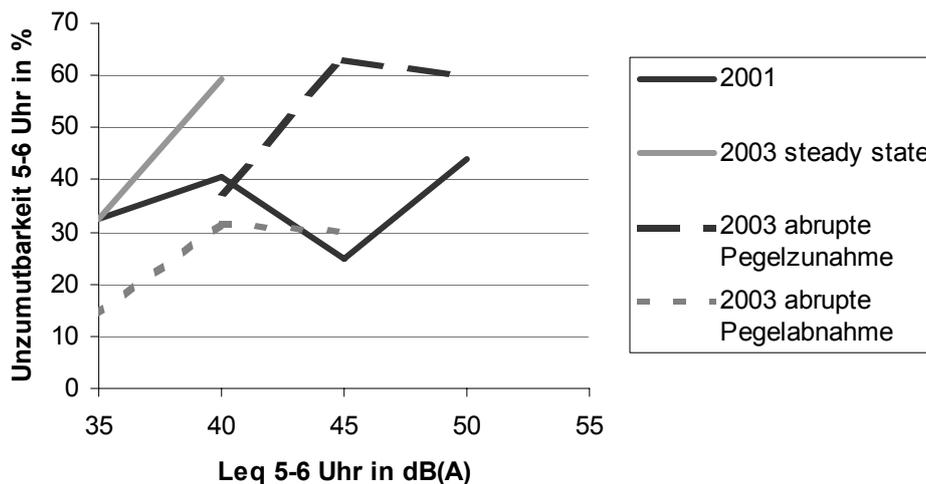


Abbildung 24 Prozentsatz der Befragten, die den Fluglärm in den vergangenen 12 Monaten von 5 bis 6 Uhr als unzumutbar empfunden hatten, aufgrund des  $L_{eq}$  5-6 Uhr. Personen mit Zivilfluglärm,  $N=1255$ .

Auch von 6 bis 7 Uhr waren die Befragten im Osten des Flughafens Überflügen von landenden Flugzeugen ausgesetzt, seit der 3. Stufe der Umsetzung der deutschen Verordnung im April 2003. Ihre Überschussreaktion ist in Abbildung 25 klar ersichtlich.

Die Befragten im Norden des Flughafens waren seit April 2003 von 6 bis 7 Uhr durch die Landungen auf Piste 28 entlastet. Ihre Überschussreaktion im Vergleich zu den Personen ohne abrupte Änderung ist in Abbildung 25 ebenfalls ersichtlich.

Bei den 2003 befragten Personen ohne abrupte Änderung des Pegels ist bei 45 und 55 dB(A) der Anteil an Personen, die den Fluglärm als unzumutbar bezeichneten, höher als 2001. Bei 55 und 60 dB(A) deckt sich die Dosis-Wirkungskurve von 2001 sogar mit derjenigen der Personen von 2003 mit abrupter Abnahme des Pegels. Tatsächlich waren schon 2001 die eher tiefen Werte beim Unzumutbarkeitsurteil auf Personen aus dem Norden zurückzuführen. Diese Personen schienen bereits 2001 weniger empfindlich auf Fluglärm reagiert zu haben als Personen aus anderen Regionen mit vergleichbarem Dauerschallpegel.

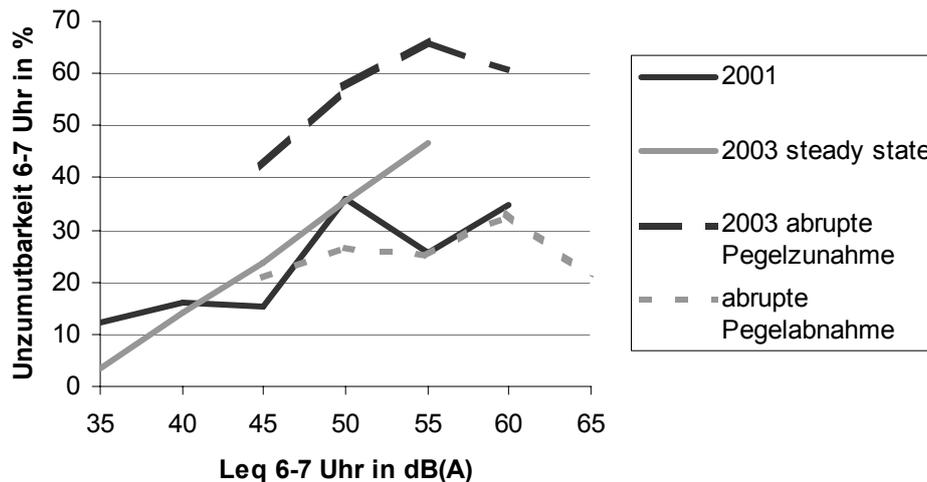


Abbildung 25 Prozentsatz der Befragten, die den Fluglärm in den vergangenen 12 Monaten von 6 bis 7 Uhr als unzumutbar empfunden hatten, aufgrund des  $L_{eq}$  6-7 Uhr. Personen mit Ziviilfluglärmpegel,  $N=1255$ .

Tagsüber von 7 bis 18 Uhr zeigt sich für die Personen mit einer wesentlichen, abrupten Zunahme des Fluglärmpegels noch immer eine Überschussreaktion in einem Pegelbereich von 40 bis 50 dB(A) (Abbildung 26). Man muss sich dabei vor Augen führen, dass sich für alle Personen im Flugregime tagsüber von 7 bis 18 Uhr nicht viel geändert hat; tagsüber gab es nur am Wochenende und an Feiertagen bis morgens um 9 Uhr eine wesentliche Änderung. In der Pegelklasse von 55 und 60 dB(A) sind die Personen mit einer wesentlichen Zunahme der Fluglärmbelastung in den Nachtrandstunden weniger empfindlich auf Fluglärmbelastung als die Personen ohne wesentliche Änderung. Bei diesen Personen handelt es sich um Befragte aus den Gemeinden Bassersdorf, Nürens Dorf und Kloten, die bereits an Fluglärmbelastung gewohnt waren, da sie auch von den Starts auf Piste 16 betroffen waren.

Bei den Personen mit einer abrupten Abnahme des Fluglärmpegels gab es im Vergleich zu Personen ohne abrupte Änderung einen geringeren Anteil an Personen, die Fluglärm tagsüber als unzumutbar empfanden. Dieser Unterschied besteht erst ab 45 dB(A), ein Pegel, ab dem sich der Fluglärmpegel tagsüber erst von Hintergrundgeräuschen abhebt.

In der Stichprobe von 2003 ohne abrupte Änderung gibt es im Vergleich zu 2001 einen etwas geringeren Anteil an Personen, die den Fluglärmpegel tagsüber als unzumutbar bezeichnete. Auch hier besteht der Unterschied erst ab 45 dB(A). Dies bestätigt das Bild, das sich in Kap. 4.6.2 ergeben hat: Tagsüber reagierten die befragten Personen 2003 etwas weniger empfindlich auf die Fluglärmbelastung als 2001.

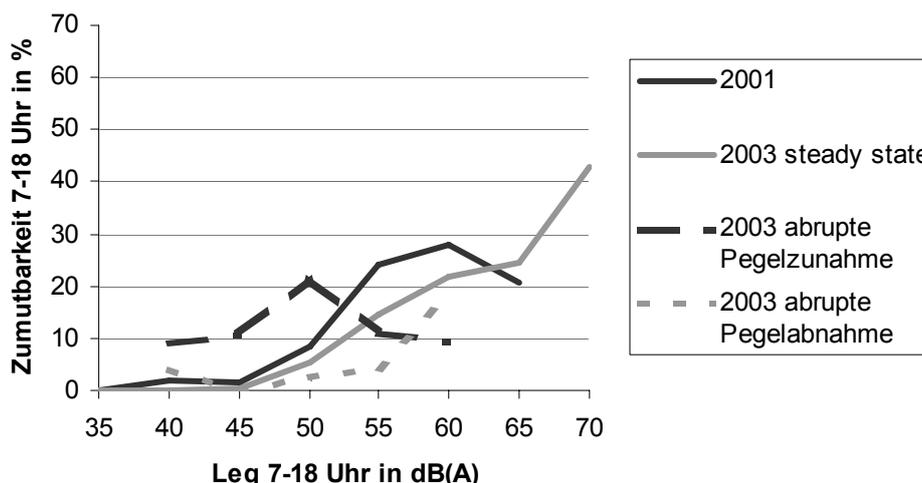


Abbildung 26 Prozentsatz der Befragten, die den Fluglärm in den vergangenen 12 Monaten von 7 bis 18 Uhr als unzumutbar empfunden hatten, aufgrund des  $L_{eq}$  7-18 Uhr. Personen mit Zivilfluglärmpegel,  $N=1255$ .

Abends waren die Personen im Osten des Flughafens an Sonn- und Feiertagen ab 20 Uhr (2. Stufe der deutschen Verordnungen) und an Werktagen ab 21 Uhr (3. Stufe der Verordnungen) neu der Belastung landender Maschinen ausgesetzt. Es ist davon auszugehen, dass sich die Bewertung dieser Neuerung auch im Unzumutbarkeitsurteil von 18 bis 22 Uhr niederschlägt. In Abbildung 27 ist ersichtlich, dass es in einem  $L_{eq}$ -Bereich von 40 bis 50 dB(A) einen deutlichen Überschusseffekt für die Befragten im Osten des Flughafens gibt. In der Pegelklasse von 55 dB(A) gibt es in allen vier hier untersuchten Teilstichproben einen gleich grossen Anteil an Personen, die den Fluglärm abends als unzumutbar empfanden. Die Personen mit einer abrupten Zunahme des Flugregimes mit einer Belastung um 55 dB(A) zeigen also keine Überschussreaktionen. Es handelt sich dabei wieder um Personen, die bereits an Fluglärm gewohnt waren, da sie auch von den Starts auf Piste 16 betroffen waren (Personen aus den Gemeinden Kloten, Bassersdorf und Nürensdorf).

Bei den Personen aus dem Norden des Flughafens, die von einer abrupten Abnahme des Pegels betroffen waren, bestehen keine Überschussreaktionen. Im Gegenteil, bei 50 dB(A) gab es sogar mehr Personen, die den Fluglärm abends als unzumutbar empfanden. Sonst stimmt die Dosis-Wirkungskurve mit derjenigen der Personen ohne abrupte Änderung des Pegels relativ gut überein. Auch die Dosiswirkungskurven der Personen ohne abrupte Änderung stimmt mit derjenigen von 2001 gut überein.

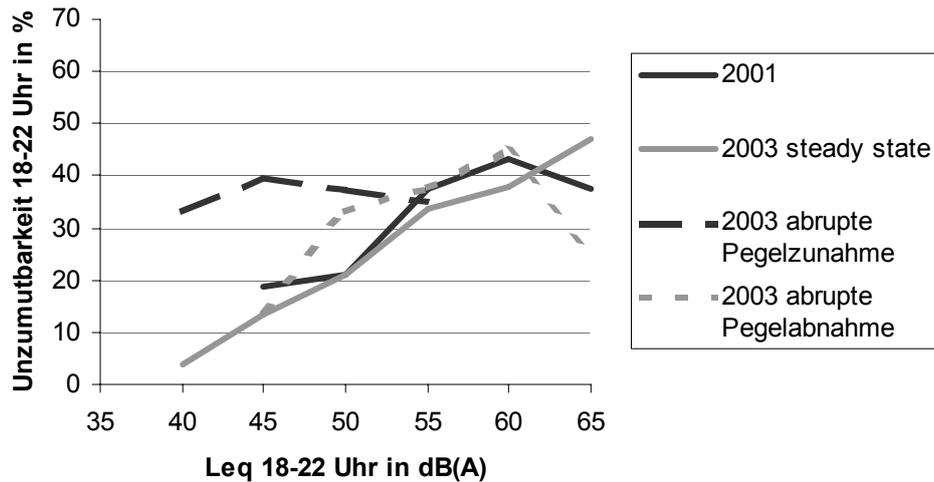


Abbildung 27 Prozentsatz der Befragten, die den Fluglärm in den vergangenen 12 Monaten von 18 bis 22 Uhr als unzumutbar empfunden hatten, aufgrund des  $L_{eq}$  18-22 Uhr. Personen mit Zivilluglärm, N=1255.

In Abbildung 28, die die Dosis-Wirkungskurven für das Unzumutbarkeitsurteil von 22 bis 0.30 Uhr darstellt, ist ersichtlich, dass der Anteil an Personen, die den Fluglärm zu dieser Zeit als unzumutbar empfand, seit 2001 fast im gesamten Pegelbereich leicht abgenommen hat, sofern die Personen mit einer wesentlichen Pegelzunahme nicht berücksichtigt werden. Je tiefer der Pegel ist, umso deutlicher ist die Überschussreaktion für Personen im Osten des Flughafens. Für Personen im Norden des Flughafens mit einer abrupten Pegelabnahme ist auch zu dieser Zeit keine Überschussreaktion zu beobachten. D.h. diese Personen reagierten nicht anders als Personen, die keine abrupte Veränderung des Pegels erlebt hatten. Es muss dazu gesagt werden, dass zu dieser Tageszeit der Flugverkehr und somit der Pegel insgesamt abgenommen hatte. Die Pegelabnahme der Personen im Norden des Flughafens war nicht grösser als in anderen Regionen des Flughafens.

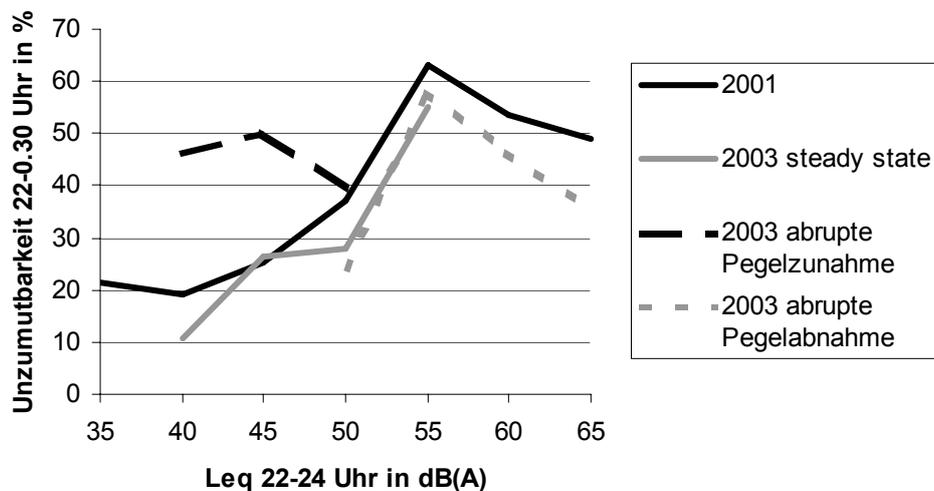


Abbildung 28 *Prozentsatz der Befragten, die den Fluglärm in den vergangenen 12 Monaten von 22 bis 0.30 Uhr als unzumutbar empfunden hatten, aufgrund des  $L_{eq}$  22-24 Uhr. Personen mit Zivillfluglärm, N=1255.*

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich Überschussreaktionen der Personen, die eine wesentliche, abrupte Zunahme der Fluglärmbelastung erlebt hatten, auch im Unzumutbarkeitsurteil zeigen. Diese sind vor allem am Morgen und am Abend, also zu Zeiten, zu denen der Pegel abrupt zugenommen hatte, deutlich ausgeprägt. Sie lassen sich aber auch tagsüber ausmachen, obwohl tagsüber die Belastung nicht abrupt zugenommen hatte. Die Überschussreaktionen sind vor allem auf Personen zurückzuführen, die vor der Einführung der Ostanflüge nur ab und zu von Fluglärm betroffen gewesen waren (Landungen auf Piste 28 bei Westwindlage). Bei Personen, die bereits vorher regelmässiger Fluglärmbelastung ausgesetzt gewesen waren (Starts auf Piste 16), waren die Überschussreaktionen weniger ausgeprägt oder gar nicht vorhanden.

Personen im Norden des Flughafens, die eine wesentliche, abrupte Abnahme des Fluglärmpegels erlebt hatten, zeigten nicht durchgängig Überschussreaktionen. Solche sind teilweise von 5 bis 6 Uhr, 6 bis 7 Uhr und tagsüber von 7 bis 18 Uhr zu beobachten.

