

Lärmstudie 2000: Fluglärmbelästigung um den Flughafen Zürich-Kloten

Katja Wirth, Mark Brink, Christoph Schierz

Zusammenfassung Im Rahmen der Lärmstudie 2000 wurde im August 2001 im Gebiet des Flughafens Zürich-Kloten eine Befragung zur Belästigungssituation durchgeführt. 1 826 Personen aus 57 Gemeinden in einem Umkreis von 20 km um den Flughafen nahmen an der schriftlichen Befragung teil. Die Auswertungen zeigen, dass der Zusammenhang zwischen Fluglärm und Belästigung kleiner als erwartet ist. Bemerkenswert ist der hohe Anteil der stark belästigten Personen in Gebieten mit wenig und keinem Fluglärm. Das allgemeine Belästigungsurteil wurde aufgrund der Situation in der Wohnung, Fenster geöffnet, oder draußen vor dem Haus gemacht. Regressionsanalysen zeigen, dass das Belästigungsurteil von einzelnen Moderatorvariablen viel stärker abhing als vom physikalischen Lärmmaß. Es gibt Hinweise, dass sich die Belästigungsreaktion seit der ersten wichtigen Schweizer Lärmstudie 1971 verändert hat.

Schlüsselwörter Fluglärm – Lärmwirkung – Belästigung – Moderatoren

Swiss Noise Study 2000: Noise annoyance around the airport Zurich

Summary Within the Swiss Noise Study 2000, an aircraft noise annoyance survey has been carried out. In August 2001, 1826 persons in the surroundings of the airport Zurich filled out a noise annoyance questionnaire. The results show that the relationship between aircraft noise and annoyance is smaller than hypothesized. In areas with low or no civil aircraft noise levels, the subjects' annoyance was remarkably high. The general noise annoyance judgement was based on the noise situation experienced in the apartment with open windows or outside the house. Several moderator variables influenced noise annoyance and explain much more of its variance than the noise level. The results are compared with those of the Swiss noise annoyance study of 1971. There are indications that the residents' reaction to aircraft noise changed since then.

Key words Aircraft noise – noise effect – annoyance – moderator variables

1 Einleitung

In der Schweiz wurden zum Thema Fluglärmbelästigung bisher zwei bedeutende Untersuchungen durchgeführt, die sozio-psychologische Fluglärmuntersuchung im Gebiet der drei Landesflughäfen Zürich, Genf und Basel [1] und die Lärmstudie 90 [2] im Umkreis der Flughäfen von Zürich und Genf. Diese beiden sozialwissenschaftlichen Studien skizzierten die Belästigung durch Fluglärm [1] bzw. durch Flug- und Straßenlärm [2] in der Schweiz. Zwischen 1980 und 2000 hat sich jedoch die Anzahl der Flugbewegungen am Flughafen Zürich mehr als verdoppelt [3]. Hinzu kommt, dass in den letzten Jahren das Thema Fluglärm in der Region Zürich zu einem Politikum avanciert ist. Verschiedene

Gegebenheiten haben die Gemüter erhitzt. Die wichtigsten sind:

- die kantonale Abstimmung um die Bewilligung eines Kredits für die fünfte Baustappe des Flughafens Zürich im Juni 1995, die von den Zürchern angenommen wurde, unter der Prognose, dass im Jahr 2000 maximal 220 000 Flugbewegungen pro Jahr stattfinden würden (tatsächlich waren es dann 325 700 Bewegungen);
- der Entscheid der Swissair im April 1996, fast alle Interkontinentalflüge von Genf-Cointrin zu streichen und in Zürich-Kloten zu konzentrieren;
- eine zweimonatige Pistensperrung im Sommer 2000 infolge des Flughafenausbaus mit einem dadurch veränderten Flugregime. Dies hatte zur Folge, dass während dieser Zeit gewisse Gebiete mehr und andere weniger Fluglärm hatten und vor allem, dass normalerweise ruhige Gebiete plötzlich überflogen wurden;
- Deutschlands Kündigung des Luftverkehrsabkommens mit der Schweiz im Mai 2000 mit den inzwischen gescheiterten Verhandlungen über einen neuen Staatsvertrag zwischen Deutschland und der Schweiz.

Die betroffene Bevölkerung ist stark verunsichert über das zukünftige Flugregime und setzt sich zur Wehr; zahlreiche neue Fluglärmvereinigungen sind in den letzten Jahren entstanden, Demonstrationen finden statt und Klagen werden eingereicht. Unter diesen Umständen kann nicht davon ausgegangen werden, dass die Bevölkerung auf den Fluglärm gleich reagiert wie vor zehn bzw. vor 30 Jahren. In der Lärmwirkungsforschung gibt es Hinweise, dass die Lärmbelästigung bei vergleichbarem Pegel in den letzten Jahrzehnten zugenommen hat [4]. Es ist anzunehmen, dass die politischen und betrieblichen Veränderungen, die auch an anderen Flughäfen beobachtbar sind, dabei eine wichtige Rolle spielen.

Um die Reaktion der Bevölkerung auf den Fluglärm zu Beginn des neuen Jahrtausends zu erheben, wird am Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie der ETH Zürich die „Lärmstudie 2000“ durchgeführt. Ziel ist es, die Auswirkungen des Fluglärms im Umkreis des Flughafens Zürich-Kloten auf mehreren Ebenen zu untersuchen. Teil 1, über den in diesem Beitrag berichtet wird, beinhaltet eine Befragungsstudie zur Lärmbelästigung. Diese schriftliche Befragung wurde im August 2001 im Umkreis des Flughafens durchgeführt und im August 2003 wiederholt, um die Entwicklung der Belästigung aufgrund der politischen, wirtschaftlichen und betrieblichen Veränderungen zu überprüfen. Der physiologische Teil 2 der Lärmstudie untersucht die Schlafqualität unter Fluglärmeeinfluss im Feld (siehe dazu [5]); die Experimente finden zurzeit statt.

2 Durchführung der Untersuchung

Innerhalb eines Radius von 20 km um den Flughafen wurden aus den Einwohnern von 57 Gemeinden Zufallsstichproben

Katja Wirth, Mark Brink, Christoph Schierz,
Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie, ETH Zürich.
Eingang des überarbeiteten Manuskripts: 24. November 2003.

Tabelle 1. Korrelationskoeffizienten (Spearman's Rangkorrelation) zwischen verschiedenen Fluglärmmassen und Belästigungsindikatoren für den Tag. $p < 0,005$ für alle Korrelationskoeffizienten. Teilstichprobe mit Zivillugflärm, $N =$ zwischen 1 223 und 1 265.

Lärmmaß	Belästigung				
	generell	generell	tags, innen, Fenster offen	tags, innen, Fenster zu	tags, vor Haus
Tag zivil	Skala 0-10	Skala 1-7	Skala 1-7	Skala 1-7	Skala 1-7
L_{eq} 6-22 Uhr	0,26	0,31	0,38	0,29	0,35
NNI	0,27	0,32	0,38	0,31	0,36
NAT 68	0,27	0,32	0,39	0,30	0,36
L_{den}	0,31	0,35	0,38	0,31	0,38

gezogen (Kriterium: mindestens 18 Jahre alt und mindestens seit einem Jahr in der Gemeinde wohnhaft). 3 486 Personen erhielten per Post einen fünfseitigen Fragebogen mit Fragen zu demografischen Merkmalen, Lärmbelästigung (darunter die vom Team 6 der International Commission on Biological Effects of Noise (ICBEN) vorgeschlagene Belästigungsskala von 0 bis 10 [6; 7]) und möglichen Moderatoren. Das Untersuchungsgebiet beinhaltet Regionen mit Zivillugflärm (Anzahl der zurückgesandten Fragebogen: 1 298), mit Militärfluglärm vom nahen Militärflugplatz Dübendorf (Anzahl der zurückgesandten Fragebogen: 133), mit Militär- und Zivillugflärm (Anzahl der zurückgesandten Fragebogen: 122) und Gebiete ohne Fluglärm (L_{eq6-22} Uhr < 45 dB(A) und $L_{eq22-23}$ Uhr < 40 dB(A)) (Anzahl der zurückgesandten Fragebogen: 273). Es ist zu beachten, dass die Diskussionen um den Fluglärm alle befragten Gebiete betreffen, wenn auch in unterschiedlichem Ausmaß. Gerade die Bewohner der Gebiete ohne und mit geringem Fluglärm hegten z. T. Angst, dass sie zukünftig auch (starken) Fluglärm bekommen würden. Etwas anders präsentiert sich die Lage der Anwohner des Militärflugplatzes Dübendorf; dieser wird sicher nicht ausgebaut, sondern längerfristig gesehen wahrscheinlich geschlossen. Der Militärflugplatz ist also im Gegensatz zum Zivillugflärm viel weniger mit negativen Befürchtungen und Zukunftsaussichten behaftet.