Die Dosis-Wirkungskurve des Unzumutbarkeitsurteils der Personen, die keine wesentliche, abrupte Änderung des Fluglärmpegels erlebt haben, deckt sich morgens und abends meistens mit derjenigen der Stichprobe von 2001. Tagsüber und abends gab es 2003 im Vergleich zu 2001 bei gleichem Pegel etwas weniger Personen und morgens früh etwas mehr Personen, die den Fluglärm als unzumutbar einschätzten.

#### 4.6.4 Zusammenfassung

- Wie schon 2001 waren die Befragten bei gleichem Dauerschallpegel 2003 nachts stärker belästigt als tagsüber. Um nachts die gleiche Belästigung wie tagsüber hervorzurufen, genügte nachts ein um ca. 5-12 dB(A) tieferer  $L_{eq}$ . Der Unterschied in der Belästigung ist in den dB-Klassen von 40 und 50 dB(A) signifikant.
- Das tageszeitliche Belästigungsprofil von 2001 konnte bestätigt werden: Morgens, über Mittag und abends waren die Befragten unabhängig vom Dauerschallpegel besonders stark belästigt.
- Der Umstand, ob die Befragten zu einer bestimmten Tageszeit unter der Woche normalerweise ausser Haus waren, hatte keinen durchgängigen Effekt auf das Belästigungsprofil. Über Mittag gab es bei den Personen, die zuhause waren, tendenziell einen grösseren Anteil an stark belästigten Personen.
- Der Rückgang des Flugverkehrs seit 2001 und somit der Fluglärmbelastung in den meisten Regionen schlägt sich vor allem tagsüber in einer geringeren Belästigung 2003 nieder. Es scheint, dass die Befragten den Fluglärmpegel im Tagesverlauf differenziert beurteilen, auch wenn diese Beurteilung nicht notwendigerweise bewusst geschieht.
- Bei abrupter, wesentlicher Zunahme der Fluglärmbelastung, wie dies morgens früh und abends im Osten des Flughafens der Fall war, gab es 2003 im Tagesprofil starke Überschussreaktionen: Die Befragten waren viel stärker belästigt, als man dies aufgrund des Fluglärmpegels erwartet hätte. Auf dem Hintergrund der neuen Belastung zu den Nachtrandstunden erschien der Fluglärmpegel tagsüber, der nur unmerklich abgenommen hatte, für diese Befragten weniger

belästigend als zwei Jahre zuvor.

- Der Anteil an Personen, die den Fluglärm zu verschiedenen Tageszeiten als unzumutbar beurteilten, ist eine Funktion der Fluglärmbelastung zur entsprechenden Zeit.
- Morgens früh und abends spät empfanden besonders viele Personen den Fluglärm als unzumutbar.
- Die Überschussreaktionen der Personen, die neu von den Ostanflügen morgens früh und abends betroffen waren, zeigen sich auch im Unzumutbarkeitsurteil. Dabei kommen die Überschussreaktionen insbesondere durch Personen zustande, die früher nicht regelmässig fluglärmbelastet gewesen waren.
- Bei Personen im Norden des Flughafens, die durch die Ostanflüge morgens früh und abends spät im Flugverkehr entlastet worden waren, zeigten sich nicht durchgängig Überschusseffekte. Solche finden sich teilweise morgens und tagsüber, aber nicht abends.
- Die Dosis-Wirkungskurven des Unzumutbarkeitsurteils der Personen, die keine abrupte, wesentliche Änderung des Fluglärmpegels erlebt haben, deckt sich mit denjenigen der Befragung von 2001. Tagsüber und abends spät empfanden bei gleichem Dauerschallpegel 2003 etwas weniger Personen und morgens früh etwas mehr Personen Fluglärm als unzumutbar als zwei Jahre zuvor.

## 4.7 Veränderungen zwischen 2001 und 2003

### 4.7.1 Vergleich der Belästigung zwischen 2001 und 2003

Dass sich die Belästigung im Tagesverlauf und das Urteil über die Unzumutbarkeit des Fluglärms zwischen 2001 und 2003 verändert hatten, wurde im vorangehenden Kapitel bereits gezeigt. Ziel dieses Kapitels ist es, die Veränderung der Dosis-Wirkungskurve zwischen Belastung und Belästigung zu analysieren.

Diese Analyse kann auf zwei Ebenen durchgeführt werden:

- 1 Hat sich die Fluglärmbelastung zwischen der Stichprobe von 2001 und derjenigen von 2003 signifikant verändert? D.h. rief ein bestimmter jährlich gemittelter Dauerschallpegel bei Personen, die keine abrupte, wesentliche Änderung der Lärmsituation erlebt hatten, 2003 das gleiche Ausmass an Belästigung hervor wie 2001?
- 2 Hat sich bei den Personen, die 2001 *und* 2003 befragt wurden, die Fluglärmbelastung bei vergleichbarem Pegel innerhalb der zwei Jahre verändert?

#### Veränderung über die gesamte Stichprobe

Als erstes wird die Belästigung in der Stichprobe von 2003 mit derjenigen der Stichprobe von 2001 verglichen. Berücksichtigt werden dabei alle Befragten aus Regionen mit Zivilfluglärm, die nicht von einer abrupten, wesentlichen Änderung des Fluglärmpegels betroffen waren. Abbildung 29 zeigt, dass die Dosis-Wirkungskurven von den beiden Befragungen 2001 und 2003 sehr ähnlich ausse-

hen: Bei gleichem Pegel wurde 2003 fast die gleiche durchschnittliche Belästigung hervorgerufen wie 2001. Bei 40, 50, 55 und 60 dB(A) war die Belästigung 2001 leicht höher, bei 45 und 65 dB(A) war sie etwas tiefer.

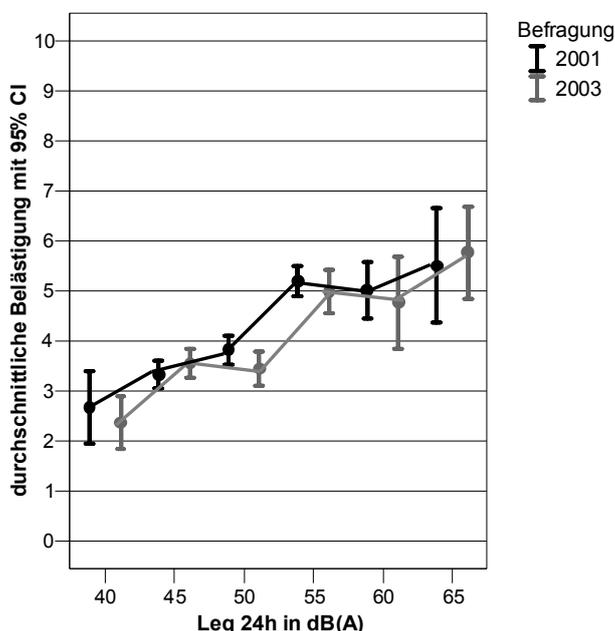


Abbildung 29 Zusammenhang zwischen der Belastung (5dB-Intervalle) und durchschnittlicher Belästigung (Skala von 0-10) für alle Personen mit Zivilfluglärm, ohne wesentliche Änderung des Fluglärmpegels. Befragungen 2001 und 2003. N=2067.

Sind diese Unterschiede signifikant? Zur statistischen Überprüfung wird die Höhe der Belästigung aller Personen, die der gleichen 5dB-Pegelklasse angehören, zwischen 2001 und 2003 verglichen und mit dem U-Test nach Mann-Whitney auf signifikante Unterschiede überprüft. In Tabelle 23 sind die Testindikatoren dargestellt, und es ist ersichtlich, dass sich zwischen 2001 und 2003 in keiner hier untersuchten Pegelkategorie die Belästigung bei gleichem Dauerschallpegel signifikant geändert hat.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Beim U-Test nach Mann-Whitney wurde nicht berücksichtigt, dass ein Teil der Stichprobe zweimal befragt wurde. Für diese Personen wäre ein Test für abhängige Stichproben (z.B. der Wilcoxon-Test) angezeigt. Da sich die Fluglärmbelastung für viele der zweimal befragten Personen zwischen 2001 und 2003 leicht geändert hat und sie deshalb nicht mehr in die gleiche 5dB-Klasse fallen, machen die Personen, die innerhalb der gleichen Pegelklasse zweimal befragt wurden, jedoch nur eine Minderheit der gesamten Stichprobe aus. Es sind 5 Personen bei 40 dB(A), 57 bei 45 dB(A), 38 bei 50 dB(A), 44 bei 55 dB(A), 3 bei 60 dB(A) und 4 bei 65 dB(A).

**Tabelle 23** U-Tests nach Mann-Whitney zur Überprüfung des Belästigungsunterschieds zwischen 2001 und 2003 bei gleichem  $L_{eq}$ . Personen mit Zivilfluglärm und ohne wesentliche, abrupte Änderung des Fluglärmpegels.

$L_{eq}$ -Klasse	Befragungsjahr	N	durchschnittl. Rang	U	p
40	2001	39	48.0	975.5	.64
	2003	53	45.4		
45	2001	323	304.4	48626.0	.30
	2003	299	319.2		
50	2001	350	285.5	33615.5	.18
	2003	206	266.7		
55	2001	402	294.6	34115.0	.37
	2003	178	281.2		
60	2001	121	78.8	1964.5.0	.69
	2003	34	75.3		
65	2001	28	31.2	466.5	.89
	2003	34	31.8		

Abbildung 30 zeigt, dass auch nachts das Belästigungsurteil von 2003 gut mit demjenigen von 2001 übereinstimmt. Der Unterschied ist in keiner 5dB-Klasse signifikant (U-Test nach Mann-Whitney in Abbildung 30; kein Test wurde in der 55 dB-Klasse durchgeführt, da es in dieser Klasse 2003 nur eine Versuchsperson gab).

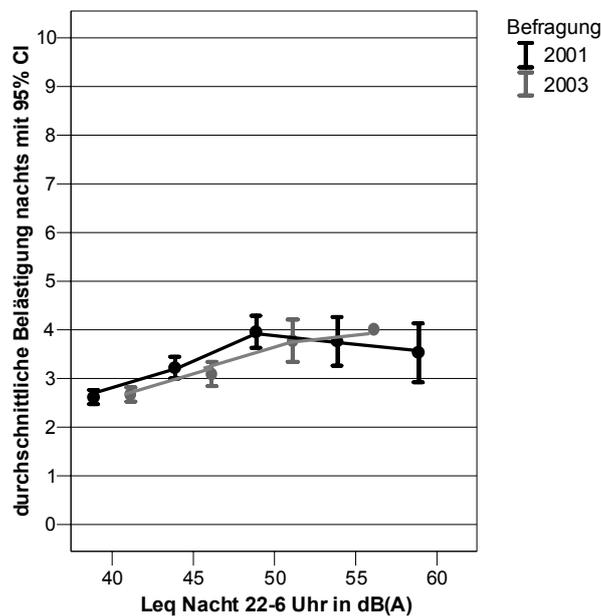


Abbildung 30 Zusammenhang zwischen der Belastung nachts (5dB-Intervalle) und durchschnittlicher Belästigung nachts (Skala von 1-7) für alle Personen mit Zivilfluglärmpegel, ohne wesentliche Änderung des Fluglärmpegels. Befragungen 2001 und 2003. N=2067.

Tabelle 24 U-Tests nach Mann-Whitney zur Überprüfung des Belästigungsunterschieds in der Nacht zwischen 2001 und 2003 bei gleichem  $L_{eq}$  22-6 Uhr. Personen mit Zivilfluglärm und ohne wesentliche, abrupte Änderung des Fluglärmpegels.

$L_{eq}$ -Klasse	Befragungsjahr	N	durchschnittl. Rang	U	p
40	2001	447	402.2	79661.0	.35
	2003	370	417.2		
45	2001	197	192	15962.0	.25
	2003	174	179.2		
50	2001	123	102.5	4364.0	.43
	2003	76	95.9		

### Veränderung bei den zweimal befragten Personen

Im folgenden sollen diejenigen Personen untersucht werden, die zweimal befragt worden sind. Hat sich ihre Belästigung zwischen 2001 und 2003 verändert? Insgesamt wurden 293 Personen, die von Zivilfluglärm betroffen waren, sowohl 2001 als auch 2003 befragt (dabei wurden nur Personen berücksichtigt, die noch am gleichen Ort wohnten). Von diesen hatten 52 durch die Ostanflüge eine wesentliche, abrupte Zunahme der Belastung und 38 eine abrupte Abnahme der Belastung erfahren. Bei den restlichen 203 Personen hatte der Dauerschallpegel zwischen der ersten und zweiten Befragung leicht abgenommen; die Veränderung des über das Jahr gemittelten  $L_{eq}$  machte innerhalb der zwei Jahre bei der Mehrheit weniger als 3 dB(A) aus.

Mittels Wilcoxon-Tests kann überprüft werden, ob sich die Fluglärmbelästigung signifikant verändert hat. Dazu werden die 293 Personen in Gruppen eingeteilt, einerseits aufgrund des Kriteriums abrupte Änderung ja / nein und andererseits aufgrund der Grösse und der Richtung der Veränderung des über das Jahr gemittelten  $L_{eq}$  0-24 Uhr. In Tabelle 25 sind die Testkennwerte der untersuchten Gruppen dargestellt. Die Resultate können folgendermassen zusammengefasst werden:

- Personen ohne abrupte Pegeländerung reagierten tendenziell belästigter, wenn der übers Jahr gemittelte Dauerschallpegel innerhalb der zwei Jahre maximal um 3 dB(A) angestiegen war. Der Unterschied ist nicht signifikant.
- Sie reagierten tendenziell weniger belästigt, wenn der Dauerschallpegel in den zwei Jahren mehr als 3 dB(A) abgenommen hatte.
- Sie reagierten signifikant weniger belästigt, wenn der Dauerschallpegel in den zwei Jahren bis zu 3 dB(A) abgenommen hatte.
- Personen, die eine abrupte Zunahme des Schallpegels in den Nachtrandstunden erlebt hatten, reagierten signifikant belästigter, wenn der Dauerschallpegel bis zu 3 dB(A) zugenommen hatte.
- Hatte der Dauerschallpegel mehr als 3 dB(A) zugenommen, reagierten sie tendenziell belä-

stigter.

- Hatte der Dauerschallpegel insgesamt abgenommen, trotz abrupter Zunahme in den Nachtrandstunden durch die sog. Ostanflüge, waren die betroffenen Personen tendenziell weniger belästigt.
- Personen, die in den Nachtrandstunden eine abrupte Abnahme des Pegels erlebt hatten, waren tendenziell weniger belästigt, obwohl die Abnahme des über das Jahr gemittelten Dauerschallpegels innerhalb der zwei Jahre weniger als 3 dB(A) betrug.

Bei diesen Analysen muss beachtet werden, dass die meisten Personen, nämlich 171, zur Gruppe gehören, die keine abrupte Änderung und insgesamt eine Abnahme des Dauerschallpegels von bis zu 3 dB(A) erlebt hatte. Die anderen hier untersuchten Gruppen sind mit 10 bis 38 Personen klein, eine Generalisierung der Resultate ist für diese Gruppen nicht zulässig. Ebenso werden bei so kleinen Stichproben signifikante Testwerte weniger wahrscheinlich. Es zeichnet sich aber doch eine Tendenz ab, dass Personen, die nach ihrer generellen Fluglärmbelästigung in den vergangenen 12 Monaten befragt werden, nicht-abrupte, kontinuierliche Änderungen des Dauerschallpegels in ihre Bewertung mit einbeziehen. Dieses Resultat widerspricht der Behauptung, dass sich im Mittel nur  $L_{eq}$ -Veränderungen von über 3 dB(A) in einer Veränderung der Belästigung resultieren (z.B. Raw & Griffith, 1985): Auch eine Belastungsreduktion von unter 3 dB(A) in zwei Jahren schlägt sich zumindest tendenziell in einer Belästigungsreduktion nieder. Dies muss nicht bedeuten, dass die Befragten die Belastungsreduktion bewusst wahrgenommen hatten. Die Belästigungsreduktion ist auch nur im Mittel und nicht für jedes Individuum einzeln nachweisbar.

*Tabelle 25 Wilcoxon-Tests zur Überprüfung des Unterschieds in der generellen Fluglärmbelästigung zwischen 2001 und 2003. Personen mit Zivilfluglärm, die 2001 und 2003 befragt worden sind.*

Situation	Unterschied des $L_{eq}$ 0-24 Uhr 2003 im Vgl. zu 2001	N	durchschnittl. Belästigung 2001	durchschnittl. Belästigung 2003	Z	P	p nach Bonferroni-Korrektur
keine abrupte Änderung	0.1 - 3 dB(A) höher	12	5.6	6.0	-.84	.40	>1
	0 - 2.9 dB(A) tiefer	171	4.6	3.9	-4.63	<.001	<.02
	>3 dB(A) tiefer	17	3.6	1.9	-2.64	.008	0.17
abrupte Pegelzunahme	>3.1 dB(A) höher	10	4.0	6.0	-1.95	.05	>1
	0.1 - 3 dB(A) höher	23	4.3	6.1	-3.10	.002	.04
	0 - 3 dB(A) tiefer	18	5.2	4.7	-1.29	.20	>1
Abrupte Pegelabnahme	0 - 3 dB(A) tiefer	38	5	4.3	-2.28	.023	.48

Im weiteren kann untersucht werden, ob es einen linearen Zusammenhang gibt zwischen der Höhe der Veränderung der Lärmbelastung und der Höhe der Veränderung der Lärmbelästigung. Abbildung 31 stellt diesen Zusammenhang grafisch dar: Auf der Abszisse ist der Unterschied zwischen dem  $L_{eq}$  0-24 Uhr von 2001 und demjenigen von 2003 in dB(A) aufgetragen (negative Werte bedeuten eine Abnahme und positive Werte eine Zunahme des Dauerschallpegels im Jahr 2003 im Vergleich zu 2001). Auf der Ordinate ist die Veränderung der Belästigung auf der Skala von 0 bis 10 abzulesen (positive Werte bedeuten, dass die Belästigung 2003 im Vergleich zu 2001 zugenommen hat). Es ist ersichtlich, dass der Zusammenhang zwischen der Belastungsveränderung und der Belästigungsveränderung für die Personen, die keine abrupte Veränderung der Belästi-

gung erlebt haben, klein ist. Der Korrelationskoeffizient beträgt .22 ( $p=.002$ ,  $N=200$ ). Eine Zunahme des Dauerschallpegels scheint sich eher in der Belästigung niederschlagen als eine Abnahme. Bei den Personen, die eine abrupte Zunahme des Schallpegels erlebt haben, ist der Korrelationskoeffizient mit .45 ( $p=.001$ ,  $N=51$ ) deutlich grösser. Die Belästigungsänderung folgt bei Personen mit abrupter Zunahme also eher der tatsächlichen Änderung des Dauerschallpegels als bei Personen mit kontinuierlicher Änderung. Bei Personen mit einer abrupten Abnahme des Pegels besteht ein schwacher, nicht signifikanter negativer Zusammenhang zwischen der Belastungsveränderung und der Belästigungsänderung ( $r=-.15$ ,  $p=.38$ ,  $N=38$ ).

Es ist zu berücksichtigen, dass sowohl die Spannweite der Pegeldifferenz als auch die Anzahl Personen in den drei Gruppen (Steady State, abrupte Pegelzunahme, abrupte Pegelabnahme) unterschiedlich sind und die drei Korrelationskoeffizienten deshalb nicht direkt miteinander vergleichbar sind. In der Gruppe mit abrupter Pegelzunahme wurde zum Vergleich die gleiche Spannweite in der Pegeldifferenz gewählt wie in der Gruppe mit einer Steady-State-Situation (Spannweite von 6 dB(A)). Die Korrelation zwischen Pegeländerung und Belästigungsänderung zwischen 2001 und 2003 bleibt mit .42 ähnlich hoch ( $p=.007$ ,  $N=42$ ).

Eine Varianzanalyse (GLM) mit allen 293 zweimal befragten Personen aus Regionen mit Zivilluftlärmlärm zeigt, dass sowohl der Unterschied des  $L_{eq}$  24h zwischen 2001 und 2003 als auch der  $L_{eq}$  24h von 2003 einen signifikanten Einfluss auf die Belästigung 2003 hatte (s. Tabelle 26).

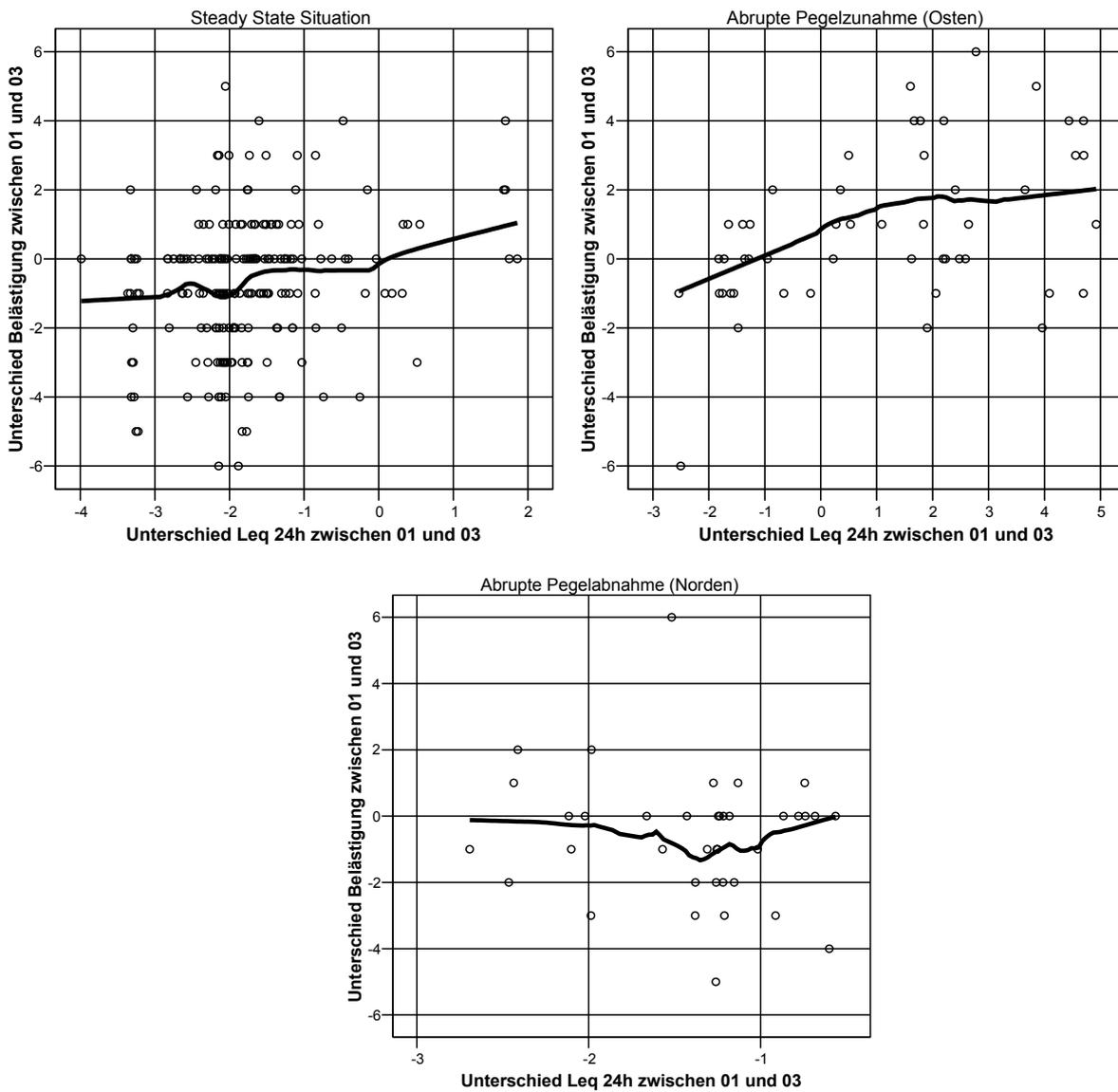


Abbildung 31 Zusammenhang zwischen der Veränderung des  $L_{eq}$  0-24 Uhr zwischen 2001 und 2003 und der Veränderung der Belästigung auf der Skala von 0-10 im selben Zeitraum. Personen mit Zivlfluglärmpegel, die 2001 und 2003 befragt wurden.

Tabelle 26 General Linear Model mit der Belästigung 2003 als abhängige Variable. Personen mit Zivlfluglärmpegel, die 2001 und 2003 befragt wurden.  $N=293$ .

Variable	Quadratsumme	df	F	B	Sign.
Unterschied $L_{eq}$ zwischen 01 und 03	278.65	1	40.58	.59	<.001
$L_{eq}$ 2003	164.56	1	23.96	.13	<.001
Korrigiertes $R^2 = .16$ .					

Insgesamt kann gesagt werden, dass sich Belastungsveränderungen im Belästigungsurteil der betroffenen Anwohner niederschlagen, bei abrupten wie bei kontinuierlichen Veränderungen.

derungen über zwei Jahre hinweg im über das Jahr gemittelten Dauerschallpegel beeinflussen das Belästigungsurteil, auch wenn die Veränderungen unterhalb von 3 dB(A) liegen. Auch abrupte Änderungen des Dauerschallpegels zu den Nachtrandstunden verändern das generelle Belästigungsurteil. Die Höhe der Pegelveränderung korreliert dabei mit der Höhe der generellen Belästigungsveränderung.

#### 4.7.2 Veränderung der intervenierenden Variablen zwischen 2001 und 2003

Das Flugregime hat sich zwischen 2001 und 2003 verändert. Es ist möglich, dass sich die Veränderungen der fluglärmpolitischen und flughafenbetrieblichen Gegebenheiten in der Wirkung der intervenierenden Variablen auf die Lärmbelästigung niederschlagen. Dass sich das regressionsanalytische Modell seit 2001 leicht verändert hat, konnte in Kap. 4.4 gezeigt werden. Im folgenden soll deshalb überprüft werden, ob und in welche Richtung sich einige in der Studie von 2001 nachgewiesenen intervenierenden Variablen verändert haben. Dabei sollen wieder folgende Fragen beantwortet werden:

1. Haben sich über die gesamte Stichprobe die Moderatorvariablen verändert?
2. Haben sich bei den Personen, die 2001 *und* 2003 befragt wurden, die Moderatorvariablen innerhalb der zwei Jahre verändert?

#### Veränderung über die gesamte Stichprobe

Die Veränderung derjenigen Variablen soll analysiert werden, die von einem veränderten Flugregime möglicherweise beeinflusst wurden. Dabei handelt es sich mehrheitlich um Einstellungsvariablen. Folgende Variablen werden untersucht:

- Einschätzung der Fluglärmbelästigung in Zukunft (Item Nr. 134)
- Bewertung des Flugverkehrs (Index)
- Zufriedenheit des Wohnorts, akustische Aspekte (Index)
- Ergreifen von Massnahmen gegen den Lärm zum Schlafen (Index)
- Vertrauen in Organisationen (Index)
- Lärmempfindlichkeit (Item Nr. 142)

In Abbildung 32 ist die Ausprägung dieser Variablen für die Stichprobe mit Zivilfluglärmbelastung für die beiden Befragungsjahre dargestellt. Es ist ersichtlich, dass sich die Einschätzung der zukünftigen Fluglärmbelästigung 2003 im Vergleich zu 2001 dahin verschoben hat, dass die Befragten von einer geringeren Fluglärmbelästigung in Zukunft ausgehen. Die Ausprägung der anderen Variablen hat sich nicht wesentlich verändert.

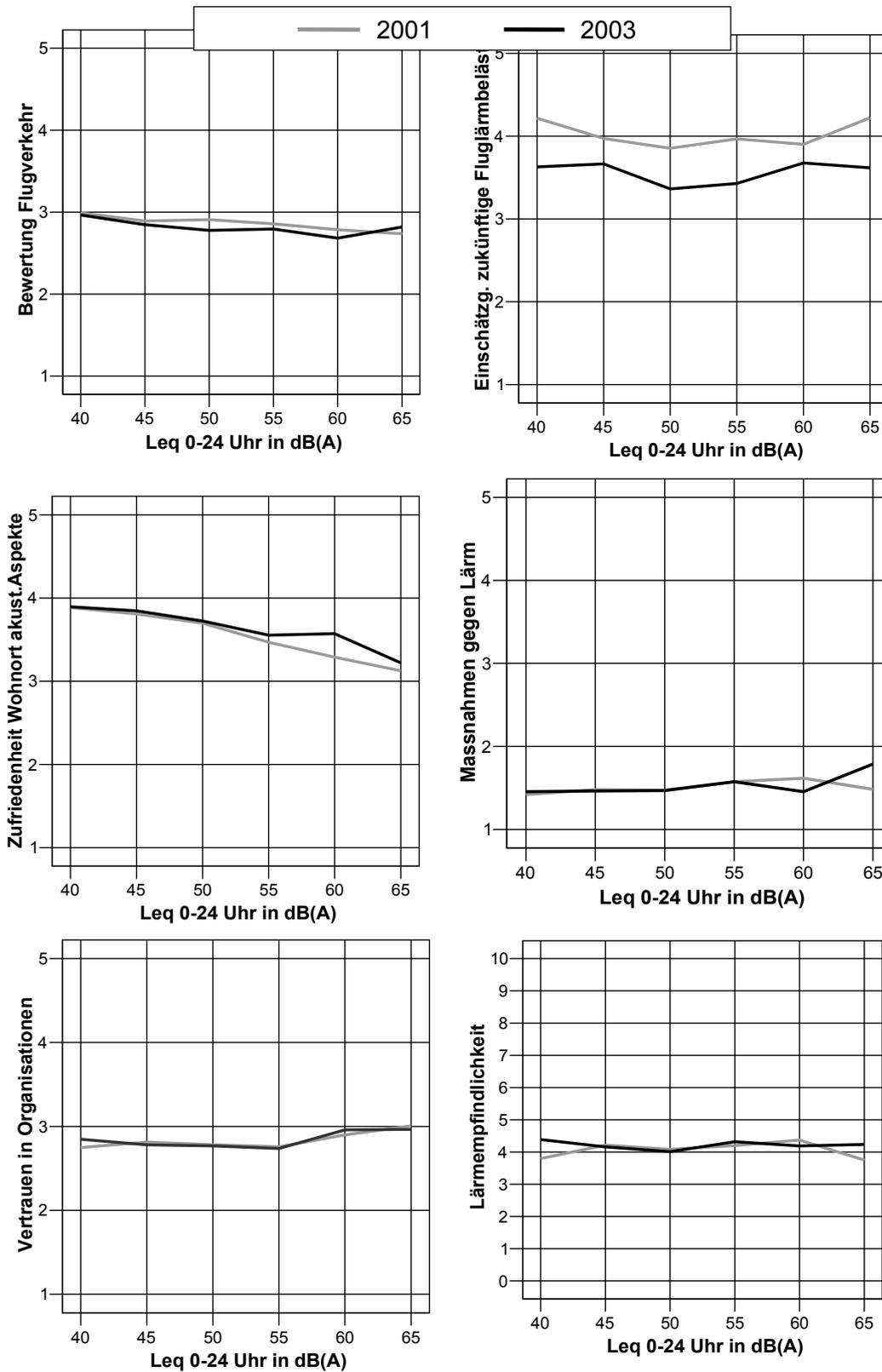


Abbildung 32 Ausprägung verschiedener Variablen 2001 und 2003 pro 5 dB-Klasse des  $L_{eq}$  0-24 Uhr. Personen mit Zivilfluglärm und ohne wesentliche, abrupte Pegeländerung, N zwischen 2756 und 3830.

Mit einem U-Test nach Mann-Whitney kann untersucht werden, ob die Unterschiede signifikant sind (s. Tabelle 27 bis Tabelle 32). Da die Ausprägung einiger Variablen mit dem Fluglärmpegel variiert, wird der U-Test für jede 5dB-Klasse einzeln durchgeführt.

Die U-Tests zeigen, dass die in Abbildung 32 ersichtlichen Unterschiede bez. Einschätzung der zukünftigen Fluglärmbelastung zwischen 2001 und 2003 signifikant sind. D.h. die 2003 befragten Personen waren eher der Ansicht, dass die zukünftige Fluglärmbelastung gleich bleiben oder geringer werden würde. Teilweise waren die 2001 befragten Personen etwas zufriedener mit den akustischen Aspekten ihres Wohnorts, der Unterschied ist aber, wenn überhaupt vorhanden, sehr klein und nur in der 60dB-Klasse signifikant. In Regionen mit einem  $L_{eq}$  von 50 dB(A) wurde zudem der Flugverkehr 2003 signifikant positiver eingeschätzt als 2001. In allen anderen untersuchten Variablen bzw. Indices gab es zwischen 2001 und 2003 keinen signifikanten Unterschied.

Es ist darauf hinzuweisen, dass bei multiplen Hypothesentests mit einer Alpha-Fehlerkumulierung gerechnet werden muss. D.h. einige der in Tabelle 27 bis Tabelle 32 dargestellten Signifikanzen sind wohl zufälliger Art.