Die Eidgenössische Materialprüfungsanstalt (EMPA) berechnete für jede Person für ihr Wohngebiet verschiedene, über das Jahr 2000 gemittelte Fluglärmwerte, darunter L_{eqTag} 6-22 Uhr, $1h-L_{eq}$ für jede der 24 Stunden am Tag, NNI, NAT 68, L_{den} , und den $12h-L_{eq}$ für den Militärflugbetrieb.

Die im Jahr 2001 gesetzlich festgelegte und bis heute gültige Nachtflugsperrzeit dauert für den Zivillugverkehr von 24.00 bis 5.00 Uhr (wobei verspätete Starts und Landungen bis 0.30 Uhr zugelassen sind). Ab 5.30 Uhr sind am Flughafen Zürich Landungen und ab 6.00 Uhr Starts zugelassen. Die Charakteristika der Flugbewegungen (Starts, Landungen, Kurz- oder Langstreckenflüge) unterschieden sich beträchtlich in den befragten Gebieten.

Im Unterschied zum Zivillugverkehr herrscht Militärflugverkehr normalerweise nur an Werktagen von 8.00 bis 12.00 Uhr und von 15.30 bis 17.00 Uhr, also selten abends und in der Nacht oder am Wochenende. Der $12h-L_{eq}$ für den Militär-

Tabelle 3. Korrelationskoeffizienten (Spearman's Rangkorrelation) zwischen dem L_{eq} für Militärfluglärm und verschiedenen Belästigungsindikatoren. $p < 0,005$ für alle Korrelationskoeffizienten. Teilstichprobe mit Militärfluglärm, $N =$ zwischen 122 und 129.

Lärmmaß	Belästigung				
	generell	generell	tags, innen, Fenster offen	tags, innen, Fenster zu	tags, vor Haus
Tag Militär	Skala 0-10	Skala 1-7	Skala 1-7	Skala 1-7	Skala 1-7
$12h-L_{eq}$	0,18	0,33	0,36	0,4	0,28

Tabelle 2. Korrelationskoeffizienten (Spearman's Rangkorrelation) zwischen verschiedenen Fluglärmmassen und Belästigungsindikatoren für die Nacht. $p < 0,005$ für alle Korrelationskoeffizienten. Teilstichprobe mit Zivillugflärm, $N =$ zwischen 1 227 und 1 247.

Lärmmaß	Belästigung		
	nachts generell	nachts, Fenster offen,	nachts, Fenster zu
Nacht zivil	Skala 1-7	Skala 1-7	Skala 1-7
L_{eq} 22-6 Uhr	0,30	0,24	0,20
L_{eq} 22-23 Uhr	0,30	0,25	0,20
L_{eq} 23-24 Uhr	0,28	0,23	0,19
L_{eq} 5-6 Uhr	0,26	0,25	0,21

flugbetrieb wird unabhängig von der Tageszeit über zwölf Stunden gemittelt.

3 Ergebnisse

3.1 Demographie

Von den 3 486 angeschriebenen Personen sandten 1 826 den Fragebogen ausgefüllt zurück (Rücklaufquote: 52,4 %). Die Stichprobe setzt sich aus 49,6 % Frauen und 50,4 % Männern zusammen. Im Vergleich zur Altersverteilung des Kantons Zürich im Jahr 2001 (basierend auf [8]) beinhaltet die Stichprobe etwas weniger junge Personen (20 bis 39 Jahre alt) und ältere Personen (70 bis 100 Jahre alt), dafür mehr 40- bis 69-jährige Personen. Die Abweichungen sind aber statistisch nicht signifikant.

Mit der Frage „Worauf sollte die Politik beim Flughafen in Zukunft stärker achten?“, mit den Antwortmöglichkeiten „auf den Wirtschaftsstandort Zürich“ oder „auf Ruhe und Umweltschutz“, wurde die Verteilung der eher flughafenfreundlichen und der eher flughafenfeindlichen Personen in der Stichprobe überprüft. 32,9 % waren für den Wirtschaftsstandort und 67,1 % für Ruhe und Umweltschutz.

3.2 Zusammenhang zwischen Belastung und Belästigung

Die Belästigung wurde über verschiedene Skalen erhoben. Eine vom Team 6 der ICBEN empfohlene Skala von 0 bis 10 [6;7] erfasste die generelle Belästigung in den letzten zwölf Monaten. Die Skalen von 1 bis 7, welche die Belästigung benennen (nicht, sehr schwach, schwach, deutlich, stark, sehr stark, unerträglich belästigt), erfassten einerseits die allgemeine Belästigung in den letzten zwölf Monaten und andererseits die Belästigung in verschiedenen Situationen (tags, tags wenn Fenster offen oder zu, tags vor dem Haus, nachts allgemein, nachts wenn Fenster offen oder zu).

Die Korrelationskoeffizienten zwischen physikalischen Lärmmaßen und Belästigungsskalen sind für Militär- und Zivillugflärm mit maximal 0,4 vergleichsweise gering. Die Tabellen 1 und 2 zeigen die Rangkorrelationen (Spearman's ρ) für verschiedene Lärmmaße und Belästigungsindikatoren für den Tag und für die Nacht für alle Personen mit Zivillugflärm. Dabei wird ersichtlich, dass die Korrelationskoeffizienten für die Skala von 1 bis 7 durchwegs etwas höher sind als für die Skala von 0 bis 10. Bei den Lärmmaßen für Zivillugflärm sind die Korrelationen bei L_{den} leicht höher, tatsächlich gibt aber kaum ein Lärmmaß den Zusammenhang mit der Belästigung besser wieder als ein anderes. Die Lärmmasse korrelieren mit mindestens 0,87 sehr hoch untereinander.

Für die nächtlichen Belästigungsmasse sind die Korrelationskoeffizienten mit maximal 0,3 kleiner als für die tagesbezogenen. Am besten korreliert das allgemeine Belästi-

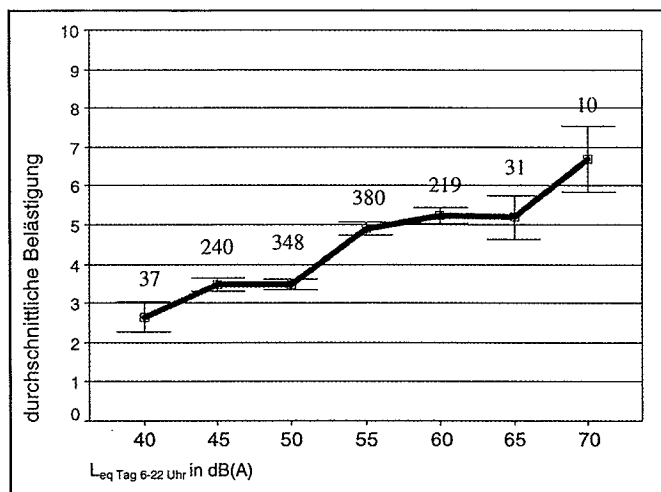


Bild 1. Zusammenhang zwischen der Belastung von Personen mit Zivilfluglärm und durchschnittlicher Belästigung pro 5-dB-Intervall. Senkrechter Balken: Standardfehler; darüber die Anzahl Personen pro 5-dB-Intervall. N = 1 265.

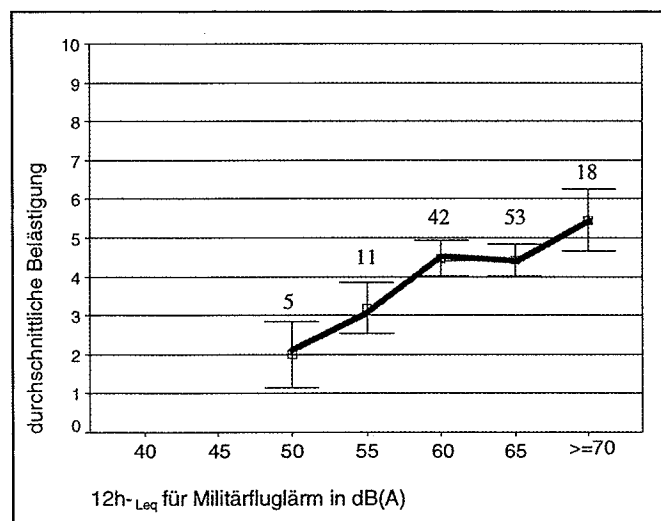


Bild 2. Zusammenhang zwischen der Belastung von Personen mit Militärfluglärm und der durchschnittlichen Belästigung pro 5-dB-Intervall. Senkrechter Balken: Standardfehler; darüber die Anzahl Personen pro 5-dB-Intervall. N = 129.