*Tabelle 27 U-Tests nach Mann-Whitney zur Überprüfung des Unterschieds der Einschätzung der zukünftigen Fluglärmbelastung zwischen 2001 und 2003 bei gleichem  $L_{eq}$ . Personen mit Zivilluftverkehr und ohne wesentliche, abrupte Änderung des Fluglärmpegels.*

$L_{eq}$ -Klasse	Befragungsjahr	N	Durchsch. Rang Entwicklung Be- lastigung <i>Skala 1-5, 1=viel geringer, 5=viel schlim- mer</i>	U	p
40	2001	37	56.9	559.0	<.001
	2003	53	37.6		
45	2001	323	334.8	39786.0	<.001
	2003	296	282.9		
50	2001	348	310.5	24008.5	<.001
	2003	205	220.1		
55	2001	404	318.7	24985.5	<.001
	2003	178	230.0		
60	2001	122	80.8	1671.0	.12
	2003	33	67.6		
65	2001	27	36.0	324.0	.04
	2003	34	27.0		

**Tabelle 28** U-Tests nach Mann-Whitney zur Überprüfung der Unterschiede in der Bewertung des Flugverkehrs zwischen 2001 und 2003 bei gleichem  $L_{eq}$ . Personen mit Zivilfluglärm und ohne wesentliche, abrupte Änderung des Fluglärmpegels.

$L_{eq}$ -Klasse	Befragungsjahr	N	Durchsch. Rang Bewertung d. Flugverkehrs <i>Skala 1-5; 5=sehr positive Bewertung</i>	U	p
40	2001	37	49.3	841.5	.25
	2003	53	42.9		
45	2001	327	321.9	44831.0	.13
	2003	296	300.0		
50	2001	357	292.9	32157.5	.02*
	2003	204	260.1		
55	2001	407	293.1	36196.5	.99
	2003	178	292.9		
60	2001	119	79.0	1790.5	.31
	2003	34	70.2		
65	2001	29	30.9	460.0	.65
	2003	34	33.0		

**Tabelle 29** U-Tests nach Mann-Whitney zur Überprüfung der Unterschiede in der Zufriedenheit mit akustischen Aspekten des Wohnens zwischen 2001 und 2003 bei gleichem  $L_{eq}$ . Personen mit Zivilfluglärm und ohne wesentliche, abrupte Änderung des Fluglärmpegels.

$L_{eq}$ -Klasse	Befragungsjahr	N	Durchsch. Rang Zufriedenheit <i>Skala 1-5, 5=sehr zufrieden</i>	U	p
40	2001	38	41.6	839.5	.17
	2003	54	49.2		
45	2001	329	305.8	46324.5	.20
	2003	296	324.1		
50	2001	356	277.1	35091.5	.45
	2003	205	287.8		
55	2001	408	289.6	34718.5	.34
	2003	179	304.0		
60	2001	122	73.6	1480.5	.01*
	2003	34	96.0		
65	2001	29	31.3	473.0	.78
	2003	34	32.6		

**Tabelle 30** U-Tests nach Mann-Whitney zur Überprüfung der Unterschiede in der Häufigkeit der Anwendung von Massnahmen gegen den Lärm zum Schlafen zwischen 2001 und 2003 bei gleichem  $L_{eq}$ . Personen mit Zivilfluglärm und ohne wesentliche, abrupte Änderung des Fluglärmpegels.

$L_{eq}$ -Klasse	Befragungsjahr	N	Durchsch. Rang Häufigkeit d. Ergreifenes d. Massnahmen <i>Skala 1-6, 6=ständiges Ergreifen d. Massnahmen</i>	U	p
40	2001	38	48.4	925.5	.50
	2003	53	44.5		
45	2001	330	319.5	47857.0	.51
	2003	299	310.1		
50	2001	358	283.3	36587.5	.88
	2003	206	281.1		
55	2001	410	296.6	36060.0	.73
	2003	179	291.5		
60	2001	122	81.2	1745.5	.15
	2003	34	68.8		
65	2001	29	30.7	454.0	.59
	2003	34	33.2		

**Tabelle 31** U-Tests nach Mann-Whitney zur Überprüfung der Unterschiede im Vertrauen in relevante Organisationen zwischen 2001 und 2003 bei gleichem  $L_{eq}$ . Personen mit Zivilfluglärm und ohne wesentliche, abrupte Änderung des Fluglärmpegels.

$L_{eq}$ -Klasse	Befragungsjahr	N	Durchsch. Rang Vertrauen <i>Skala 1-5, 5=sehr grosses Vertrauen</i>	U	p
40	2001	37	39.9	774.5	.09
	2003	53	49.3		
45	2001	322	307.0	46848.5	.83
	2003	294	310.2		
50	2001	351	278.4	35677	.95
	2003	204	277.4		
55	2001	399	291.4	34571.5	.61
	2003	178	283.7		
60	2001	117	73.3	1666.5	.49
	2003	31	79.3		
65	2001	29	31.3	472.0	.77
	2003	34	32.6		

**Tabelle 32** U-Tests nach Mann-Whitney zur Überprüfung der Unterschiede in der Lärmempfindlichkeit zwischen 2001 und 2003 bei gleichem  $L_{eq}$ . Personen mit Zivilfluglärm und ohne wesentliche, abrupte Änderung des Fluglärmpegels.

$L_{eq}$ -Klasse	Befragungsjahr	N	Durchsch. Rang Lärmempfindlichkeit 0-10, 10=äusserst lärmempfindlich	U	p
40	2001	39	44.9	971.0	.62
	2003	53	47.7		
45	2001	323	316.3	46418.5	.44
	2003	298	305.3		
50	2001	350	278.2	35960.0	.96
	2003	206	278.9		
55	2001	401	287.3	34617.0	.49
	2003	179	297.6		
60	2001	121	80.0	1817.5	.30
	2003	34	71.0		
65	2001	28	29.2	410.5	.34
	2003	34	33.4		

### Veränderung bei den zweimal befragten Personen

Im folgenden werden nur jene 293 Personen analysiert, die 2001 und 2003, also zweimal, befragt worden sind. Mit Wilcoxon-Tests für abhängige Stichproben wird überprüft, ob sich die Ausprägung der verschiedenen intervenierenden Variablen bei diesen Personen innerhalb der zwei Jahre verändert hat, möglicherweise aufgrund des veränderten Flugregimes. Die 293 Personen werden unterteilt, in Personen mit abrupter Pegelzunahme, abrupter Pegelabnahme und mit Steady-State-Situation. Die Testkennwerte sind in Tabelle 33 dargestellt. Es muss beachtet werden, dass bei multiplen Signifikanztests Effekte gefunden werden, die zufälliger Natur sind. Zudem sind die untersuchten Gruppen unterschiedlich gross, wobei bei einem grossen N ein Ergebnis eher signifikant wird als bei einem kleinen N.

Die Resultate können folgendermassen zusammengefasst werden:

- Die erwartete Zunahme der Fluglärmbelästigung in der Zukunft fiel im Jahr 2003 signifikant geringer aus als 2001, und zwar für alle hier untersuchten Subgruppen. Dies ist der grösste und konsistenteste Effekt von allen hier untersuchten Variablen. Die Änderung des Betriebsreglements führte also offensichtlich nicht zu einer Zunahme der vermuteten zukünftigen Belästigung durch Fluglärm.
- Die Lärmempfindlichkeit hat in den zwei Jahren etwas abgenommen, mit Ausnahme der Gruppe, die eine abrupte Zunahme des Fluglärmpegels erlebt hatte. Ein p-Wert von .03 ist aber aufgrund der Tatsache, dass multiple Signifikanztests durchgeführt wurden, unbedeutend.

- Die Zufriedenheit mit akustischen Aspekten beim Wohnen, die Häufigkeit, mit der Massnahmen gegen den Lärm zum Schlafen ergriffen werden, die Bewertung des Flugverkehrs und das Vertrauen in Organisationen, die mit Fluglärm zu tun haben, hat sich in keiner untersuchten Gruppe signifikant verändert.

**Tabelle 33** Wilcoxon-Test zur Überprüfung der Unterschiede in verschiedenen intervenierenden Variablen zwischen 2001 und 2003. Personen mit Zivilfluglärm und ohne wesentliche, abrupte Änderung des Fluglärmpegels, die 2001 und 2003 befragt worden sind, N=332.

Variable	Pegeländerung seit 2001	N	Durchschn. Ausprägung 2001	durchschn. Ausprägung 2003	Z	p
Einschätzung der Fluglärmpegelbelästigung in Zukunft <i>Skala 1-5, 1=viel geringer, 5=viel schlimmer</i>	keine abrupte Änderung	201	4.1	3.6	-6.3	<.001
	abrupte Pegelzunahme	51	4.5	3.7	-4.7	<.001
	abrupte Pegelabnahme	38	4.2	3.7	-3.2	.001
Bewertung des Flugverkehrs <i>Skala 1-5; 1=sehr positive Bewertung</i>	keine abrupte Änderung	202	2.9	2.9	-.15	.88
	abrupte Pegelzunahme	52	3.0	2.9	-.12	.90
	abrupte Pegelabnahme	37	2.9	2.8	-1.6	.11
Zufriedenheit mit Wohnort, akust. Aspekte <i>Skala 1-5, 5=sehr zufrieden</i>	keine abrupte Änderung	202	3.7	3.8	-1.61	.11
	abrupte Pegelzunahme	52	3.5	3.6	-.19	.85
	abrupte Pegelabnahme	38	3.8	3.6	-1.05	.29
Ergreifen von Massnahmen gegen Lärm zum Schlafen (Index) <i>Skala 1-6, 6=ständiges Ergreifen d. Massn.</i>	keine abrupte Änderung	203	2.2	2.1	-2.00	.05
	abrupte Pegelzunahme	51	2.2	2.3	-1.2	.22
	abrupte Pegelabnahme	38	2.1	2.1	-.58	.56
Vertrauen in Organisationen (Index) <i>Skala 1-5, 5=sehr grosses Vertrauen</i>	keine abrupte Änderung	202	2.7	2.7	-.11	.28
	abrupte Pegelzunahme	50	2.5	2.5	-.4	.68
	abrupte Pegelabnahme	36	2.6	2.7	-.95	.34
Lärmempfindlichkeit <i>Skala 0-10, 10=äusserst lärmempfindlich</i>	keine abrupte Änderung	200	4.4	4.1	-2.2	.03
	abrupte Pegelzunahme	52	4.2	4.2	-.18	.88
	abrupte Pegelabnahme	38	4.5	4.3	-.87	.39

Offensichtlich haben die politischen und flughafenbetrieblichen Veränderungen zwischen 2001 und 2003 die Einschätzung der zukünftigen Fluglärmbelästigung beeinflusst. Die Ausprägung anderer nicht-akustischer Variablen ist über die zwei Jahre stabil geblieben.

Die ähnliche Ausprägung verschiedener Variablen 2001 und 2003 spricht für eine hohe Datenqualität, insbesondere für eine hohe Reliabilität der Daten.

### 4.7.3 Zusammenfassung

- Die generelle Belästigung der Personen, die keiner wesentlichen und abrupten Änderung des Fluglärmpegels ausgesetzt waren, war 2003 gleich hoch wie 2001. Dies bedeutet, dass ein bestimmter Dauerschallpegel 2003 das gleiche Ausmass an Belästigung hervorrief wie 2001.
- Die Belästigung nachts aufgrund des Dauerschallpegels nachts war 2001 gleich hoch wie 2003. D.h. dass auch in der Nacht im wesentlichen ein bestimmter Dauerschallpegel 2003 das gleiche Ausmass an nächtlicher Belästigung hervorrief wie 2001.
- Es gibt Hinweise, dass Personen aus Regionen mit Zivilfluglärm, die 2001 *und* 2003 befragt worden waren, im Mittel auf Veränderungen des Dauerschallpegels innerhalb der zwei Jahre reagierten, auch wenn die Pegelveränderungen nicht abrupt waren und weniger als 3 dB betragen.
- Bei Personen, die 2001 *und* 2003 befragt worden waren und die innerhalb der zwei Jahre eine abrupte Pegelzunahme erlebt hatten, gibt es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Höhe der Veränderung des Dauerschallpegels und der Höhe der Belästigungsveränderung innerhalb der zwei Jahre. Bei den Personen mit kontinuierlicher Änderung des Dauerschallpegels ist der Zusammenhang klein, und bei Personen mit abrupter Abnahme des Pegels besteht ein nicht signifikanter negativer Zusammenhang zwischen Belastungs- und Belästigungsänderung innerhalb der zwei Jahre.
- Die 2003 befragten Personen schätzten die zukünftige Fluglärmbelästigung signifikant geringer ein als die 2001 befragten Personen. Die Ausprägung der Variablen Lärmempfindlichkeit, Häufigkeit der ergriffenen Massnahmen gegen Fluglärm zum Schlafen, Bewertung des Flugverkehrs, Vertrauen in Organisationen, die mit Fluglärm zu tun haben (z.B. Flughafenbetreiber, Fluggesellschaften) und Zufriedenheit mit akustischen Aspekten des Wohnens hatte sich zwischen 2001 und 2003 nicht signifikant verändert.
- Die 293 Personen mit Zivilfluglärmbelastung, die 2001 *und* 2003 befragt worden waren, schätzten 2003 die zukünftige Fluglärmbelästigung signifikant geringer ein, unabhängig davon, ob sie von abrupten Pegeländerungen in den Nachtrandstunden betroffen waren oder nicht. In der Ausprägung der Variablen Häufigkeit der ergriffenen Massnahmen gegen Fluglärm zum Schlafen, Bewertung der Organisationen, die mit Fluglärm zu tun haben, Lärmempfindlichkeit, und Zufriedenheit mit akustischen Aspekten des Wohnens gab es zwischen 2001 und 2003 keine signifikanten Veränderungen.
- Nicht akustische Variablen waren zwischen 2001 und 2003 trotz vieler wirtschaftlicher und betrieblicher Veränderungen relativ stabil. Dies spricht für eine gute Datenqualität, insbesondere eine hohe Reliabilität in beiden Untersuchungen.

## 5 Diskussion

### 5.1 Vergleich von Telefoninterviews mit schriftlicher Befragung

Bei der Durchführung einer wissenschaftlichen Studie kommen verschiedene Methoden in Frage, von denen jede Vor- und Nachteile aufweist. Bei der Befragungsstudie von 2001 wurde aus Kostengründen die schriftliche Befragungsmethode gewählt. Dabei stellte sich die Frage, ob dadurch eine Verzerrung der Resultate zustande kam, da bei dem viel diskutierten Thema Fluglärm möglicherweise vermehrt Personen antworteten, die dem Thema nicht indifferent gegenüber standen. In einer Meta-Analyse stellte Fields (1993) bei einem Vergleich von Face-to-Face- mit telefonischen Interviews allerdings keinen Einfluss der Interviewmethode auf die Belästigung fest.

Um die Methode der schriftlichen Befragung zu validieren, wurden in der Befragung von 2003 nebst der Fragebogenuntersuchung auch Telefoninterviews durchgeführt. Der Vergleich der beiden Methoden zeigt, dass sich die schriftlich befragten Personen in einigen Variablen, die möglicherweise die Belästigung beeinflussen, von den telefonisch befragten Personen unterscheiden und etwas mehr belästigt sind. Es ist jedoch nicht durchgängig ein Effekt der Befragungsmethode auf die Antworten der Befragten zu finden, und dort, wo ein solcher vorhanden ist, ist er insgesamt klein. Aufgrund der Analysen kann geschlossen werden, dass die schriftlich und die telefonisch interviewten Personen aus der gleichen Grundgesamtheit stammen. Auch bei einem in der Öffentlichkeit viel diskutierten und umstrittenen Thema ist also die kostengünstige Methode der schriftlichen Befragung für eine wissenschaftliche Studie geeignet.

### 5.2 Zusammenhang zwischen Belastung und Belästigung

#### 5.2.1 Die Belästigung als Funktion der Belastung

Die Höhe der Belästigung ist erwartungsgemäss eine Funktion des Fluglärmpegels. Die Streuung ist gross. Dabei ist das Ausmass der Belästigung in Regionen, in denen der Fluglärmpegel nicht höher ist als derjenige des Umgebungslärms, höher, als aufgrund von älteren Studien und Metaanalysen erwartet werden müsste (z.B. Fidell et al., 1991; Fields, 1993; Gjestland et al., 1990; Miedema und Vos, 1998). Allerdings war auch in der Befragungsstudie von 2001, in deutschen Studien (Wirth, 2004) und in niederländischen Studien (Breugelmans, 2004; TNO, 1998) die Höhe der Belästigung vergleichbar mit der vorliegenden Studie. Miedema und Vos' (1998) Metaanalyse, die 34 Studien aus den letzten Jahrzehnten zusammenfasst und oft als Referenz beigezogen wird, scheint die heutige Belästigungssituation in der Region um den Flughafen Zürich nicht adäquat abzubilden.