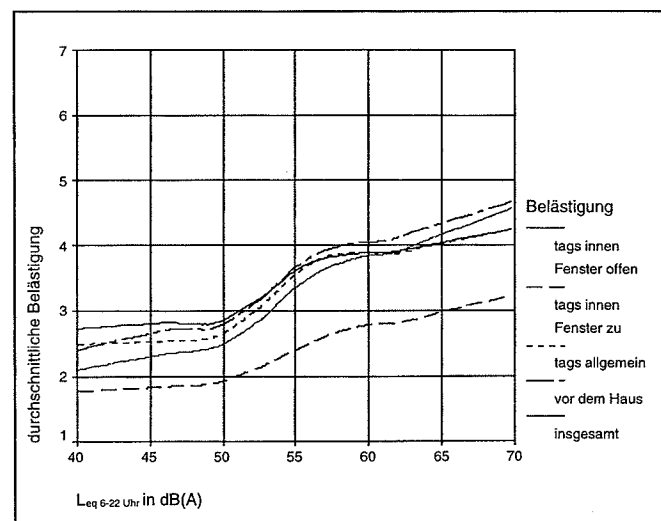


Bild 3. Zusammenhang zwischen der Belastung von Personen mit Zivilfluglärm und der durchschnittlichen Belästigung (Skala von 1 bis 7) für verschiedene Situationen. Einpassung der Kurven mittels Lowess-Methode¹⁾. N = 1 223.

gungsurteil nachts mit den Lärmmaßen. Bei den Lärmmaßen ist die Korrelation mit dem L_{eq} für die gesamte Nacht und für die erste Nachtstunde (22 bis 23 Uhr) (die untereinander sehr stark korrelieren) am größten.

Bei Militärfluglärm ist die Korrelation bei geschlossenem Fenster mit 0,4 am größten (Tabelle 5).

Die eher schwachen Korrelationen zwischen Lärmpegel und Belästigungsurteil weisen darauf hin, dass andere, nicht akustische Faktoren das Belästigungsurteil stark beeinflussen und dass möglicherweise die akustischen Maße die für die Belästigung wesentlichen akustischen Faktoren nicht vollständig wiedergeben. Nachts scheint dies noch mehr der Fall zu sein als tagsüber, bei Militärfluglärm etwas weniger als bei Zivilfluglärm.

Bild 1 stellt den Zusammenhang zwischen $L_{eq,6-22\text{Uhr}}$ und der durchschnittlichen Belästigung (Skala von 0 bis 10) grafisch dar. Die Belästigung ist eine steigende Funktion der Fluglärmbeschallung. Zwei Aspekte fallen auf: Erstens ist die durchschnittliche Belästigung in Gebieten, in denen der Fluglärm tagsüber nicht lauter als der Umgebungslärm ist (also in einem Bereich von 40 bis 50 dB(A)), mit 2,5 bis 3,5 bemerkenswert hoch. Zweitens verläuft die Dosis-Wirkungskurve relativ flach; die Steigung zwischen Lärm und Belästigung ist zwischen 50 und 58 dB(A) am größten und in Gebieten mit weniger und mit mehr Fluglärm verschwindend klein (der nochmalige Anstieg der Kurve bei 70 dB(A) kann nicht generalisiert werden, da in diesem Pegelbereich nur zehn Personen geantwortet haben).

Zum Vergleich ist in Bild 2 die Dosis-Wirkungskurve für das Gebiet dargestellt, das ausschließlich Militärfluglärm ausgesetzt ist. Die durchschnittliche Belästigung ist bei vergleichbarem Pegel tiefer als bei Zivilfluglärm. Die beiden Dosis-Wirkungskurven können allerdings nur schlecht miteinander verglichen werden, da sich der Militärfluglärm durch andere akustische Charakteristika auszeichnet, wie erwähnt zeitlich anders gestaltet ist als beim Zivilflugbetrieb, und die Mittelungsintervalle der beiden Lärmmaße unterschiedlich sind.

Bild 3 zeigt die Dosis-Wirkungskurve für verschiedene Belästigungssituationen, die mit der Skala von 1 bis 7 erfasst wurden (Belästigung generell/tags/tags wenn Fenster offen/tags wenn Fenster zu/tags vor dem Haus). Der Zusammenhang sieht für alle Situationen mit einer Ausnahme sehr ähnlich aus: Bei geschlossenen Fenstern sind die befragten Personen bei gleichem Fluglärmäußenpegel weniger stark belästigt als bei den restlichen erfragten Situationen. Das allgemeine Belästigungsurteil deckt sich mit demjenigen tagsüber, bei geöffnetem Fenster oder vor dem Haus. Anders gesagt: Wenn die Personen zur generellen Fluglärmbelästigung bei sich zuhause befragt werden, nehmen sie offenbar die Situation bei geöffnetem Fenster oder vor dem Haus als Beurteilungsgrundlage. Offenbar bewerten sie auch das Grundstück als ganzes und nicht nur den Innenbereich ihres Hauses oder ihrer Wohnung. Weder Mieter und Hausbesitzer, noch Bewohner von Blockwohnungen, Reihenhäusern und Einfamilienhäusern unterscheiden sich diesbezüglich. Abgesehen davon, dass das Belästigungsniveau bei Besitzern generell höher war als bei Mietern, gab es zwischen

¹⁾ Iteratives Schätzverfahren. Die Lowess-Methode liefert eine lokale Anpassungskurve, d. h. eine glatte Kurve, die möglichst nahe an allen Punkten der Wolke vorbeigehen soll, deren Verlauf über einem x-Wert aber nur durch Punkte mit x-Werten in der „Nähe“ des gegebenen x-Wertes bestimmt wird und somit einen Durchschnittswert von benachbarten Punkten darstellt.

diesen verschiedenen Personengruppen keine Unterschiede in der Beurteilung der Belästigung in den verschiedenen Situationen innen Fenster offen/zu, draußen und allgemein.

Es gilt natürlich zu bedenken, dass die Befragung im Sommer durchgeführt wurde; zu dieser Jahreszeit halten sich die Bewohner sicherlich öfter draußen auf bzw. haben die Fenster häufiger geöffnet. Es gibt allerdings Hinweise, dass die betroffenen Personen auch im Winter die Fenster gerne geöffnet haben; so gab in der vorliegenden Studie die Mehrheit der Befragten, nämlich 73,1 % an, das Fenster auch im Winter nachts gekippt oder geöffnet zu haben (92,4 % im Sommer).

3.3 Moderatoren

Der Einfluss möglicher Moderatorvariablen auf die generelle Lärmbelästigung wurde mit Regressionsanalysen geprüft. Als abhängige Variable wurde die allgemeine Belästigung auf der Skala von 0 bis 10 eingegeben. Als Prädiktoren gingen neben dem L_{eq0-24} Uhr ein:

- Persönlichkeitsvariablen (Alter, Geschlecht, soziale Schicht (Index gebildet aus Ausbildung und Beruf)),
- Zufriedenheit mit dem Wohnort, nicht akustische Aspekte (Index gebildet aus neun Items, z. B. Distanz zur Stadt, Einkaufsmöglichkeiten),
- Zufriedenheit mit dem Wohnort, akustische Aspekte (Index gebildet aus drei Items, z. B. Ruhe der Wohngegend),
- Vertrauen in Organisationen (Index gebildet aus acht Items, z. B. Vertrauen in Flugesellschaften, in Politiker),
- Bewertung des Flugverkehrs (Index gebildet aus sechs Items, z. B. interessant, gefährlich),
- allgemeine gesundheitliche Symptome (Index gebildet aus sechs Items, z. B. Kopfschmerzen, Durchschlafstörungen),
- Ergreifen von Maßnahmen gegen den Lärm zum Schlafen (Index gebildet aus fünf Items, z. B. Schließen der Fenster, Einnehmen von Medikamenten),
- Einschätzung der Fluglärmbelästigung in Zukunft,
- Lärmempfindlichkeit (auf einer Skala von 0 bis 10 erfasst),
- selbstberichteter Gesundheitszustand,
- selbstberichtete Schlafqualität,
- Gesundheitsprobleme, zurückzuführen auf Fluglärm,
- Besitzverhältnis (Eigentümer oder Mieter),
- Art des Hauses (Einfamilienhaus/Reihenhaus/Blockwohnung),
- Probleme mit dem Gehör,
- Einnehmen von Medikamenten gegen zu hohen Blutdruck,
- Fensterstellung im Sommer,
- Fensterstellung im Winter,
- Anzahl Stunden Arbeit, die außer Haus verbracht werden,
- Belästigung durch Bahn- und Straßenlärm (Index aus zwei Items),
- worauf Politiker achten sollen (Ruhe/Umweltschutz oder Wirtschaftsstandort Zürich).

Tabelle 4 zeigt ein mögliches Modell mit den signifikanten Moderatoren. Keinen signifikanten Einfluss in der vorliegenden Stichprobe zeigten laut diesem Modell:

- Persönlichkeitsvariablen,
- Art des Hauses (Einfamilienhaus/Reihenhaus/Block),

Tabelle 4. Prädiktoren für Fluglärmbelästigung aufgrund einer linearen Regression. Personen mit Zivilfluglärm, N = 959.

Variable	Standardisierter Koeffizient β	Signifikanz niveau	Lärmbelästigung nimmt zu...
Vermutung über zukünftige Entwicklung der Lärmbelästigung	0,27	< 0,0001	wenn zukünftige Zunahme der Lärmbelästigung vermutet wird
L_{eq} Tag 6-22 Uhr	0,24	< 0,0001	bei zunehmendem L_{eq}
Bewertung Flugverkehr (gefährlich, interessant...); Index	-0,16	< 0,0001	je negativer Bewertung ist
Zufriedenheit mit akustischen Aspekten des Wohnens (Strassenverkehr, Schalldämmung Haus...); Index	-0,14	< 0,0001	je kleiner Zufriedenheit ist
Umweltpolitische Einstellung (Politiker sollen beim Flughafen auf Umweltschutz/ auf den Wirtschaftsstandort Zürich achten)	0,12	< 0,0001	bei Einstellung zu Umweltschutz
Maßnahmen gegen Lärm (Fenster schliessen, Ohrenpfropfen...); Index	0,11	< 0,0001	je häufiger Maßnahmen ergriffen werden
Eigentümer/Mieter	-0,11	< 0,0001	bei Eigentümern
Gesundheitsprobleme wegen Fluglärm	0,10	< 0,0001	wenn Gesundheitsprobleme vermutet werden
Vertrauen in Organisationen (Flughafen, Politiker...); Index	-0,10	< 0,0001	je kleiner Vertrauen ist
Lärmempfindlichkeit	0,07	0,002	je größer die Lärmempfindlichkeit ist

- Zufriedenheit mit dem Wohnort, nicht akustische Aspekte,
- selbstberichteter Gesundheitszustand,
- selbstberichtete Schlafqualität,
- allgemeine gesundheitliche Symptome,
- Belästigung durch Bahn- und Straßenlärm,
- Anzahl Stunden Arbeit, die außer Haus verbracht werden,
- Einnehmen von Medikamenten gegen zu hohen Blutdruck,
- Fensterstellung im Sommer,
- Fensterstellung im Winter,
- Probleme mit dem Gehör.

Die mit diesem Modell erklärte Varianz beträgt 54 %. Die signifikanten Moderatoren alleine (ohne L_{eq}) erklären 48 % der Varianz der Belästigung, der L_{eq} alleine 8 %.

Die Variablen „eigene Abflughäufigkeit von Zürich Kloten“, „Arbeitgeber hat mit Flugverkehr zu tun“, „Wohndauer“, „monatliche Miete/Hypothekarzins“, „eingebaute Schallschutzfenster“ und die „Erwartung, dass Schallschutzfenster eingebaut werden müssten“, hatten zu viele fehlende Werte und konnten deshalb nicht in diese Regressionsanalysen eingehen. Mit einer Partialkorrelation wurde der Zusammenhang zwischen diesen Variablen und der Belästigung unter Herausparsialisieren des L_{eq} überprüft. Danach zeigten keinen moderierenden Einfluss: die eigene Abflughäufigkeit von Zürich-Kloten ($r = -0,09, p = 0,01$), die Tatsache, ob der Arbeitgeber mit dem Flugverkehr zu tun hatte ($r = -0,04, p = 0,15$), die Wohndauer ($r = 0,00, p = 0,88$), die Miete bzw. der Hypothekarzins ($r = 0,09, p = 0,004$), und eingebaute Schallschutzfenster ($r = 0,09, p = 0,002$). Eine moderierende Wirkung hatte die Erwartung, dass laut den neuen Grenzwerten Schallschutzfenster eingebaut werden müssten ($r = -0,30, p < 0,001$; höhere Belästigung bei Erwartung, dass Schallschutzfenster eingebaut werden müssten). Es versteht sich von selbst, dass bei den meisten Variablen nicht von einer gerichteten Kausalität ausgegangen werden kann.

3.4 Vergleich mit einer früheren Schweizer Lärmstudie

Es gibt Hinweise, dass die Lärmbelästigung bei gleichem Pegel zugenommen hat (z.B.[9]). In der Schweiz fand die Lärmstudie 90 [2] in einem Vergleich mit der sozio-psycholo-

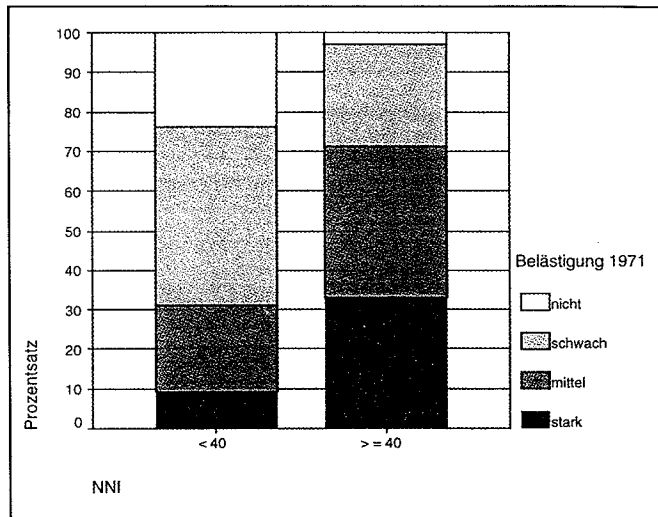


Bild 4. Starke, mittlere, schwache und keine Belastigung für Personen mit NNI < 40 und NNI ≥ 40 im Jahr 1971. N = 1 471. Nach [1].

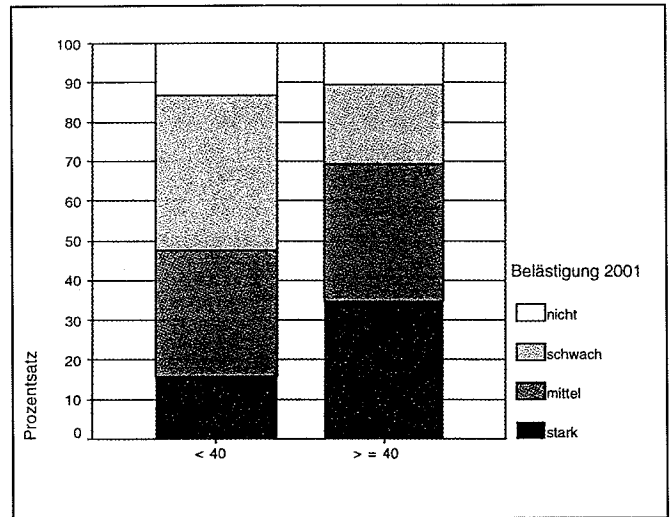


Bild 5. Starke, mittlere, schwache und keine Belastigung für Personen mit NNI < 40 und NNI ≥ 40 im Jahr 2001. N = 1 530.

gischen Fluglärmuntersuchung von Anfang der 70er Jahre [1] allerdings keinen Unterschied in der Belastigung. Auch in der vorliegenden Studie wurden die Resultate mit der sozio-psychologischen Fluglärmuntersuchung verglichen. Die Vergleichsmöglichkeiten sind aus folgenden Gründen eingeschränkt:

- a) unterschiedliche Methodik der Studien,
- b) unterschiedliche Frageformulierung, jedoch gleiche Belastigungsskala 0 bis 10,
- c) 1973 Änderung der Berechnung des damals gebräuchlichen Lärmindex NNI,
- d) kleines N ab 40 NNI im Jahr 2001,
- e) Veränderung des „Flugzeugmixes“ über die Jahre,
- f) Originaldaten von 1971 sind nicht mehr vorhanden.

Damit standen die Autoren vor einem Dilemma, denn einerseits ist die Untersuchung zeitlicher Trends in der Lärmwirkungsforschung interessant und wichtig, andererseits soll sie methodisch und statistisch vertretbar sein.