Die erklärte interindividuelle Varianz der Belästigung durch den Fluglärmpegel ist mit maximal 15% vergleichsweise gering, entspricht aber derjenigen in der Befragung von 2001. In der Literatur wird von 9-35% Varianzaufklärung ausgegangen (Guski, 1978; Job, 1988a).

Wie schon 2001 diente die Situation vor dem Haus oder bei geöffnetem Fenster als Beurteilungsgrundlage, wenn die Betroffenen zu ihrer allgemeinen Belästigung Auskunft gaben. Dies gilt sowohl für den Tag als auch für die Nacht.

### 5.2.2 Überschussreaktionen

Werden diejenigen Personen analysiert, die von einer wesentlichen, abrupten Zunahme des Fluglärmpegels, nämlich von Landeanflügen auf die Piste 28 morgens früh und abends spät, betroffen waren, zeigen sich deutliche Überschussreaktionen: Die Belästigung war bei gleicher Belastung signifikant höher als bei Personen ohne abrupte Veränderung des Fluglärmpegels zwischen August 2001 und August 2003. Bei diesen Personen besteht zwischen Belastung und Belästigung kein oder allenfalls ein sehr schwacher Zusammenhang. Besonders ausgeprägt ist die Überschussreaktion bei Personen aus Regionen mit eher tiefem Dauerschallpegel, die vor der Einführung der Ostanflüge nur Fluglärm bei Westwindwetter ausgesetzt waren.

Personen aus dem Norden des Flughafens, die durch die Verlagerung der Landungen in den Nachtrandstunden auf Piste 28 eine abrupte Abnahme des Pegels erfahren hatten, zeigten nicht durchgängig Überschussreaktionen. Ihre allgemeine Belästigung unterschied sich nicht signifikant von Personen ohne abrupte Pegeländerung. Nur bei der Analyse der tageszeitabhängigen Belästigung und bei der Einschätzung der Zumutbarkeit von Fluglärm zu unterschiedlichen Tageszeiten finden sich teilweise Hinweise auf Überschussreaktionen.

In dieser Studie bewirkte also eine abrupte Pegelzunahme in den Nachtrandstunden deutliche Überschussreaktionen, während dies bei einer Pegelabnahme zur gleichen Zeit nicht der Fall war. Wie kann man dies erklären?

Die Überschussreaktionen im Osten des Flughafens kamen insbesondere durch Personen zustande, die vorher nie regelmässigem Fluglärm ausgesetzt gewesen waren. Für sie bedeutete die abrupte Zunahme des Pegels nicht eine Zunahme, sondern die Einführung einer neuen Belastung morgens früh und abends spät. Anders bei den Personen aus dem Norden, die eine abrupte Abnahme des Pegels erlebt hatten. Im Norden bedeutete die abrupte Pegelabnahme eine leichte Belastungsabnahme auf dem Hintergrund von zum Teil starkem Fluglärm tagsüber. Wenn es so ist, dass der Fluglärm zur Tageszeit der stärksten Beschallung als Referenz dient, wie dies in Wirth (2004) vermutet wurde, kann die Bedeutung der Pegelabnahme für die Betroffenen im Norden des Flughafens viel geringer sein als die Pegelzunahme für die Betroffenen im Osten des Flughafens. D.h. der Neuheit des Fluglärms käme eine besondere Bedeutung zu. Diese Hypothese bedarf allerdings empirischer Bestätigung. Es ist im übrigen anzumerken, dass die Pegelzunahme der hier untersuchten Personen im Osten des Flughafens grösser war als die Pegelabnahme der Personen im Norden des Flughafens. Zu beachten ist auch, dass seit 2001 der Flugverkehr und somit der Fluglärmpegel kontinuierlich abgenommen hatten. Auf diesem Hintergrund könnte die Abnahme des Pegels in den Nachtrandstunden weniger wichtig sein als die Zunahme zur gleichen Zeit.

In der einschlägigen Literatur findet sich meistens, aber nicht durchgängig ein Effekt von wesentlichen und abrupten Belastungsänderungen auf Störung und Belästigung. Fidell et al. (2002), Griffith and Raw (1989), Kastka et al. (1995), Lambert (1978) und Brown (1987) wiesen Überschusseffekte nach abrupten Pegeländerungen nach, die teilweise jahrelang anhielten. Keinen Überschusseffekt

fanden Nilsson und Berglund (2006) und Öhrström (2004).

Für die Überschussreaktionen können verschiedene Erklärungsansätze beigezogen werden (s. Kap. 2.2; einen Literaturüberblick geben auch Schümer und Schreckenber, 2000). Bei der Situation um den Flughafen Zürich ist vor allem der Stellenwert der öffentlichen Meinung erwähnenswert. Bereits die verschiedenen Gegebenheiten im Vorfeld der Befragung von 2001 (u.a. die zweimonatige Pistenschliessung im Sommer 2000 und Deutschlands Kündigung des Luftverkehrsabkommens im Mai 2000 mit den nachfolgenden zähen Verhandlungen um einen neuen Staatsvertrag, der die An- und Abflüge über deutsches Gebiet regelt) führten zu einer stetigen Medienpräsenz des Themas Fluglärm und führten möglicherweise dazu, dass der Wohnqualität unter dem Blickwinkel der Lärmbelastung von der Öffentlichkeit eine grössere Beachtung geschenkt wurde. Die öffentliche Diskussion, Demonstrationen und Medienpräsenz nahmen noch zu, als aufgrund der einseitigen innerdeutschen Verordnung im Herbst 2001 die sog. Ostanflüge morgens früh und abends spät eingeführt wurden. Anwohner im Süden und im Osten des Flughafens, die (zu Recht) vermuteten, in Zukunft von Landeanflügen betroffen zu sein, wehrten sich gegen das zu erwartende Flugregime, während andere Betroffene, insbesondere aus dem Norden des Flughafens, eine sogenannte gerechte und demokratische Verteilung des Fluglärms forderten. Es ist zu erwarten, dass eine solche regional und schweizweit geführte öffentliche Diskussion das Problembewusstsein der betroffenen Bevölkerung prägte und entweder über Einstellungsvariablen oder direkt die Belästigung beeinflusste. Fidell et al. (1985) äusserten die Hypothese, dass erhöhte öffentliche Aufmerksamkeit bereits reichen kann für erhöhte Belästigung. Empirische Nachweise, ob und in welchem Ausmass die öffentliche Aufmerksamkeit für das Thema Fluglärm die Belästigungsreaktion beeinflusst, gibt es aber bislang nicht.

Ungeklärt ist, wie lange der Überschusseffekt anhalten wird. Eine Studie von Kastka und Mitarbeitern (1995) lässt eher langanhaltende Effekten vermuten. Es ist übrigens anzunehmen, dass in den ab Oktober 2003 durch die „Südanflüge“ neu beschallten, ehemals ruhigen Gebieten im Süden des Flughafens ebenfalls Überschusseffekte in der Belästigung zu finden sind. Solche Fragestellungen können nur mit einem langfristigen Monitoring der Belästigungssituation untersucht und beantwortet werden.

### 5.3 Die Wirkung von intervenierenden Variablen

Die mittels Regressionsanalyse gefundenen intervenierenden Variablen erklären rund 59% der interindividuellen Varianz der Lärmbelästigung. Folgende Variablen hatten einen signifikanten Einfluss auf die Lärmbelästigung:

Die Belästigung war bei gleichem Pegel umso geringer,

- je tiefer der  $L_{eq}$  0-24 Uhr war
- wenn keine abrupte Änderung des Lärmpegels stattfand
- je positiver die Vermutung über die zukünftige Entwicklung der Belästigung war
- je positiver die Bewertung des Flugverkehrs ausfiel
- je grösser die Zufriedenheit mit akustischen Aspekten des Wohnens war

- je seltener Massnahmen gegen den Lärm unternommen wurden
- bei Mietern (im Gegensatz zu Eigentümern)
- wenn keine Gesundheitsprobleme aufgrund des Fluglärms vermutet wurden
- je mehr Vertrauen in mit dem Flugverkehr betraute Organisationen bestand
- bei der Ansicht, dass die Priorität der Politiker in Bezug auf den Flughafen die Attraktivität des Wirtschaftsstandortes sein sollte (und weniger die Ruhe und der Umweltschutz)
- je kleiner die Lärmempfindlichkeit war.

Damit wurden die Variablen, bei denen in der Befragung von 2001 ein signifikanter Einfluss auf die Belästigung nachgewiesen werden konnte, im wesentlichen bestätigt. Auch in dieser Untersuchung erklären die intervenierenden Variablen einen grösseren Anteil der Varianz der Lärmbelästigung, als in der Fachliteratur beschrieben wird (z.B. Guski et al., 1978; Guksi, 1999; Höger, 1999). Der starke Einfluss von nicht akustischen Variablen zeigt, dass sich sinnvolle Lärmschutzmassnahmen nicht auf akustische Aspekte beschränken müssen, sondern idealerweise auch bei nicht-akustischen Faktoren ansetzen. Eine Lärmschutzpolitik, die das Vertrauen der Betroffenen gewinnt, könnte die Lärmbelästigung langfristig wahrscheinlich reduzieren.

Im Gegensatz zur Befragung von 2001 waren in der vorliegenden Untersuchung zusätzlich Aktivitäten gegen Fluglärm (z.B. Beitritt zu einer Organisation gegen Fluglärm) erhoben worden. Mit den Massnahmen gegen Lärm zum Schlafen (z.B. Tragen von Ohrstöpseln) waren damit zwei Arten von Copingstrategien gegen den Lärm erfasst worden: Die eine Art zielt auf sofortige Verbesserung der Situation ab, bedeutet aber Symptombekämpfung, während die andere eine langfristige Investition für eine Verbesserung der Lärmsituation bedeutet. In einem Bericht zur Lärmbelästigung in Baden-Württemberg erwähnen Schreckenberget al. (1999), dass die Häufigkeit der kurzfristig-wirkungsbezogenen Massnahmen positiv mit der Lärmbelästigung korreliert, während die Häufigkeit langfristig-strategischer Aktivitäten mit der Lärmbelästigung negativ korreliert. In der vorliegenden Untersuchung sind beide Arten von Aktivitäten positiv mit der Lärmbelästigung korreliert, d.h. höhere Lärmbelästigung geht mit einer grösseren Anzahl bzw. grösseren Häufigkeit an ergriffenen Aktivitäten einher. Die Richtung des Zusammenhangs ist natürlich nicht klar (führt die hohe Belästigung dazu, dass man mehr Strategien ergreift, oder führt die Ergreifung der Strategien dazu, dass man belästigter ist?). Trotzdem kann der Schluss gezogen werden, dass ein Engagement gegen Fluglärm nicht automatisch zu einer niedrigeren Belästigung führt.

## 5.4 Tageszeitabhängige Belästigung

### 5.4.1 Unterschied Tag – Nacht

Das in der Studie von 2001 gefundene Ergebnis konnte für 2003 bestätigt werden: Nachts fühlten sich die befragten Personen bei gleichem Dauerschallpegel im Mittel belästigter als tagsüber. Der Unterschied ist in den Pegelklassen ( $L_{eq}$  22-6 Uhr) von 40 und 50 dB(A) signifikant.

### 5.4.2 Zeitliches Belästigungsprofil

Es gibt ein sich über den Tagesverlauf veränderndes Belästigungsprofil, das nur zum Teil mit der Fluglärmbelastung zusammenhängt. Die Zeiten besonderer Belästigung variierten in den verschiedenen Regionen um den Flughafen, entsprechend des unterschiedlichen Flugverkehrs. Unabhängig vom Flugregime empfanden die betroffenen Personen morgens von 6 bis 9 Uhr, mittags von 12 bis 14 Uhr und abends von 20 bis 23 Uhr den Fluglärm als besonders belästigend. Dies gilt nicht für die Personen im Osten des Flughafens: Diese Personen waren morgens von 5 bis 9 Uhr und abends von 20 bis 23 Uhr besonders stark belästigt, die Belästigungsspitze über Mittag hingegen fehlt. Die Belästigungsspitzen morgens und abends entsprechen der neuen Fluglärmbelastung durch die Einführung der sogenannten Ostanflüge. Der Anteil an stark belästigten Personen ist höher, als aufgrund des pro Stunde gemittelten Jahres- $L_{eq}$  zu vermuten wäre.

Im Norden des Flughafens, der vor allem durch Landungen belastet ist, schlägt sich die geringere Belastung seit 2001 nur teilweise im Belästigungsurteil im Tagesverlauf nieder. Möglicherweise ist dies darauf zurückzuführen, dass Starts, die zu bestimmten Tageszeiten seit 2001 zugenommen haben, anders beurteilt werden als Landungen, die seit 2001 abgenommen haben. Die unterschiedliche Bedeutung von Starts und Landungen müsste allerdings in einer Studie detailliert untersucht werden.

### 5.4.3 Einfluss der auswärts verbrachten Zeit auf das Belästigungsprofil

Die Belästigungsprofile von Personen, die zu gewissen Zeiten unter der Woche zuhause waren und denjenigen, die zur selben Zeit nicht zuhause waren, unterscheiden sich nicht durchgängig. Tendenziell gibt es zuhause über Mittag mehr stark belästigte Personen, diese Tendenz muss aber weiter überprüft werden. Wenn Personen nach Zeiten besonderer starker Belästigung zuhause im Tagesverlauf gefragt werden, nehmen sie offensichtlich die zuhause verbrachte Zeit als Referenz, auch wenn sie zur entsprechenden Zeit nur selten zu Hause sind. Aus der vorliegenden Untersuchung geht nicht hervor, ob die Personen ebenfalls fluglärmbelastet waren, wenn sie nicht zuhause waren, und ev. diese Belastung beurteilen. Für das Argument, dass Personen, die tagsüber nicht zuhause sind, nicht in der Lage sind, die Fluglärmbelastung angemessen zu beurteilen, finden sich in dieser Studie aber keine Hinweise.

### 5.4.4 Vergleich Belästigungsprofil 2001 – 2003

Der Vergleich der Belastungs- und Belästigungsprofile im Tagesverlauf von 2003 mit denjenigen von 2001 zeigt, dass auch kontinuierliche Pegelveränderungen von weniger als 3 dB(A) im Stunden- $L_{eq}$  eine Veränderung des Anteils an stark belästigten Personen zur entsprechenden Tageszeit bewirken. Die Pegelveränderung muss also weder abrupt sein, noch muss sie mindestens 3-6 dB(A) betragen, wie dies von Raw und Griffith (1985) erwähnt wird, damit es eine entsprechende Veränderung in der Belästigungsreaktion gibt. Die Auswertungen in der vorliegenden Studie weisen darauf hin, dass sich auch kleine Pegelveränderungen über einen längeren Zeitverlauf im Belästigungsurteil niederschlagen.

### 5.4.5 Stärkste Belastung als Referenz

Es gibt Hinweise, dass den Betroffenen die Tageszeit der stärksten Lärmbelastung als Referenz dient, wenn sie die Fluglärmelastigung im Tagesverlauf beurteilen. Im Gebiet im Osten des Flughafens, das von den neuen Ostanflügen morgens früh und abends spät betroffen war, gab es zu diesen Tageszeiten mehr stark belästigte Personen, als dies aufgrund des  $L_{eq}$  zu erwarten gewesen wäre. Die Lärmbelastigung tagsüber nahm hingegen stärker ab, als man aufgrund der Abnahme des  $L_{eq}$  tagsüber vermuten würde. Die relative Belästigungsspitze über Mittag im Osten des Flughafens, die 2001 noch vorhanden war, lässt sich 2003 nicht mehr finden, obwohl es tagsüber nach wie vor bei bestimmter Wetterlage Überflüge gab, wenn auch in geringerem Ausmass als 2001. Auf dem Hintergrund der starken Zunahme der Fluglärmelastigung zu den Nachtrandstunden verschwindet möglicherweise die Bedeutung der Fluglärmelastigung zur empfindlichen Mittagszeit. Ähnliche Hinweise finden sich in Untersuchungen von Kastka von deutschen Grossflughäfen, zusammenfassend dargestellt in Wirth et al. (2002). Beim Flughafen Köln beispielsweise wird die Lärmbelastigung morgens früh und tagsüber auf dem Hintergrund der starken Belastung nachts als weniger belästigend beurteilt, als dies aufgrund des Fluglärmpegels und im Vergleich zu anderen deutschen Flughafenregionen ohne Nachtflugbetrieb zu vermuten wäre.