Das Problem wurde angegangen, indem sowohl die aktuelle als auch die Stichprobe von 1971 (basierend auf Tabelle 4.7. S. 114 in [1]; nur Zürcher Stichprobe) in lediglich zwei Belas-

tungsgruppen eingeteilt wurden: NNI ≥ 40 und NNI < 40 (ein Wert von 40 NNI entspricht ungefähr einem $L_{eq\ 6-22\ Uhr}$ von 60 dB(A)). Zudem sollen die Resultate des Vergleichs der beiden Studien nur als Hinweise und nicht als Beweise gewertet werden.

Nach dem Schultz-Kriterium [10] wurde aufgrund der Belastigungsskala von 0 bis 10 der Prozentsatz der stark Belästigten (highly annoyed, % HA; 8, 9 oder 10 auf der Belastigungsskala) bestimmt. Zusätzlich wurden die restlichen Personen zu den mittelstark Belästigten (% MA; 4, 5, 6 oder 7 auf der Skala), den schwach Belästigten (% LA; 1, 2 oder 3 auf der Skala) und den nicht Belästigten (% NA; 0 auf der Skala) zusammengefasst. Diese Einteilung war auch von Grandjean und Mitarbeitern [1] vorgenommen worden.

Der Vergleich von Bild 4 mit Bild 5 zeigt, dass der Anteil an stark belästigten Personen in der Gruppe NNI < 40 von 9,3 % im Jahr 1971 auf 15,9 % im Jahr 2001 angestiegen ist. Dieser Unterschied ist statistisch signifikant (siehe Tabelle 5). In der Gruppe NNI ≥ 40 dagegen ist der Anteil der stark belästigten Personen nur von 33,1 % im Jahr 1971 auf 34,7 % im Jahr 2001 angewachsen, ein nicht signifikanter Unterschied. Laut diesen Analysen gibt es also heute signifikant mehr stark Belästigte als vor 30 Jahren in Gebieten mit keinem bis mittelstarkem Fluglärm (NNI < 40).

Betrachtet man die nicht belästigten Personen in beiden Stichproben, ist festzustellen, dass diese in der Gruppe NNI < 40 von 23,7 % im Jahr 1971 auf 13,1 % im Jahr 2001 gesunken sind; ein signifikanter Unterschied (siehe Tabelle 6). In der Gruppe NNI ≥ 40 gab es 1971 nur noch 3,2 % nicht belästigte Personen, während diese 2001 immer noch 10,7 % ausmachten. Auch dieser Unterschied ist signifikant. Hier bleibt allerdings anzumerken, dass in der Stichprobe von 2001 in der Gruppe NNI ≥ 40 nur noch wenige Personen sind und mit der Verallgemeinerung deshalb Vorsicht geboten ist²⁾.

Tabelle 5. χ^2 -Test zur Überprüfung des Unterschieds in der Anzahl stark belästigter Personen (% HA) zwischen 1971 und 2001, für die Gruppe NNI < 40 und die Gruppe NNI ≥ 40.

Belastigung	Jahr	Anzahl Personen total	% HA	Anzahl HA	χ^2	p
NNI < 40	1971	526	9,32	49	–	–
	2001	1 455	15,95	232	13,95	< 0,001
NNI ≥ 40	1971	945	33,14	313	–	–
	2001	75	34,67	26	0,07	0,78

Tabelle 6. χ^2 -Test zur Überprüfung des Unterschieds in der Anzahl nicht belästigter Personen (% NA) zwischen 1971 und 2001, für die Gruppe NNI < 40 und die Gruppe NNI ≥ 40.

Belastigung	Jahr	Anzahl Personen total	% NA	Anzahl NA	χ^2	p
NNI < 40	1971	526	23,74	125	–	–
	2001	1 455	13,13	191	32,6	< 0,001
NNI ≥ 40	1971	945	3,2	30	–	–
	2001	75	10,67	8	10,87	< 0,001

²⁾ Hinweis: Durch die unterschiedlichen Berechnungsarten des NNI in den beiden Studien werden die NNI-Werte der aktuellen Studie im Vergleich zu denjenigen der 71er-Studie etwas „unterschätzt“ (allerdings beträgt dieser Unterschied im Bereich von NNI = 40 nur ca. 1 dB(A)). Deshalb wurde bei den Daten von 2001 der Cut-off für die Gruppenbildung (tieferer/höhere Belastigung) zur Überprüfung nicht nur bei NNI = 40, sondern zusätzlich auch bei NNI = 39 und NNI = 38 gemacht. Das Resultat bleibt das gleiche: signifikant unterschiedlicher % HA und % NA in der Gruppe mit tieferer Belastigung, signifikant unterschiedlicher % NA in der Gruppe mit höherer Belastigung, kein signifikanter Unterschied an % HA in der Gruppe mit höherer Belastigung.

4 Diskussion

4.1 Zusammenhang zwischen Fluglärm und Belästigung

Es konnte gezeigt werden, dass eine Dosis-Wirkungsbeziehung zwischen Fluglärm und Belästigung existiert: Die durchschnittliche Belästigung sowie der Anteil an stark belästigten Personen (% HA) sind eine Funktion der Lärmbelastung.

Die Skala von 1 bis 7, welche die Belästigung benennt, ist für die Erhebung der Belästigung etwas besser geeignet als die Skala von 0 bis 10, denn die Korrelation zwischen Belästigung und Lärmmaß ist für die Skala von 1 bis 7 leicht besser. Vielleicht lässt eine offene Skala mehr Spielraum für individuelle Interpretationen der Belästigung.

Für die nächtlichen Lärmmaße sind die Korrelationskoeffizienten zwischen Lärm und Belästigung durchwegs niedriger als für die tagesbezogenen. Ein Grund dafür könnte sein, dass sich das Belästigungsurteil für die Nacht nicht nur aufgrund erlebter nächtlicher Störung bildet, sondern aufgrund der internen Repräsentation der gesamten Lärmsituation (s. dazu [11]). Da die Personen tagsüber dem Lärm viel länger ausgesetzt sind als nachts, prägt die Lärmsituation tagsüber die interne Repräsentation möglicherweise stärker als die Lärmsituation nachts, was wiederum das Belästigungsurteil für die Nacht beeinflussen kann.

Der Zivilfluglärmpegel erklärt nur maximal 15 % der Varianz in der Belästigung. Dies ist zwar wenig, jedoch nicht unbedingt erstaunlich für die Tatsache, dass es sich bei der Versuchspersonenauswahl nicht um Clusterstichproben mit ähnlichen Lärmbedingungen, sondern um (heterogene) Zufallsstichproben handelt. Laut einem Reviewartikel [12] wird normalerweise 9 bis 29 % der Varianz der individuellen Lärmreaktion durch den Lärmpegel selber aufgeklärt. In [13] wird aufgrund älterer Studien von 10 bis 35 % ausgegangen.

In Gebieten mit wenig oder keinem Fluglärm gibt es eine ungewöhnlich hohe durchschnittliche Belästigung bzw. ein hoher Prozentsatz an stark belästigten Personen (% HA). Dieses Ergebnis steht nicht in Einklang mit [10; 14; 15], die in ihren Untersuchungen oder Metaanalysen im Bereich von 40 bis 45 dB(A) 0 % oder allenfalls einen „Bodensatz“ von wenigen Prozent HA gefunden haben. Die Korrelation zwischen Lärm und durchschnittlicher Belästigung ist denn auch zwischen 50 und 58 dB(A) am größten; unter 50 und über 58 dB(A) verläuft die Dosis-Wirkungskurve relativ flach. Viele der befragten Personen reagierten nicht so, wie man aufgrund bisheriger Dosis-Wirkungskurven hätte vermuten können. Wenn sie über ihre Lärmbelastigung Auskunft gaben, reagierten sie offensichtlich nicht in erster Linie auf den Fluglärm in seiner physikalisch-akustischen Präsenz.

Eine mögliche Erklärung für die hohe Belästigung in Gebieten mit wenig oder keinem Fluglärm ist die starke Verunsicherung und die Verärgerung, die bei den Flughafenwohnern in den letzten Jahren beobachtbar ist, bedingt durch die vielen betrieblichen und politischen Veränderungen im Umfeld des Flughafens. Gerade Personen, die bisher nie von Fluglärm betroffen gewesen waren, hegten zur Zeit der Befragung wahrscheinlich die Angst, in Zukunft von An- oder Abfluglärm belastet zu werden. Bei einem veränderten Flugregime mit plötzlichen Überflügen über das eigene Heim ist der Verlust für Personen, die mit Absicht in ein ruhiges Wohngebiet gezogen sind und in ein ruhiges Heim investiert haben, viel größer als bei Personen, die in bereits lärm-

belasteten Gebieten wohnen. Aus dieser Perspektive heraus ist es verständlich, dass sich insbesondere Personen, die keinem oder wenig Fluglärm ausgesetzt sind, besonders belästigt fühlen. Sie sind möglicherweise schon durch ein vorbeifliegendes Flugzeug belästigt, das nur optisch, aber nicht akustisch wahrnehmbar ist, denn verbunden mit einer negativen Emotion erinnert es daran, dass eventuell schon in naher Zukunft Flugzeuge über das eigene Haus fliegen.

Mit einer ähnlichen Argumentation kann auch die Tatsache interpretiert werden, dass Personen mit Militärfluglärm bei gleichem Pegel weniger belästigt waren als Personen mit Zivilfluglärm. Im Gegensatz zum Flughafen Zürich-Kloten gab es im Umfeld des Militärflugplatzes Dübendorf in den letzten Jahren kaum Diskussionen über Flughafenausbau, Veränderungen des Flugregimes etc., und dementsprechend auch keine vergleichbare Medienpräsenz des Themas und Verunsicherung der Flughafenanwohner. Man darf allerdings nicht vergessen, dass sich der Militärfluglärm durch andere akustische Charakteristika auszeichnet als der Zivilfluglärm, und dass die Mittelungsintervalle sowie die Flugregimes der beiden Lärmarten unterschiedlich sind.

4.2 Steady-State-Situation?

In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob bei der vorliegenden Untersuchung überhaupt von einer Steady-State-Situation gesprochen werden kann. In den Jahren vor der Durchführung der Befragung fanden im Raume Zürich-Kloten so viele politische und betriebliche Veränderungen und eine so starke Zunahme an Flugbewegungen statt, dass man unter diesen Umständen kaum von einer quasi-stationären Lärmsituation sprechen kann. Allerdings gab es in den letzten Jahren auch nie eine wesentliche stufenweise Änderung der Lärmsituation. Was sich in Zürich-Kloten in den letzten Jahren abspielt, ist eine Aggregation vieler kleiner, wichtiger und stark verunsichernder Ereignisse. Nun ist aber bekannt, dass es bei wesentlicher, abrupter Änderung der Lärmsituation einen Reaktionsüberschuss gibt, der sogar oft schon vor dem Eintreten der Lärmveränderung selbst erfolgt [16]. In diesem Sinne kann die hohe Belästigung in Gebieten mit wenig bis keinem Fluglärm als antizipierte Belästigungsreaktion auf eine vermutete wesentliche Änderung der Lärmsituation interpretiert werden – auch wenn diese möglicherweise gar nie eintreffen wird.

4.3 Belästigung in verschiedenen Situationen

Werden fluglärm-betroffene Personen nach dem Ausmaß ihrer allgemeinen Fluglärm-belastigung zu Hause befragt, denken sie offensichtlich an die Lärmsituation bei geöffnetem Fenster oder vor dem Haus. Dies gilt sowohl für den Tag als auch für die Nacht, für Zivilfluglärm ebenso wie für Militärfluglärm. Das gleiche Resultat fand *Kastka* [17] in deutschen Stichproben. Dies wirft natürlich die oft diskutierte Frage nach der Nützlichkeit von Lärmschutzfenstern auf. *Fidell/Silvati* [18] konnten in ihrer Studie tatsächlich kaum eine Reduktion der Langzeitbelästigung durch den Einbau von Lärmschutzfenstern nachweisen, und auch *Berglund/Lindvall* [19] sind der Ansicht, dass Lärmschutzfenster nicht a priori einen positiven Effekt haben. Auch in der vorliegenden Studie hatten eingebaute Lärmschutzfenster keinen signifikanten Einfluss auf die Belästigung. *Langdon* [20] erklärt dies mit dem „Noise Constancy Effect“: So wie man bei der Größenwahrnehmung von Objekten die Distanz zu ihnen automatisch berücksichtigt, berechnet man bei der Beurtei-

lung von Lärm die Wirkung von Schallschutzfenstern automatisch mit ein. Laut *Langdon* gibt es also eine Art Belästigungskonstanz, was bedeutet, dass nur Maßnahmen an der Lärmquelle sinnvoll sind.

4.4 Moderatoren

Die mittels Regressionsanalyse gefundenen Moderatoren erklären rund 48 % der Varianz der Lärmbelästigung. Dies ist mehr, als aufgrund existierender Literatur zu erwarten war [13]. Möglicherweise werden vor dem Hintergrund der in Zürich-Kloten zurzeit stattfindenden politischen und betrieblichen Veränderungen nicht akustische Faktoren bei der Beurteilung von Fluglärm wichtiger.

Eine moderierende Wirkung auf die Zivilfluglärm-belästigung hatten in der vorliegenden Studie die folgenden Variablen: Die Belästigung war bei gleichem Pegel umso geringer,

- je stärker eine zukünftige Reduktion der Lärmbelästigung erwartet wurde,
- je positiver die Bewertung des Flugverkehrs ausfiel,
- je größer die Zufriedenheit mit akustischen Aspekten des Wohnens war,
- je häufiger kurzfristige Maßnahmen gegen den Lärm zum Schlafen unternommen wurden,
- bei Mietern (im Gegensatz zu Besitzern),
- wenn keine Gesundheitsprobleme aufgrund des Fluglärms vermutet wurden,
- je mehr Vertrauen in mit dem Fluglärm betraute Organisationen bestand,
- je kleiner die (von der Lärmquelle unabhängige) Lärmempfindlichkeit war,
- bei der Ansicht, dass aufgrund der Grenzwerte keine Schallschutzfenster eingebaut werden müssten und
- bei der Ansicht, dass die Priorität der Politiker in Bezug auf den Flughafen die Attraktivität des Wirtschaftsstandorts sein sollte (und weniger Ruhe und Umweltschutz).

Die meisten dieser Moderatoren waren auch in anderen Studien und Metaanalysen gefunden worden [21 bis 23]; ein umstrittener Moderator ist das Besitzverhältnis der Wohnung bzw. des Hauses [22]. Natürlich ist bei den meisten Moderatoren die Richtung der Kausalität nicht klar; so ist z. B. unklar, ob die umweltpolitische Einstellung die Belästigung beeinflusst oder ob die Belästigung zu einer bestimmten umweltpolitischen Einstellung beiträgt.

Im Folgenden soll die Bedeutung einzelner Moderatoren kurz diskutiert werden.

- Bewertung des Flugverkehrs, Vertrauen in Organisationen und Einschätzung der Fluglärm-belästigung in Zukunft: Diese Moderatoren korrelieren sowohl mit der Lärmbelästigung als auch untereinander mit bis zu 0,5 sehr hoch. Die Korrelation zwischen der Lärmbelästigung und diesen Moderatoren ($r = 0,48$ für die Bewertung des Flugverkehrs bzw. $0,43$ für das Vertrauen in Organisationen bzw. $0,53$ für die Einschätzung der zukünftigen Belästigung) ist um einiges größer als zwischen der Lärmbelästigung und dem L_{eq} ($r = 0,26$). Ähnliche Ergebnisse werden in [24] erwähnt. Daraus lässt sich schließen, dass eine Lärmschutzpolitik, die den Lärmbetroffenen vermittelt, dass alles zur Lärmverminderung getan wird, und die das Vertrauen der Betroffenen gewinnt, einen wichtigen Beitrag zur Reduktion der Lärmbelästigung leisten könnte.
- Maßnahmen gegen den Lärm: Bei den Maßnahmen gegen den Lärm lassen sich langfristig strategische von kurzfristig wirkungsbezogenen Maßnahmen unterscheiden. Die lang-

fristigen Copingstrategien (z. B. Engagement in einer Bürgerinitiative) sind im Normalfall negativ und die kurzfristigen Strategien (z. B. Fenster schließen) positiv mit der Lärmbelästigung korreliert [24]. In der vorliegenden Studie wurden nur die kurzfristigen Maßnahmen abgefragt, die Richtung des Zusammenhangs (je häufiger die Maßnahmen ergriffen werden, umso größer ist die Belästigung) stimmt mit [23] überein. In der zweiten, im August 2003 durchgeführten Befragung wurden die langfristigen Copingstrategien ebenfalls erfragt (die Daten sind aber noch nicht ausgewertet). In [24] wird erwähnt, dass die Möglichkeit zu langfristig strategischen Maßnahmen für Lärmbetroffene (z. B. Informationsveranstaltungen oder Bürgerbeteiligung bei wichtigen Entscheidungen bezüglich der Lärmquelle) eine sinnvolle Maßnahme zur Reduktion der Lärmbelästigung sein kann.