### 5.4.6 Zumutbarkeit des Fluglärms zu unterschiedlichen Tageszeiten

Der Anteil an Personen, die den Fluglärm zu verschiedenen Tageszeiten als unzumutbar beurteilten, ist eine Funktion der Fluglärmelastigung zur entsprechenden Zeit. Morgens früh und abends spät empfanden besonders viele Personen den Fluglärm als unzumutbar, obwohl morgens früh die Mehrheit der Befragten keinem Fluglärm ausgesetzt war.

Die Dosis-Wirkungskurven des Unzumutbarkeitsurteils der Personen, die keine abrupte, wesentliche Zunahme des Lärmpegels erlebt haben, decken sich mehrheitlich mit denjenigen der Befragung von 2001. Tagsüber und abends spät empfanden bei gleichem Dauerschallpegel etwas weniger Personen den Fluglärm als unzumutbar. Bei den Personen hingegen, die von den Ostanflügen und somit von einer abrupten Zunahme des Fluglärmpegels betroffen waren, zeigen sich deutliche Überschussreaktionen, insbesondere zu den von den Änderungen betroffenen Tageszeiten morgens und abends, teilweise aber auch tagsüber. Dabei kommen diese Überschussreaktionen vor allem durch Personen zustande, die vor der Einführung der Ostanflüge nicht regelmässig, sondern nur bei spezieller Wetterlage fluglärmelastigt gewesen waren. Bei Personen aus dem Norden des Flughafens, die von einer abrupten Pegelabnahme betroffen waren, zeigen sich nicht durchgängig Überschussreaktionen. Als Erklärung für diese Resultate kann wieder die Neuheit des Fluglärms herbeigezogen werden: Möglicherweise hat die Neuheit des Fluglärms zu einer gewissen Tageszeit einen Effekt auf das Belästigungsempfinden. Dies würde erklären, warum im Osten des Flughafens vor allem diejenigen Personen Überschussreaktionen zeigten, die vorher nicht regelmässigem Fluglärm ausgesetzt gewesen waren, und warum im Norden des Flughafens die bereits fluglärmgeübten Personen nicht übermässig auf die abrupte Pegelabnahme reagierten.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Fluglärmelastigung im Tagesverlauf sehr unterschiedlich beurteilt wurde. Es ist zu vermuten, dass diese Beurteilung nicht nur durch den Fluglärmpegel, sondern auch durch die Charakteristika der Schallereignisse, das Ruhebedürfnis und den Umgebungslärm zustande kam. Gezeigt hat sich auch die Wichtigkeit der „Lärmgewohn-

heit“ einer Region: In den unterschiedlichen Regionen um den Flughafen fällt die Beurteilung der Fluglärmbelastung je nach Art und „Neuheit“ des Lärms unterschiedlich aus. Die Reaktionen auf die Lärmbelastung in einer Flughafenregion kann nicht beliebig verallgemeinert werden; dies konnte bereits im Vergleich der Daten vom Flughafen Zürich mit denjenigen von deutschen Flughäfen in Wirth et al. (2002) und Wirth (2004) nachgewiesen werden.

## 5.5 Veränderungen zwischen 2001 und 2003

### 5.5.1 Belästigungsveränderung zwischen 2001 und 2003

Hat sich bei gleichbleibenden Bedingungen (also unter Steady-State-Bedingungen) die Belästigung in der Stichprobe von 2003 im Vergleich zu 2001 verändert? D.h. rief ein bestimmter Dauerschallpegel 2003 das gleiche Ausmass an Belästigung hervor wie 2001? Aufgrund der verschiedenen Hinweise auf zunehmende Belästigung bei vergleichbarem Dauerschallpegel im Laufe der Zeit (z.B. Guski, 2003; TNO, 1998; Wirth, 2004) lag die Vermutung nahe, dass sich die Belästigung auch zwischen 2001 und 2003 erhöht haben könnte. Die Auswertungen zeigen jedoch, dass sich die Stichprobe von 2001 von derjenigen von 2003 unter Steady-State-Bedingungen in der Höhe der Belästigung nicht signifikant unterscheidet, weder im allgemeinen Belästigungsurteil, noch im Belästigungsurteil nachts. Ein ähnliches Ergebnis wurde in einer niederländischen Studie im Umfeld des Amsterdamer Flughafens Schiphol gefunden. Zwischen 1967, 1980 und 1996 hatte sich die Fluglärmbelastung bei gleicher Belastung erhöht, eine Replikation der Studie 2002 zeigte jedoch keine weitere Zunahme der Belästigung (Breugelmans, 2004; TNO, 1998). Die Belästigung lag bei gleichem Pegel über der durch Miedema und Vos' Dosis-Wirkungskurve prognostizierten Werte.

Wie kann diese Entwicklung der Belästigung interpretiert werden? Ist die Belästigung in den vergangenen Jahrzehnten angewachsen und bleibt nun auf hohem Niveau bestehen? Im Falle des Flughafens Zürich dreht sich die öffentliche Diskussion seit Anfang des neuen Jahrtausends stark um das Thema Fluglärm. Dies mag zu einem erhöhten Bewusstsein für die Lärmsituation am eigenen Wohnort und zu einem Anstieg der Belästigung in den 90er Jahren bis 2001 geführt haben. Möglicherweise ist die relativ hohe Belästigung gerade in Regionen mit einem tiefen Fluglärmpegel auch als antizipierte Reaktion auf eine Zunahme der Belastung zu interpretieren, obwohl diese eventuell (noch) nicht stattfand (in der Tat ist ja die Einschätzung über die zukünftige Fluglärmbelastung einer der wichtigsten Moderatoren in der vorliegenden Studie). Ob und wie genau die öffentliche Meinung und die Fluglärmbelastung zusammenhängen, ist aber unbekannt und bedarf empirischer Forschung.

### 5.5.2 Belästigungsveränderung bei den zweimal befragten Personen

293 Personen aus Regionen mit Zivilfluglärm wurden sowohl 2001 als auch 2003 befragt. Somit können bei diesen Personen die Antworten von 2001 mit denjenigen von 2003 direkt verglichen werden.

Es zeigt sich das gleiche Bild wie in Kap. 5.4: Diese Personen reagierten im Mittel auf Veränderungen des Dauerschallpegels innerhalb der zwei Jahre, auch wenn die Veränderungen nicht abrupt

und geringer als 3 dB(A) waren. Analysen zeigen, dass sowohl der Dauerschallpegel von 2003 als auch der Unterschied des Dauerschallpegels zwischen 2001 und 2003 einen signifikanten Effekt auf die Belästigung von 2003 hatten. Bei abrupter Änderung folgt die Belästigungsänderung deutlicher der Belastungsänderung als bei kontinuierlicher Änderung.

### 5.5.3 Veränderung der intervenierenden Variablen

2003 schätzten die Befragten die zukünftige Fluglärmbelastung im Durchschnitt positiver ein als 2001, d.h. sie waren eher der Überzeugung, dass sich die zukünftige Fluglärmbelastung verringern würde. Dieser Unterschied ist signifikant. Die Ausprägung der Variablen Lärmempfindlichkeit, Häufigkeit der ergriffenen Massnahmen gegen Fluglärm zum Schlafen, Bewertung des Flugverkehrs, Vertrauen in Organisationen, die mit Fluglärm zu tun haben, und Zufriedenheit mit akustischen Aspekten des Wohnens hatte sich zwischen 2001 und 2003 nicht verändert.

Ein sehr ähnliches Bild zeigt sich, wenn nur die 293 Personen mit Zivilluglärmbelastung berücksichtigt werden, die 2001 und 2003 befragt wurden: Sie schätzten 2003 die zukünftige Fluglärmbelastung signifikant positiver ein als 2001, unabhängig davon, ob sie von einer abrupten Pegeländerung in den Nachtrandstunden betroffen waren oder nicht. In der Ausprägung der Variablen Häufigkeit der ergriffenen Massnahmen gegen Fluglärm zum Schlafen, Vertrauen in mit Fluglärm betrauten Organisationen, Lärmempfindlichkeit und Zufriedenheit mit akustischen Aspekten des Wohnens gab es zwischen 2001 und 2003 keine signifikanten Veränderungen.

Diese Auswertungen zeigen, dass sich politische und flughafenbetriebliche Veränderungen sowie Pegelveränderungen nur in einer der hier untersuchten Variablen niederschlugen. Wodurch die Veränderung der Einschätzung der zukünftigen Fluglärmbelastung zustande kam, ist aufgrund der vorliegenden Untersuchung nicht klar. Vielleicht hat die Abnahme des Flugverkehrs insgesamt zu einer positiveren Einschätzung der zukünftigen Fluglärmbelastung geführt. Wie die Flugverkehrspolitik, der Fluglärmpegel, die öffentliche Diskussion und die Ausprägung moderierender Variablen und dadurch der Belästigung zusammenhängen, kann mit dieser Studie nicht geklärt werden.

## 5.6 Zusammenfassende Bemerkungen und Ausblick

### Regionalspezifische Lärmreaktionen

In dieser Studie konnte gezeigt werden, dass sich bei Flughafenwohnern Veränderungen des Dauerschallpegels innerhalb von zwei Jahren in der Beurteilung der Belästigung niederschlugen, auch wenn diese Veränderungen unterhalb von 3 dB(A) liegen und kontinuierlich sind. Ob es die Veränderungen des Dauerschallpegels, der Anzahl an Flugbewegungen oder andere Aspekte des Flugverkehrs sind, die die Betroffenen beurteilen, geht aus dieser Studie nicht hervor.

Wie erwartet zeigten sich in Regionen, in denen es eine wesentliche und abrupte Zunahme des Schallpegels gab, Überschussreaktionen: Die Betroffenen waren signifikant belastigter, als dies aufgrund der Dosis-Wirkungskurven hätte erwartet werden müssen. Dabei war die Überschussreaktion bei Personen durchschnittlich ausgeprägter, die vorher wenig oder nur bei spezieller Wet-

terlage fluglärmbelastet waren. Dieses Bild zeigte sich bei der allgemeinen Belästigung, bei der Einschätzung der Zumutbarkeit des Fluglärms zu unterschiedlichen Tageszeiten sowie beim Belästigungsprofil im Tagesverlauf. In Regionen, in denen der Fluglärmpegel aufgrund der Verlagerungen der Landungen in den Nachtrandstunden auf Piste 28 abrupt abgenommen hatte, gab es hingegen keine Überschussreaktionen: Die Belästigung nahm nicht stärker als erwartet ab. Bei einer regionalen Umverteilung von Flugbewegungen, die in der Summe konstant bleiben, kann nicht mit einer über die Region als ganzes konstanten Belästigung gerechnet werden.

Nebst der Unterscheidung von quasi-stationärer Situation und abrupter Änderung des Pegels scheint bei der Voraussage der Belästigung auch die Berücksichtigung der bisherigen „Lärmgewohnheit“ einer Region wichtig zu sein. Es bestehen zudem Hinweise, dass bei der Beurteilung des Fluglärms die stärkste Fluglärmbelastung als Referenz dient. So wurde beispielsweise im Osten des Flughafens der Fluglärm tagsüber auf dem Hintergrund der starken Belastung morgens früh und abends spät anders beurteilt als zwei Jahre zuvor, als die Region morgens früh und abends spät noch nicht von Fluglärm betroffen war.

Aus diesen Argumenten lässt sich schliessen, dass die Reaktion auf Fluglärmbelastung regional-spezifisch ist und nicht automatisch verallgemeinert werden kann. Metaanalysen wie diejenige von Miedema und Vos (1998) sind für internationale Vergleiche aus wissenschaftlicher Sicht interessant, ihre Anwendung für regionale Prognosen hingegen erscheint wenig sinnvoll und wird der Belästigung einer bestimmten Flughafenwohnerschaft nicht in jedem Fall gerecht.

## **Rolle der intervenierenden Variablen**

In dieser Studie konnte der starke Zusammenhang zwischen Belästigung und nicht-akustischen Variablen nachgewiesen werden. Wenn intervenierende Variablen einen grösseren Anteil der Varianz der Lärmbelastung erklären als der akustische Pegel selbst, ergibt sich hier möglicherweise ein Ansatzpunkt für „psychologische“ Lärmbekämpfungsmassnahmen, wie dies Guski (2002) forderte. Beispielsweise kann durch entsprechende Massnahmen das Vertrauen der Betroffenen in die relevanten Organisationen gefördert werden und so möglicherweise die Lärmbelastung langfristig positiv beeinflusst werden. Wie veränderungsresistent solche nicht-akustischen Variablen sind, ist allerdings nicht klar. In der vorliegenden Untersuchung blieb ihre Ausprägung über eine kurze Zeitspanne von zwei Jahren grösstenteils stabil. Für wirkungsvolle Massnahmen wäre es wichtig zu wissen, wie intervenierende Variablen einerseits und die Belästigung andererseits mit fluglärmpolitischen Massnahmen, mit der öffentlichen Diskussion und mit dem effektiven Fluglärmpegel bzw. dessen Veränderung zusammenhängen. Deshalb schlagen wir ein längerfristiges Monitoring der Lärmwirkungen vor, damit Wirkungszusammenhänge effektiv erforscht werden können und die Veränderung der Belästigung langfristig prognostiziert werden kann. Gerade im Umkreis des Flughafen Zürich, an dem in den letzten Jahren wesentliche Veränderungen stattfanden, bietet sich die seltene Möglichkeit von Vorher-Nachher-Untersuchungen. In einer weiteren Befragungsstudie, die auf die Region im Süden des Flughafens fokussiert, könnten insbesondere die Auswirkungen der neu eingeführten Südanflüge auf Piste 32 untersucht werden.

## **Beurteilung der Datenqualität**

In der vorliegenden Studie wurden bei vielen Fragestellungen die Ergebnisse mit denjenigen der Befragung von 2001 verglichen. Die Resultate der Befragung von 2001 wurden dabei im wesentlichen bestätigt. Dies spricht für eine hohe Datenqualität der beiden Studien.