- Ansicht, dass Lärmschutzfenster eingebaut werden müssten: Eingebaute Lärmschutzfenster hatten keinen Einfluss auf das Belästigungsurteil – interessanterweise waren aber Personen, die der Ansicht sind, dass laut den neuen Grenzwerten Schallschutzfenster eingebaut werden müssten, bei gleichem Pegel viel belästigter als Personen, die nicht dieser Ansicht waren. Möglicherweise ging es den befragten Personen bei der Beurteilung dieser Frage nicht um den effektiven Schallschutz, sondern um die Angst, von den Lärmverursachern bzw. -verantwortlichen nicht wahr- und ernstgenommen zu werden. Dies kann wieder als Hinweis auf die Wichtigkeit vertrauensbildender Maßnahmen in der Lärmpolitik interpretiert werden.

4.5 Veränderung der Belästigung seit 1971

Anerkannte Dosis-Wirkungskurven zwischen Fluglärm und Belästigung, die immer wieder aktualisiert und im Wesentlichen bestätigt wurden [10;15, 25; 26], gehen davon aus, dass es über die Jahre bei vergleichbarem Mittelungspegel keine Veränderung in der Reaktion auf Verkehrslärm gibt. Auch die Lärmstudie 90 [2] fand bei gleichem Pegel keinen Unterschied in der Fluglärm-belästigung zwischen der Untersuchung von 1991 und der soziopsychologischen Fluglärmstudie von 1971 [1] (allerdings zweifelt *Guski* diesen Vergleich an und findet eine höhere Lärmreaktion in der Stichprobe von 1991 [4]).

Erst in jüngster Zeit wurde darauf hingewiesen, dass sich die Belästigung bei vergleichbarer Lärmbelastung verändert haben könnte [4; 27]. In [17] und [27] konnte nachgewiesen werden, dass die Lärmbelästigung nebst dem Lärmpegel auch vom Flugbetrieb der untersuchten Flughäfen abhängen. Gibt es also doch keine zeitlich und örtlich unabhängigen Lärmwirkungen?

Der Vergleich der Schweizer Fluglärmstudie von 1971 [1] mit der aktuellen Studie zeigt, dass sich die Fluglärm-belästigung seit 1971 verändert hat. Allerdings handelt es sich nicht nur um eine Lärmsensitivierung; der von [4] vorgeschlagene Trend zur größeren Lärmbelästigung bei gleich bleibendem Pegel lässt sich in der vorliegenden Untersuchung nicht durchgängig finden. Hier handelt es sich viel mehr um eine qualitative als nur um eine quantitative Veränderung: Die befragten Personen reagierten auf den Fluglärm anders als aufgrund früherer Dosis-Wirkungskurven erwartet. Eine Art Polarisierung kann beobachtet werden: Es gibt einen recht großen Anteil an Personen, die trotz keinem oder wenig Fluglärm stark belästigt waren, und einen beachtlichen Anteil an Personen, die trotz viel Fluglärm schwach oder nicht belästigt waren.

Eigentlich ist dies nicht weiter erstaunlich, viel eher erstaunt, dass frühere Dosis-Wirkungskurven von statischen Lärmreaktionen über Jahrzehnte ausgingen. Die oben beschriebenen Mechanismen von Lärm, moderierenden Einflüssen und Lärmwirkung verändern sich stetig. So wurden z. B. die Flugzeuge in den letzten Jahrzehnten immer leiser, während die Anzahl Flugbewegungen drastisch zunahm; der „Fluglärmmix“ ist heute also völlig anders als vor einigen Jahrzehnten. Zu berücksichtigen sind auch gesellschaftliche, wirtschaftliche, politische und flughafenbetriebliche Veränderungen, die zweifellos alle einen Einfluss auf die Lärmwirkungen haben.

Weitere Untersuchungen zum Thema zeitliche Trends in der Lärmwirkungsforschung sind notwendig, denn bis jetzt verfügt man erst über Hinweise und keine erhärteten statistischen Beweise, dass sich die Belästigung bei vergleichbaren Pegeln über die Zeit verändert hat. Auch der vorliegende Vergleich zwischen den beiden Schweizer Lärmstudien kann die Frage nicht abschließend beantworten, da die Grundlagen für einen methodisch einwandfreien Vergleich nicht gegeben sind und die gefundenen Veränderungen nur als Hinweise gewertet werden können.

4.6 Mögliche Gründe für die Polarisierung der Lärmbelästigungsreaktion

Es konnte gezeigt werden, dass es in der vorliegenden Studie eine Art „Polarisierung“ in der Belästigungsreaktion gibt: In Gebieten mit keinem oder wenig Fluglärm gibt es einen relativ hohen Prozentsatz an stark belästigten Personen, und in Gebieten mit starkem Fluglärm gibt es einen relativ großen Anteil an nicht belästigten Personen. Mögliche Gründe für diese „Polarisierung“ sind:

- **Demografischer Bias:** Es stellt sich die Frage, ob die in der vorliegenden Studie gefundene Verteilung der Belästigung durch einen demografischen Bias mitverursacht wird. Möglich wäre z. B., dass vermehrt Personen geantwortet haben, die ein „politisches Statement“ abgeben wollten, die also besonders stark oder besonders schwach belästigt waren. Dagegen spricht aber die hohe Rücklaufquote von 52,4 %. Im Übrigen muss man damit rechnen, dass es auch in anderen Befragungstudien, notabene in der vergleichbaren Studie [1], einen demografischen Bias gab.
- **Politisierung:** Einen nicht unwesentlichen Grund spielt zweifelsohne die Politisierung, die das Thema Fluglärm in den letzten Jahren im Umkreis des Flughafens Zürich erfahren hat. Die Geschehnisse um den Flughafen, die (fast tägliche) Medienpräsenz des Themas Fluglärm und die z. T. erbitterten Dispute führen sicher zu einer anderen Wahrnehmung des Fluglärms. Dies wird auch in [28; 29] erwähnt. Vor diesem Hintergrund kann man auch die größere Wichtigkeit der Moderatorvariablen erklären.
- Auch der Ansatz von *Job* [30] ist bedenkenswert, der erwähnt, dass Befragte durch ihre Aussagen möglicherweise etwas bewirken wollen, beispielsweise die Verantwortlichen „bestrafen“ oder „belohnen“ oder politische Prozesse beeinflussen.
- Es stellt sich die Frage, ob in den lärm betroffenen Gebieten eine soziale Entmischung der Bevölkerung stattfindet. Möglicherweise ziehen empfindliche Personen, die es sich leisten können, aus stark lärm belasteten Gebieten weg in ruhigere Quartiere, während diejenigen Personen, die durch Fluglärm nicht gestört werden oder sich den Umzug nicht leisten können, in den lauten Gebieten bleiben. In der

vorliegenden Stichprobe gibt es tatsächlich Hinweise, dass in den stark durch Lärm beeinflussten Gebieten Personen mit einem durchschnittlich niedrigeren Sozialstatus wohnen, die weniger Miete bzw. Hypothekenzinsen bezahlen und seltener im Eigenheim wohnen als Personen mit Wohnsitz in ruhigeren Gebieten.

5 Schlussfolgerungen

Psychologische Lärmschutzmaßnahmen: Wenn nicht akustische Faktoren einen zunehmenden Einfluss auf die Lärm-belästigung ausüben, bedeutet dies, dass sich hier ein Ansatzpunkt für Lärmschutzmaßnahmen bietet (siehe dazu auch die Diskussion in [31]). Wenn nicht akustische Faktoren viel größere Anteile der Varianz der Lärm-belästigung aufklären als der Lärmpegel selbst, bedeutet dies, dass man über solche nicht akustischen Faktoren die Belästigung möglicherweise sinnvoll beeinflussen kann.

Steady-state: Bei der Situation am Flughafen Zürich kann weder von einem „Steady-state“, noch von einer wesentlichen Änderung der Lärmquelle gesprochen werden. Viel eher handelt es sich um eine Aggregation vieler verunsichernder Mikroveränderungen. Für andere Flughäfen im Ausland mag das Gleiche gelten, denn sie erleben z. T. ähnlich stürmische Zeiten. Um die Resultate von Lärmwirkungsstudien wie die Lärmstudie 2000 richtig interpretieren zu können, muss man sich dessen bewusst sein. Gleichzeitig sind in der Lärmwirkungsforschung Langzeit- oder kontinuierliche Studien notwendig, damit die gefundenen Lärmreaktionen und Veränderungen auf dem Hintergrund der sich immer schneller verändernden gesellschaftlichen, politischen und flughafenbetrieblichen Bedingungen richtig eingeordnet, verstanden und vorausgesagt werden können.

6 Ausblick

Die 2001 durchgeführte Befragung wurde exakt zwei Jahre später, im August 2003, wiederholt, und zwar sowohl mit schriftlichen Fragebögen als auch mit telefonischen Interviews. Ein Ziel war, die Methodik der Studie zu überprüfen. Zudem können so Veränderungen in der Belästigung aufgrund flughafenbetrieblicher und anderer Veränderungen verfolgt werden. Die Daten werden zurzeit ausgewertet.

Danksagung

Diese Studie wurde durch das Schweizerische Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), das Schweizerische Bundesamt für Gesundheit (BAG), den Flughafen Zürich (Unique Airport AG) und einige Gemeinden des Kantons Zürich unterstützt.

Literatur

- [1] Sozio-psychologische Fluglärmuntersuchung im Gebiet der drei Schweizer Flughäfen Zürich, Genf, Basel. Hrsg.: Arbeitsgemeinschaft für sozio-psychologische Fluglärmuntersuchungen. Bern: Eidgenössisches Luftamt 1974.
- [2] *Oliva, C. et al.:* Wirkung der Fluglärmbelastung während des Tages. Bericht 1 der Lärmstudie 90. Bericht des Schweizerischen Nationalfonds 1993.
- [3] Statistisches Jahrbuch der Unique Airport AG.
<http://www.uniqueairport.com/public/files/Jahrbuch2002.pdf>.
- [4] *Guski, R.:* Der Referentenentwurf zum Fluglärmgesetz aus der Sicht eines Wirkungsforschers. Z. Lärmbekämpf. 48 (2001) Nr. 4, S. 130- 131.

- [5] *Brink, M.; Wirth, K.; Schierz, C.*: Seismokardiographie: Eine neue, non-invasive Methode zur objektiven Bestimmung der Schlafqualität bei Feldstudien über Fluglärmwirkungen. Fortschritte der Akustik – DAGA 02.
- [6] *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.; Schuemer, R.*: Standardized general-purpose noise reaction questions for community noise surveys: Research and a recommendation. *J Sound Vibr.* 242 (2001) Nr. 4, S. 641-679.
- [7] *Felscher-Suhr, U.; Guski, R.; Schuemer, R.*: Internationale Standardisierungsbestrebungen zur Erhebung von Lärmbelästigung. *Z. Lärmbekämpf.* 47 (2000) Nr. 2, S. 68-70.
- [8] Statistisches Jahrbuch des Kantons Zürich 2001. Hrsg.: Zürcher Daten Service. Statistisches Amt des Kantons Zürich, 2000.
- [9] *Guski, R.*: How to predict future annoyance in planning? Proceedings of the International Congress on Biological Effects of Noise ICBEN. Rotterdam, The Netherlands, June 29-July 4, 2003.
- [10] *Schultz, T. J.*: Synthesis of social survey on noise annoyance. *J. Acoust. Soc. Am.* 64 (1978), S. 377-405.
- [11] *Höger, R.; Schreckenberg, D.; Felscher-Suhr, U.; Griefahn, B.*: Night-time noise annoyance – state of the art. *Noise & Health* 4 (2002), S. 19-25.
- [12] *Job, R. F. S.*: Community response to noise: A review of factors influencing the relationship between noise exposure and reaction. *J. Acoust. Soc. Am.* 83 (1988) Nr. 3, S. 991-1007.
- [13] *Guski, R.; Wichmann, U.; Rohrmann, B.; Finke, H.*: Konstruktion und Anwendung eines Fragebogens zur sozialwissenschaftlichen Untersuchung der Auswirkungen von Umweltlärm. *Zeitschrift für Sozialpsychologie* 9 (1978), S. 50-65.
- [14] *Gjestland, T.; Liasjo, K. H.; Granoien, I. L. N.; Fields, J. M.*: Response to noise around Oslo Airport Fornebu. Trondheim: Elab-Runit Sintef Gruppen. Acoustic Research Center. Report STF 40 A 90189, 1990.
- [15] *Fidell, S.; Barber, D. S.; Schultz, T. J.*: Updating a dosage-effect relationship for the prevalence of annoyance due to general transportation noise. *J. Acoust. Soc. Am.* 89 (1990), S. 221-233.
- [16] *Möhler, U.; Schümer, R.*: Veränderung in der Lärmwirkung an Neu- und Ausbaustrecken der Eisenbahn. Zwischenbericht. Studiengemeinschaft Schienenverkehr, München 2000.
- [17] *Kastka, J.*: Untersuchung der Fluglärmbelastungs- und Belästigungssituation im Nachtzeitraum in der Umgebung des Verkehrsflughafens München. Bericht im Auftrag der Regierung von Oberbayern; Luftamt Südbayern.
- [18] *Fidell, S.; Silvati, L.*: An assessment of the effect of residential acoustic insulation on prevalence of annoyance in an airport community. *J. Acoust. Soc. Am.* 89 (1991), S. 244-247.
- [19] *Berglund, B.; Lindvall, T.*: Community Noise. Stockholm: Center for Sensory Research 1995.
- [20] *Langdon, J.*: Some residual problems in noise nuisance: a brief review. In: *Koelega, H. S.* (Hrsg.): Environmental annoyance: characterization, measurement, and control, S. 321-329. Amsterdam: Elsevier 1987.
- [21] *Borsky, P. N.*: A comparison of laboratory-field study of annoyance and acceptability of aircraft noise exposures. NASA Report CR-2772 (1977).
- [22] *Fields, J. M.*: Effect of personal and situational variables on noise annoyance in residential areas. *J. Acoust. Soc. Am.* 93 (1993), S. 2753-2763.
- [23] *Schreckenberg, D.; Felscher-Suhr, U.; Lass, J.*: Sozialwissenschaftliche Erhebung zur Lärmbelästigung in Baden-Württemberg. Projektbericht 1010/53478/33-90003913 der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.
- [24] *Felscher-Suhr, U.; Schreckenberg, D.; Schuemer, R.; Möhler, U.*: Vertrauensbildung als flankierende Maßnahme zur Lärmbelastungsminimierung? Ein Vorschlag für eine interdisziplinäre Umsetzung in der Praxis. DAGA '01, Hamburg, 26.-29. März 2001.
- [25] *Finegold, L. S.; Harris, C. S.; von Gierke, H. E.*: Community annoyance and sleep disturbance: Updated criteria for assessing the impacts of general transportation noise on people. *Noise control Eng. J.* 42 (1994) Nr. 1, S. 25-30.
- [26] *Miedema, H. M. E.; Vos, H.*: Exposure-response relationships for transportation noise. *J. Acoust. Soc. Am.* 104 (1998), S. 3432-3445.
- [27] *Wirth, K.; Brink, M.; Schierz, C.*: Lärmstudie 2000 – Projekt design und erste Resultate. Fortschritte in der Akustik (2002), S. 346-347.
- [28] *Fields, J. M.; Ehrlich, G. E.; Zador, P.*: Theory and Design Tools for Studies of Reactions to Abrupt Changes in Noise Exposure. NASA Contractor Report CR-2000-210280, NASA Langley Research Center (2000).
- [29] *Fidell, S.; Horonjeff, R.; Mills, J.; Baldwin, E.; Tefeteller, S.; Pearson, K.*: Aircraft annoyance at three joint air carrier and general aviation airports. *J. Acoust. Soc. Am.* 77 (1985) Nr. 3, S. 1054-1068.
- [30] *Job, R. F. S.*: Over-reaction to change in noise-exposure: The possible effect of attitude. *J. Sound and Vibration* 126 (1988) Nr. 3, S. 550-552.
- [31] *Guski, R.*: Status, Tendenzen und Desiderate der Lärmwirkungsforschung zu Beginn des 21. Jahrhunderts. *Z. Lärmbekämpf.* 49 (2002) Nr. 6, S. 219-232.



NANCY[®]

Schallauslöschung durch die Erzeugung von Antischall

Antischallsysteme

Lärmbekämpfung auf clevere Art

Einsatzbeispiele:

- tieffrequente Problemfälle
- Lüftungs- / Klimatechnik
- Gebläse / Pumpen
- Kompressoren / Aggregate



Dämpfung tiefer Frequenzen - kompakte Bauform - kostengünstig - einfache Nachrüstung

ABS GmbH Jena
Bereich ANC-Systeme

Erlanger Allee 103
07747 Jena

- Antischallsysteme - Machbarkeitsstudien - Geräuschmessungen -

e-mail: nancy@abs-jena.de


Telefon: 03641 22260
Telefax: 03641 222611

Fax: 02 11/61 03-1 48

Ihre Meinung ist uns wichtig

- Sind Sie mit der Berichterstattung zufrieden?
- Haben Sie Änderungswünsche?

Schreiben Sie uns. Wir freuen uns auf Ihre Antwort.



**Springer
VDI Verlag**

Heinrichstr. 24, 40239 Düsseldorf
Postfach 10 10 22, 40001 Düsseldorf
Internet: www.technikwissen.de
E-Mail: info@technikwissen.de