# Anhang A

## A1 Fragebogen

### Fragebogen zur Lärmstudie 2000

Ihr persönlicher Code (bitte aus dem Brief übertragen):

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

1. Allgemeine Angaben																																																			
1.1	Datum: .....	1																																																	
1.2	Geschlecht: <input type="checkbox"/> weiblich <input type="checkbox"/> männlich	4																																																	
1.3	Alter: ..... Jahre	5																																																	
1.4	Welche von diesen Schulen haben Sie zuletzt abgeschlossen? <input type="checkbox"/> Primar-/Oberschule <input type="checkbox"/> Real-/Sekundar-/Bezirksschule <input type="checkbox"/> Berufsschule <input type="checkbox"/> Berufsmittelschule/Gymnasium <input type="checkbox"/> Fachhochschule/Universität/Hochschule	6																																																	
2. Fragen zum Schlaf																																																			
2.1	Wann gehen Sie normalerweise zu Bett? ♦ Während der Woche:                      um ..... Uhr ♦ Am Wochenende:                            um ..... Uhr	7 8																																																	
2.2	Wann stehen Sie normalerweise auf? ♦ Während der Woche:                      um ..... Uhr ♦ Am Wochenende:                            um ..... Uhr	9 10																																																	
2.3	Leisten Sie Schichtarbeit? <input type="checkbox"/> keine Schichtarbeit <input type="checkbox"/> Dauerspätschicht <input type="checkbox"/> wechselnde Schicht mit Nachtarbeit <input type="checkbox"/> Dauernachtschicht <input type="checkbox"/> wechselnde Schicht ohne Nachtarbeit <input type="checkbox"/> Dauerfrühschicht	11																																																	
2.4	In welcher Stellung halten Sie nachts die Schlafzimmerfenster mehrheitlich? ♦ Im Sommer: <input type="checkbox"/> geschlossen <input type="checkbox"/> gekippt/Spalt <input type="checkbox"/> offen ♦ Im Winter: <input type="checkbox"/> geschlossen <input type="checkbox"/> gekippt/Spalt <input type="checkbox"/> offen	12 13																																																	
2.5	Wie gut schlafen Sie normalerweise? <input type="checkbox"/> schlecht <input type="checkbox"/> nicht so gut <input type="checkbox"/> mittelmässig <input type="checkbox"/> gut <input type="checkbox"/> sehr gut	14																																																	
2.6	Wie oft kommen bei Ihnen folgende Symptome vor? <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 80%;"></th> <th style="width: 5%;">nie</th> <th style="width: 5%;">selten</th> <th style="width: 5%;">manch- mal</th> <th style="width: 5%;">oft</th> <th style="width: 5%;">sehr oft</th> <th style="width: 5%;">ständig</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>♦ Durchschlafstörungen</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>♦ Einschlafschwierigkeiten</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>♦ Morgendliche Kopfschmerzen</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>♦ Starke Müdigkeit am Morgen</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>♦ Erschöpfungszustände</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>♦ Nervosität</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>		nie	selten	manch- mal	oft	sehr oft	ständig	♦ Durchschlafstörungen	<input type="checkbox"/>	♦ Einschlafschwierigkeiten	<input type="checkbox"/>	♦ Morgendliche Kopfschmerzen	<input type="checkbox"/>	♦ Starke Müdigkeit am Morgen	<input type="checkbox"/>	♦ Erschöpfungszustände	<input type="checkbox"/>	♦ Nervosität	<input type="checkbox"/>	15 16 17 18 19 20																														
	nie	selten	manch- mal	oft	sehr oft	ständig																																													
♦ Durchschlafstörungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																													
♦ Einschlafschwierigkeiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																													
♦ Morgendliche Kopfschmerzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																													
♦ Starke Müdigkeit am Morgen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																													
♦ Erschöpfungszustände	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																													
♦ Nervosität	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																													
2.7	Wie oft ergreifen Sie zum Schlafen folgende Massnahmen gegen Lärmstörungen? <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 80%;"></th> <th style="width: 5%;">nie</th> <th style="width: 5%;">selten</th> <th style="width: 5%;">manch- mal</th> <th style="width: 5%;">oft</th> <th style="width: 5%;">sehr oft</th> <th style="width: 5%;">ständig</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>♦ Tragen von Ohrstöpseln oder Watte</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>♦ Schliessen der Fenster</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>♦ Änderung der Schlafenszeiten</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>♦ Einnahme von Schlafmedikamenten</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>♦ Einnahme von Beruhigungsmitteln</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>		nie	selten	manch- mal	oft	sehr oft	ständig	♦ Tragen von Ohrstöpseln oder Watte	<input type="checkbox"/>	♦ Schliessen der Fenster	<input type="checkbox"/>	♦ Änderung der Schlafenszeiten	<input type="checkbox"/>	♦ Einnahme von Schlafmedikamenten	<input type="checkbox"/>	♦ Einnahme von Beruhigungsmitteln	<input type="checkbox"/>	21 22 23 24 25																																
	nie	selten	manch- mal	oft	sehr oft	ständig																																													
♦ Tragen von Ohrstöpseln oder Watte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																													
♦ Schliessen der Fenster	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																													
♦ Änderung der Schlafenszeiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																													
♦ Einnahme von Schlafmedikamenten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																													
♦ Einnahme von Beruhigungsmitteln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																													

**3. Fragen zur Gesundheit**

3.1	Wie gesund sind Sie? <input type="checkbox"/> nicht <input type="checkbox"/> wenig <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> ziemlich <input type="checkbox"/> sehr	26
3.2	Nehmen Sie Medikamente gegen zu hohen Blutdruck? <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja	27
3.3	Haben Sie Probleme mit Ihrem Gehör? <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja	28
3.4	Benutzen Sie ein Hörgerät? <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja	29
3.5	Haben Sie gesundheitliche Probleme, die Sie auf den Fluglärm zurückführen? <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja, nämlich: .....	30 31

**4. Fragen zum Wohnen**

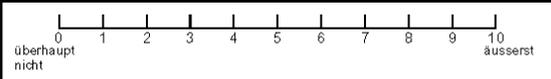
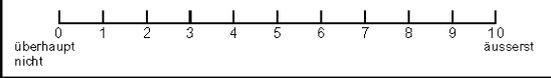
4.1	Wie heisst Ihre Wohngemeinde / Stadt?: .....	2
4.2	Wie lange wohnen Sie schon in dieser Gemeinde / Stadt? ..... Jahre	32
4.3	Sind Sie Mieter oder Eigentümer Ihrer Wohnung / Ihres Hauses? <input type="checkbox"/> Eigentümer/in <input type="checkbox"/> Untermieter/in <input type="checkbox"/> Mieter/in	33
4.4	In welcher Art Wohnung/Haus wohnen Sie? <input type="checkbox"/> Block/Mehrfamilienhaus <input type="checkbox"/> Reihenhäuser <input type="checkbox"/> Einfamilienhaus <input type="checkbox"/> sonstiges	34
4.5	Wie hoch ist die Wohnungsmiete oder der Hypothekenzins pro Monat (inkl. Nebenkosten)? ..... Fr.	35
4.6	Hat Ihre Wohnung / Ihr Haus Schallschutzfenster? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> weiss nicht	40
4.7	Ist zu erwarten, dass laut den neuen Fluglärmgrenzwerten bei Ihnen Schallschutzfenster eingebaut werden müssen? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> weiss nicht	41
4.8	Im folgenden finden Sie Eigenschaften, die für das Wohnen wichtig sind. Wie zufrieden sind Sie damit bei Ihnen zu Hause? nicht zufried. wenig zufried. mittel zufried. ziemlich zufried. sehr zufried.	
	♦ äusseres Erscheinungsbild der Wohngegend <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	43
	♦ Ruhe der Wohngegend <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	44
	♦ Lautstärke des nahen Strassenverkehrs <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	45
	♦ Reinheit der Luft bzgl. Gerüche und Abgase <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	46
	♦ Distanz zum Arbeitsplatz <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	47
	♦ Distanz zur Stadt <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	48
	♦ öffentliche Verkehrsmittel <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	49
	♦ Einkaufsmöglichkeiten <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	50
	♦ Schulumöglichkeiten für Kinder <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	51
	♦ Vergnügungs- / Unterhaltungsmöglichkeiten <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	52
	♦ Erholungs- / Entspannungsmöglichkeiten <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	53
	♦ Anzahl Grünzonen <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	54
	♦ Nachbarn <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	55
	♦ Qualität der Wohnung / des Hauses <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	56
	♦ Schalldämmung der (geschlossenen) Fenster <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	57
	♦ Schalldämmung der Wohnung / des Hauses <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	58

**5. Fragen zum Beruf**

5.1	Welche berufliche Stellung haben oder hatten Sie zuletzt? <input type="checkbox"/> Leitendes Kader / Direktion <input type="checkbox"/> Mittleres Kader <input type="checkbox"/> Angestellter <input type="checkbox"/> Selbständig / Freelancer <input type="checkbox"/> Hausfrau / Hausmann <input type="checkbox"/> Student / Schülerin <input type="checkbox"/> Lehrling / Hilfspersonal <input type="checkbox"/> anderes, nämlich: .....	59 60
-----	---	----------



7.3	Wie oft treten bei Ihnen <u>in der Wohnung</u> folgende Störungen als Folge von Fluglärm auf?	
	<p style="text-align: center;">nie      selten      manch-      oft      sehr mal</p> <p>♦ Stört bei Unterhaltungen, beim Telefonieren <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>♦ Stört beim Radio-/Musikhören oder Fernsehen <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>♦ Erschwert Lesen, Nachdenken, Konzentration <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>♦ Beeinträchtigt Entspannung, Feierabendruhe <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>♦ Stört häusliche Geselligkeit, Gäste <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>♦ Lässt das Haus erzittern <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>♦ Stört beim Einschlafen <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>♦ Weckt einen nachts auf <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>♦ Weckt einen morgens zu früh auf <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	95 96 97 98 99 100 101 102 103
7.4	Wie oft treten bei Ihnen <u>im Freien</u> folgende Störungen als Folge von Fluglärm auf?	
	<p style="text-align: center;">nie      selten      manch-      oft      sehr mal</p> <p>♦ Stört Unterhaltungen, Gespräche <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>♦ Beeinträchtigt Aufenthalt und Erholung <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>♦ Zwingt einen ins Haus zurück <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	104 105 106
7.5	Wie empfanden Sie den Fluglärm in den letzten 12 Monaten?	
	<p style="text-align: center;">zumutbar      unzumutbar</p> <p>♦ Insgesamt als <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>♦ Morgens von 6.00 bis 7.00 Uhr als <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>♦ Tagsüber von 7.00 bis 18.00 Uhr als <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>♦ Abends von 18.00 bis 22.00 Uhr als <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>♦ Nachts von 22.00 bis 0.30 Uhr als <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>♦ Früh morgens von 5.00 bis 6.00 Uhr als <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	107 108 109 110 111 112
7.6	Wie sehr fühlten Sie sich in den vergangenen 12 Monaten durch folgende Lärmarten belästigt?	
	<p style="text-align: center;">sehr      sehr      un- nicht schwach schwach deutlich stark stark uner- träglich</p> <p>♦ Strassenlärm <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>♦ Eisenbahnlärm <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>♦ Lärm, erzeugt am Arbeitsplatz <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>♦ Fluglärm insgesamt <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>♦ Fluglärm vor dem Haus <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>♦ Fluglärm tags (6-22 Uhr) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>♦ Fluglärm tags, innen, Fenster zu <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>♦ Fluglärm tags, innen, Fenster offen <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>♦ Fluglärm nachts (22-6 Uhr) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>♦ Fluglärm nachts, Fenster zu <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>♦ Fluglärm nachts, Fenster offen <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>♦ Fluglärm beim Einschlafen <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>♦ Fluglärm beim Durchschlafen <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>♦ Fluglärm beim Ausschlafen <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126
7.7	Was denken Sie, wie wird sich bei Ihnen die Belästigung durch Fluglärm in Zukunft entwickeln?	
	<p style="text-align: center;">viel      etwas      gleich      etwas      viel geringer      geringer      bleiben      schlimmer      schlimmer</p> <p>♦ Die Belästigung wird <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	134

7.8	Wie hat sich bei Ihnen die Belästigung durch die angegebenen Lärmarten in letzter Zeit entwickelt?									
		wurde viel geringer	wurde etwas geringer	ist gleich geblieben	wurde etwas schlimmer	wurde viel schlimmer				
	♦ Strassenlärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				127
	♦ Eisenbahnlärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				128
	♦ Fluglärm insgesamt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				129
	♦ militärischer Fluglärm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				130
	♦ Fluglärm tagsüber, 6-18 Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				131
	♦ Fluglärm abends, 18-22 Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				132
	♦ Fluglärm nachts, 22-6 Uhr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				133
7.9	Haben Sie sich schon einmal in irgendeiner Form an Aktivitäten gegen den Fluglärm beteiligt?	<input type="checkbox"/>	ja	<input type="checkbox"/>	nein					143
	Wenn ja, was haben Sie gemacht? (mehrere Antworten möglich)									
	<input type="checkbox"/> Beitritt zu einer Organisation gegen Fluglärm									144
	<input type="checkbox"/> aktive Mitarbeit in einer Organisation gegen Fluglärm									145
	<input type="checkbox"/> schriftliche / telefonische Beschwerde beim Flughafen									146
	<input type="checkbox"/> schriftliche / telefonische Beschwerde bei zuständigen Behörden / Politikern									147
	<input type="checkbox"/> bei einer Unterschriftensammlung unterschrieben									148
	<input type="checkbox"/> Teilnahme an einer Demonstration gegen Fluglärm									149
	<input type="checkbox"/> Teilnahme an einer öffentlicher Veranstaltung									150
	<input type="checkbox"/> andere, nämlich: .....									151
7.10	Wie sollten in Zukunft die Flugzeuge verteilt werden?	<input type="checkbox"/>	dass wenige Leute sehr stark belastet sind	<input type="checkbox"/>	dass viele Leute mittelstark belastet sind					135
7.11	Worauf sollte die Politik beim Flughafen in Zukunft stärker achten?	<input type="checkbox"/>	auf den Wirtschaftsstandort Zürich	<input type="checkbox"/>	auf Ruhe und Umweltschutz					136
7.12	Jetzt kommt eine Messlatte von 0 bis 10, auf der Sie angeben können, wie sehr Sie der Fluglärm insgesamt gestört oder belästigt hat. Wenn Sie sich äusserst gestört oder belästigt fühlten, umkreisen Sie die 10, wenn Sie sich überhaupt nicht gestört oder belästigt fühlten, umkreisen Sie bitte die Null, und wenn Sie irgendwo dazwischenliegen, umkreisen Sie bitte eine Zahl zwischen 0 und 10.  Wenn Sie nun an die letzten 12 Monate hier bei Ihnen denken, welche Zahl zwischen 0 und 10 gibt am besten an, wie stark Sie sich durch den Fluglärm insgesamt gestört oder belästigt fühlten?									140
7.13	Geben Sie auf der folgenden Messlatte an, für wie lärmempfindlich Sie sich generell halten (unabhängig von der Lärmart, wie Kindergeschrei, Verkehrslärm usw.).									141

**8. Hinweise und Anmerkungen**

8.1 Benützen Sie bitte die folgende Zeile und die Rückseite dieses Blattes für wichtige Hinweise und Anmerkungen zum Fluglärm oder zur Befragung.  
.....

Haben Sie Ihren persönlichen Code vom Brief auf den Fragebogen übertragen?  
Haben Sie alle Fragen beantwortet? ☺ Besten Dank für Ihre Mitarbeit! ☺

## A2 Ergänzungen zu den statistischen Auswertungen

### Bildung von Indices für Regressionsanalysen (Kap. 4.4)

Folgende Indices wurden gebildet:

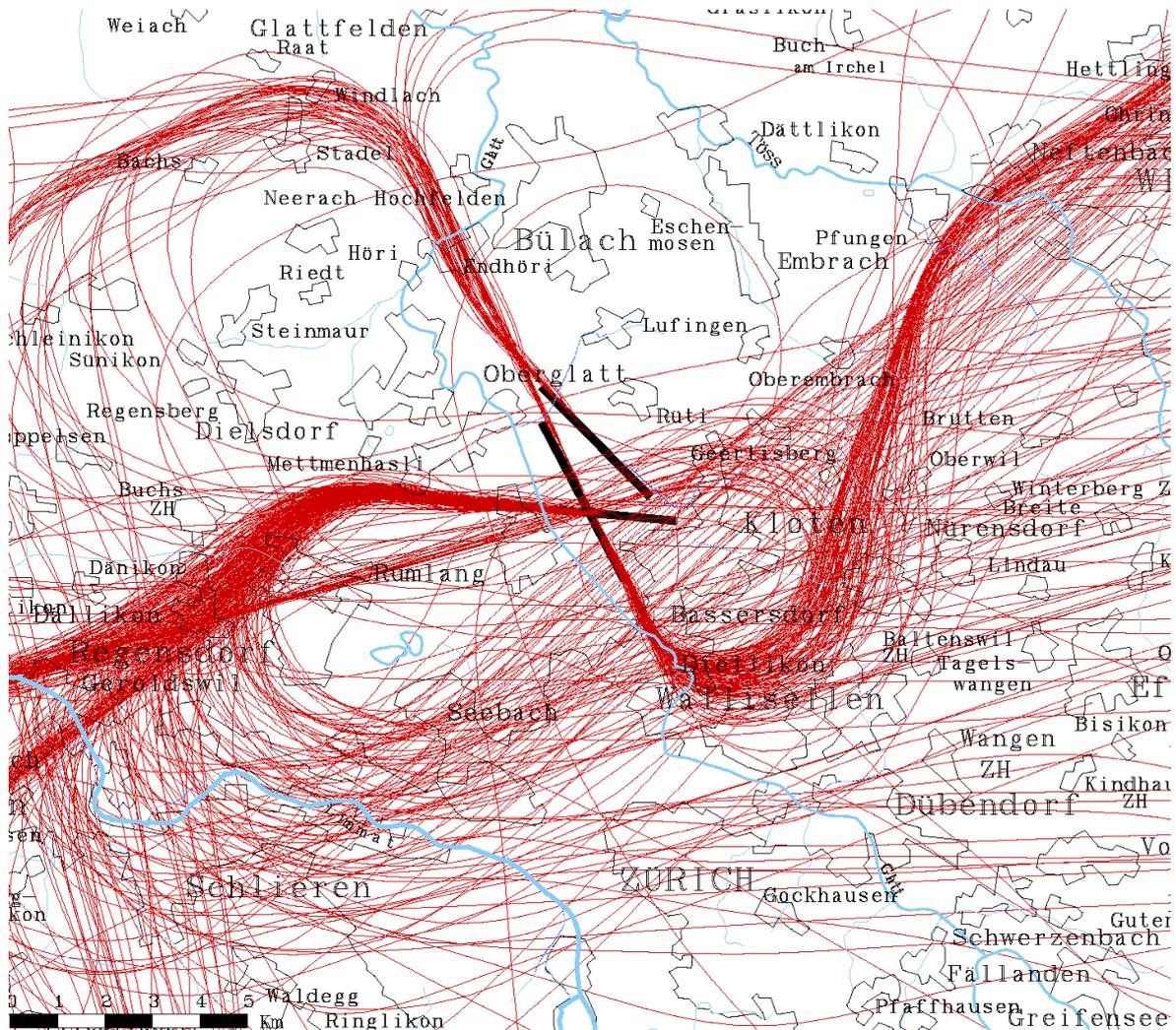
- *Zufriedenheit mit dem Wohnen, nicht-akustische Aspekte*: Folgende Items wurden zusammengefasst: äusseres Erscheinungsbild der Wohngegend, Reinheit der Luft, Distanz zur Stadt, öffentliche Verkehrsmittel, Einkaufsmöglichkeiten, Vergnügungs-/Unterhaltungsmöglichkeiten, Erholungs- / Entspannungsmöglichkeiten, Anzahl Grünzonen, Nachbarn, Qualität der Wohnung / des Hauses (Items Nr. 43, 46, 48, 50, 52, 54, 55, 56). Weggelassen wurden Items, die zu viele fehlende Werte aufwiesen (Distanz zum Arbeitsplatz, Schulmöglichkeiten für Kinder).
- *Zufriedenheit mit dem Wohnen, akustische Aspekte*: Ruhigkeit der Wohngegend, Lautstärke des nahen Strassenverkehrs, Schalldämmung der Fenster, Schalldämmung der Wohnung/des Hauses (Items Nr. 44, 45, 57, 58) wurden zu diesem Index zusammengefasst.
- *Bewertung des Flugverkehrs*: Zusammenfassung von Bewertung des Flugverkehrs als nützlich, interessant, notwendig, umweltfreundlich, für Anwohner ungesund, für Anwohner gefährlich, für Benützer bequem (Items Nr. 72-78).
- *Vertrauen in Organisationen*: Folgende Items bildeten diesen Index: Bewertung von Fluggesellschaften, Flughafenbetreiber in Kloten, Flugzeughersteller, Piloten, Schweizer Bundesbehörden, Behörden des Kantons Zürich, Gemeinde- bzw. Stadtbehörden, politische Parteien (Items Nr. 80-87).
- *Soziale Schicht*: Index aus Beruf und Schulbildung. In der Marktforschung ist es ein übliches Vorgehen, aus Einkommen, Beruf und Schulbildung die soziale Schicht zu berechnen. Da in der vorliegenden Studie das Einkommen nicht erhoben wurde, wurde für die Berechnung der sozialen Schicht nur der zuletzt ausgeübte Beruf und die Schulbildung verwendet (Items Nr. 6, 59).
- *Massnahmen gegen den Lärm zum Schlafen*: Zusammengefasst wurden die Items Tragen von Ohrstöpseln oder Watte, Schliessen der Fenster, Änderung der Schlafenszeiten, Einnahme von Schlafmedikamenten, Einnahme von Beruhigungsmitteln (Items Nr. 21-25).
- *Allgemeine gesundheitliche Symptome*: Durchschlafstörungen, Einschlafschwierigkeiten, morgendliche Kopfschmerzen, starke Müdigkeit am Morgen, Erschöpfungszustände, Nervosität (Items Nr. 15-20).
- *Belästigung durch Zug- und Strassenlärm*: Die beiden Items Belästigung durch Zuglärm und Belästigung durch Strassenlärm wurden zusammengefasst (Items Nr. 113, 114).

Ausser für die „soziale Schicht“ erfolgte die Index-Bildung über die Berechnung des arithmetischen Mittels. Der Index „soziale Schicht“ wurde durch die Addition von Schulbildung und Beruf gebildet.

# A3 Flugspuren am Flughafen Zürich

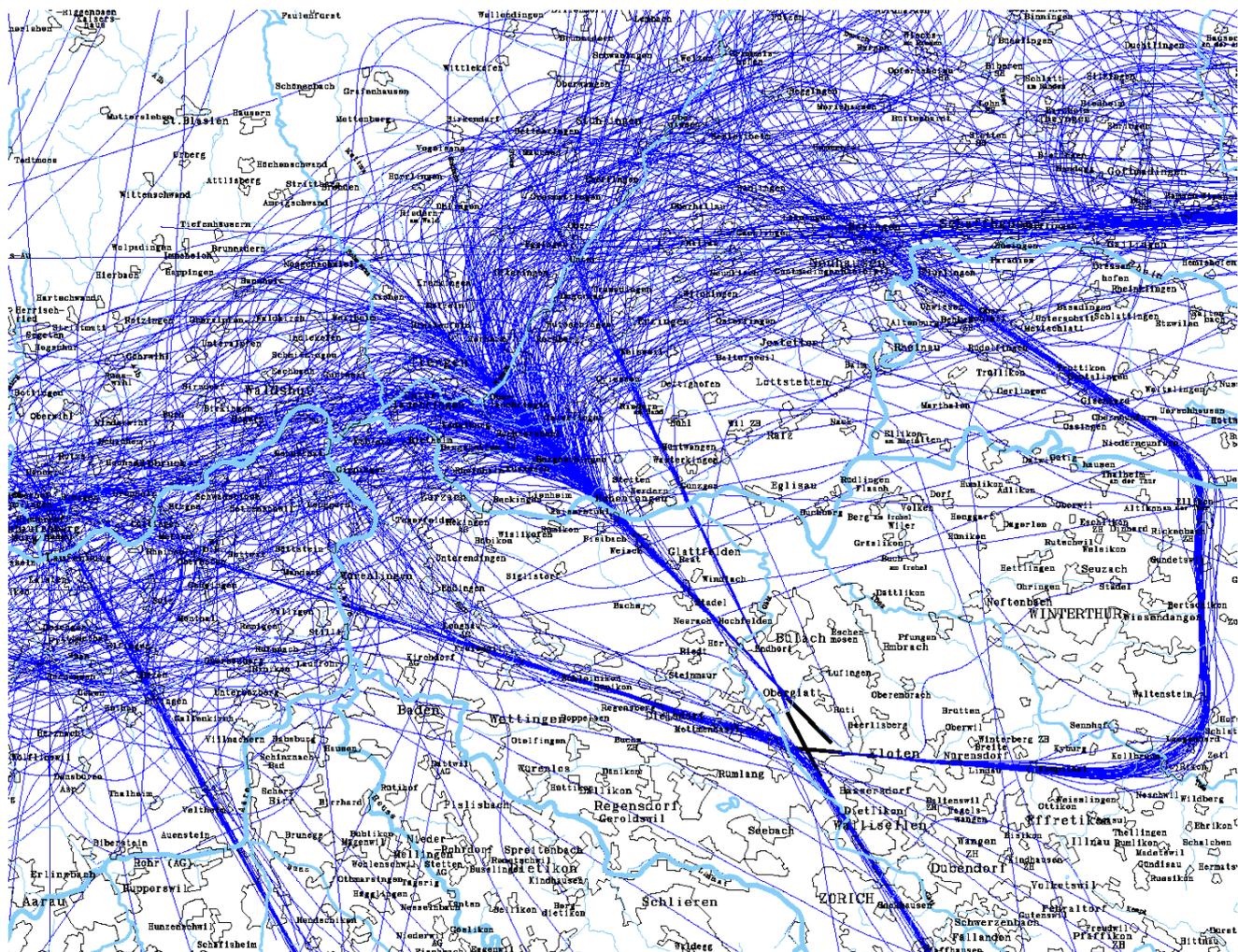
Flugspuren aller Starts am 15. August 2003.

Quelle: Flughafen Zürich AG.



# Flugspuren aller Landungen am 15. August 2003.

Quelle: Flughafen Zürich AG.



## A4 Literaturverzeichnis

- Arbeitsgemeinschaft für Sozio-psychologische Fluglärmuntersuchungen (1974) (Hrsg.): Sozio-psychologische Fluglärmuntersuchung im Gebiet der drei Schweizer Flughäfen Zürich, Genf, Basel. Bern: Eidgenössisches Luftamt.
- Breugelmans, O.R.P., van Wiechen, C.M.A.G., van Kamp, I., Heisterkamp, S.H., & Houthuijs, D.J.M. (2004). Gezondheit en beleving van de omgevingskwaliteit in de regio Schiphol: 2002. RIMV Rapport 630100001/2004.
- Brown, A.L. (1987). Responses to an increase in road traffic noise. *Journal of Sound and Vibration*, 117, 69–79.
- EMPA (Hrsg.) (2001). FLULA2. Ein Verfahren zur Berechnung und Darstellung der Fluglärmbelastung. Technische Programm-dokumentation, Version 2. EMPA Dübendorf, Abteilung Akustik und Lärmbekämpfung. EMPA-Nr. 840'143/513 1933.
- Felscher-Suhr, U., Guski, R., & Schümer, R. (2000). Internationale Standardisierungsbestrebungen zur Erhebung von Lärmbelastigung. *Zeitschrift für Lärmbekämpfung*, 47 (2), 68-70.
- Fidell, S., Silvati, L., & Haboly, E. (2002). Social survey of community response to a step change in aircraft noise exposure. *Journal of the Acoustical Society of America*, 111(1), 200-209.
- Fidell, S., Barber, D.S., & Schultz, T.J. (1991). Updating a dosage-effect relationship for the prevalence of annoyance due to general transportation noise. *Journal of the Acoustical Society of America*, 89 (1), 1221-233.
- Fidell, S., Horonjeff, R., Mills, J., Baldwin, E., Teffeteller, S., & Pearsons, K. (1985). Aircraft noise annoyance at three joint air carrier and general aviation airports. *Journal of the Acoustical Society of America*, 77 (3), 1054-1068.
- Fields, J. M. (1993). Effect of personal and situational variables on noise annoyance in residential areas. *Journal of the Acoustical Society of America*, 93 (5), 2753-2763.
- Fields, J.M., de Jong, R.G., Gjestland, T., Flindell, I.H., Job, R.F.S., Kurra, S., Lercher, P., Vallet, M., Yano, T., Guski, R., Felscher-Suhr, U., & Schümer, R. (2001). General-purpose noise reaction questions for community noise surveys: research and a recommendation. *Journal of Sound and Vibration*, 242, 641-679.
- Fields, J.M., Ehrlich, G.E., & Zador, P. (2000). Theory and design tools for studies of reactions to abrupt changes in noise exposure. NASA Contractor Report CR-2000-210280, NASA Langley Research Center, Hampton, VA, USA.
- Gjestland, T., Liasjo, K., Granoien, I., & Fields, J.M. (1990). Response to noise around Oslo Airport Fornebu. Bericht Nr. STF 40 A90189, Elab-runit Sintef Gruppen, Trondheim, Norwegen.
- Griffith, I.D. & Raw, G.J. (1989). Adaptation to changes in traffic noise exposure. *Journal of Sound and Vibration*, 132 (2), 331-336.
- Griffith, I.D. & Raw, G.J. (1986). Community and individual responses towards changes in traffic noise exposure. *Journal of Sound and Vibration*, 111(2), 209-217.
- Guski, R. (2003). How to predict future annoyance in planning? Proceedings of the International Congress on Biological Effects of Noise ICBEN, Rotterdam, The Netherlands, 29 June – 4 July 2003.
- Guski, R. (2002). Status, Tendenzen und Desiderate der Lärmwirkungsforschung zu Beginn des 21. Jahrhunderts. *Zeitschrift für Lärmbekämpfung*, 49, 219-232.
- Guski, R. (1987). *Lärm. Wirkungen unerwünschter Geräusche*. Bern: Hans Huber.

- Hofmann, R., Bütikofer, R., & Pietrzko, S. (1997). FLULA2: The Swiss aircraft noise simulation model. Proceedings of ICAO/CAEP/WG2, Juni 1997.
- Hofstätter, P. (1973). Einführung in die Sozialpsychologie. Stuttgart: Kröner.
- Job, R.F.S. (1988a). Community response to noise: A review of factors influencing the relationship between noise exposure and reaction. *Journal of the Acoustical Society of America*, 83(3), 991-1007.
- Job, R.F.S. (1988b). Over-reaction to changes in noise exposure: the possible effect of attitude. *Journal of Sound and Vibration*, 126 (3), 550-552.
- Kastka, J. (2001). Untersuchung der Fluglärmbelastungs- und Belästigungssituation im Nachtzeitraum in der Umgebung des Verkehrsflughafens München. Bericht im Auftrag der Regierung von Oberbayern, Luftamt Südbayern.
- Kastka, J., Buchta, E., Ritterstädt, U., Paulsen, R., Mau, U. (1995). The long term effect of noise protection barriers on the annoyance response of residents. *Journal of Sound and Vibration*, 184, 823-852.
- Lambert, R. F. (1978). Experimental evaluation of a freeway noise barrier. *Noise Control Engineering*, 86–94.
- 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), 3336-3343.
- Miedema, H.M.E., & Vos, H. (1998). Exposure-response relationships for transportation noise. *Journal of the Acoustical Society of America*, 104 (6), 3432-3445.
- Nilsson, M.E. & Berglund, B. (2006). Noise annoyance and activity disturbance before and after the erection of a roadside noise barrier. *Journal of the Acoustical Society of America*, 119, 2178–2188.
- Öhrström, E. (2004). Longitudinal surveys on effects of changes in road traffic noise-annoyance, activity disturbance, and psycho-social well-being. *Journal of the Acoustical Society of America*, 115, 719–729.
- Oliva, C. (1995). Lärmstudie 90. Belastung und Betroffenheit der Wohnbevölkerung durch Flug- und Strassenlärm in der Umgebung der internationalen Flughäfen der Schweiz. Schlussbericht des Schweizerischen Nationalfonds (NFP 26), Bern.
- Raw, G. J. & Griffith, I. D. (1985). The effect of changes in aircraft noise exposure. *Journal of Sound and Vibration*, 101(2), 273-275.
- Schick, A. (1997). Das Konzept der Belästigung in der Lärmforschung. Lengerich: Pabst.
- Schreckenberger, D., Felscher-Suhr, U., & Lass, J. (1999). Sozialwissenschaftliche Erhebung zur Lärmbelastigung der Bevölkerung in Baden-Württemberg. Endbericht Nr. 1010/53478/33-90003913. Bochum: Zeus GmbH.
- Schümer R. & Schreckenberger D. (2000). Änderung der Lärmbelastigung bei Massnahme bedingter, stufenweise veränderter Geräuschbelastung. *Zeitschrift für Lärmbekämpfung*, 47 (4), 134-143.
- Schultz, T. J. (1978). Synthesis of social survey on noise annoyance. *Journal of the Acoustical Society of America*, 64, 377-405.
- TNO-RIVM (1998). Hinder, slaapverstoring, gezondheids- en belevingsaspecten in de regio Schiphol. RIVM en TNO: Bilthoven en Leiden.
- Wirth, K. (2004). Lärmstudie 2000. Die Belästigungssituation im Umfeld des Flughafens Zürich. Dissertation. Aachen: Shaker-Verlag.
- Wirth, K., Brink, M. & Schierz, C. (2002). Lärmstudie 2000 – Projektdesign und erste Resultate.

Anhang

Fortschritte in der Akustik, DAGA '02, 346-347.

## **Danksagung**

Diese Studie wurde im wesentlichen durch das Bundesamt für Umweltschutz, die Unique Flughafen Zürich AG und das Bundesamt für Gesundheit finanziert. Der Besuch von zwei Konferenzen wurde durch die Stiftung Mercator und die Cogito Foundation ermöglicht. Ein grosses Dankeschön geht an die EMPA Dübendorf, Abteilung für Akustik, für die Berechnung der Belastungsdaten und den fachlichen Rat. Ebenfalls bedanken möchten wir uns für die gute Zusammenarbeit und Unterstützung bei folgenden Personen (alphabetische Reihenfolge): Martin Bissegger, Kurt Eggenschwiler, Kurt Heutschi, Joachim Kastka, Walter Krebs, Helmut Krueger, Tommaso Meloni und Georg Thomann. Ein herzliches Dankeschön geht zudem an alle Personen, die für uns den Fragebogen ausgefüllt haben.