

Auswirkungen von Nachtfluglärm auf den Schlaf: Aufbau und Ergebnisse der akustischen Messungen während der DLR- Feldstudie 2001-2002

Uwe Müller, Mathias Basner

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Linder Höhe, 51147 Köln, Email: uwe.mueller@dlr.de

Einleitung

Das DLR-Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin untersuchte von 1999-2003 den Einfluss von Nachtfluglärm auf den menschlichen Schlaf, das Befinden und die Leistung [1].

Feldstudien waren ein Teil dieser Untersuchung und fanden im Umfeld des Kölner/Bonner-Flughafens mit starkem Nachtflugbetrieb statt. Dort wurden zwischen September 2001 und November 2002 insgesamt 64 Probanden an 46 verschiedenen Messstellen an je neun aufeinander folgenden Nächten untersucht. Die Probanden konnten ihre Schlafzeiten täglich individuell selbst bestimmen, soweit der Zeitraum von 0.00 – 06.00 Uhr miteinbezogen war. Neun Messperioden lagen hierbei im Frühling, 11 im Sommer, 19 im Herbst und sieben im Winter. Die Messstellen wurden so ausgewählt, dass sie möglichst in von Fluglärm stark belasteten, aber ansonsten ruhigen Wohngebieten lagen.

Messaufbau

Drei Klasse 1 - Schallpegelmesser zeichneten an jeder Messstelle und in jeder Nacht simultan den A-bewerteten Schalldruckpegel (Zeitbewertung: Slow) L_{AS} und die Schalldateien außen (2 m vor der Hauswand [2]) und innen möglichst nah am Ohr des Schlafers auf. Bei der Analyse wurde jedes Geräusch markiert und kommentiert, um eine ereigniskorrelierte Auswertung mit den elektrophysiologischen Daten (Polysomnographie, EKG, Plethysmographie, Atmung) zu ermöglichen.

Schalldruckpegelmessungen von Flugzeuggeräuschen werden üblicherweise im Freifeld vorgenommen [3]. Die Außenpegel wurden in der Feldstudie nach DIN 45645 [2] 2 m vor der Hauswand gemessen. Die DIN 45645 schreibt bei der Messung an Fassaden, die der Lärmquelle zugewandt sind, einen Abzug von 3 dB vor, um die Reflexionen an der Fassade zu berücksichtigen. Aufgrund der Tatsache, dass die Flugpfade an den einzelnen Messstellen i.a. nicht parallel und frontal zur Hausfassade lagen, handelt es sich beim generellen Abzug von 3 dB in diesem Fall um eine konservative Abschätzung.

Hauptziel der Feldstudie war die ereigniskorrelierte Auswertung der EEG-Schlafdaten. Aus diesem Grund war es wichtig, die vom Schläfer perzipierten Schalldruckpegel zu erheben, d.h. die Innenmikrofone waren i.a. am Kopfende des Bettes aufgestellt. Die raumakustischen Parameter wurden für die einzelnen Messorte nicht bestimmt.

Messergebnisse

Insgesamt wurden 16.102 Fluggeräusche (davon waren 14.247 Geräusche im Innenraum nicht durch andere Geräusche überlagert und werden im folgenden mit „ungestört“ bezeichnet), 12.256 Autos (11.653 ungestörte), 239 Motorräder (217 ungestörte) und 127 LKW (120 ungestörte) gezählt.

Abb. 1 zeigt die Maximalpegelhäufigkeitsverteilung der ungestörten Flugzeuggeräusche, wobei alle Messorte und Fensterstellungen im Messzeitraum berücksichtigt wurden.

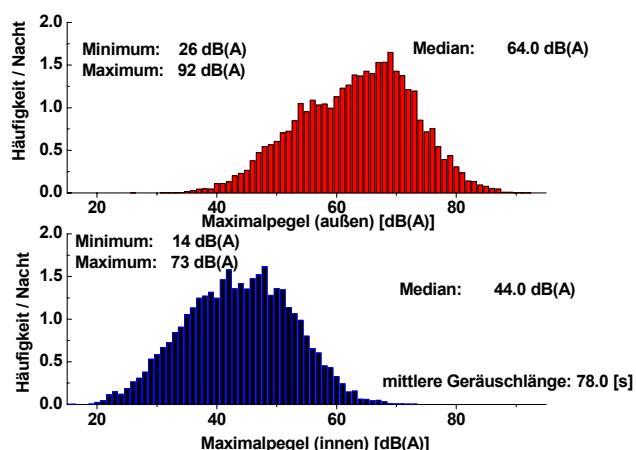


Abbildung 1: Häufigkeitsverteilung der Flugzeugmaximalpegel außen (2 m vor der Hauswand gemessen) und innen (am Ohr des Schlafers) pro Nacht in 1 dB(A)-Schritten (394 Nächte). Für die Auswertung wurden nur die Fluggeräusche berücksichtigt, die nicht durch andere Geräuschquellen gestört wurden. Es sind die gemessenen Außenschalldruckpegel aufgetragen. Eine Korrektur zu Freifeldschalldruckpegeln erfordert einen Abzug von 3 dB(A).

Sowohl der Vergleich der Anzahl der gemessenen Lärmereignisse von Flugzeugen und Straßenverkehr als auch die Maximalpegelhäufigkeitsverteilung des Flugverkehrs (Median außen: 64.0 dB(A), innen: 44.0 dB(A)) zeigen, dass während der Feldstudie vornehmlich in von Fluglärm stark betroffenen, aber ansonsten ruhigen Wohnlagen gemessen wurde. Dies erlaubt eine eindeutige Zuordnung von ausschließlich durch Fluglärm induzierten physiologischen Reaktionen. Die mittlere Geräuschgesamtlänge der Flugzeuge betrug 78.0 s.

	mittl. Anzahl von Flugzeugen [%]	Leq ₃ außen [dB(A)]	Leq ₃ innen [dB(A)]
Frühling	21.1	54.8	34.3
Sommer	30.0	52.8	37.3
Herbst	22.9	53.5	36.0
Winter	25.9	55.0	36.8

Tabelle 1: Vergleich des mittleren jahreszeitlichen Nachtflugaufkommens mit dem energieäquivalenten Dauerschallpegel Leq₃ außen und innen am Ohr des Schlafers im Zeitraum von 0.00 – 6.00 Uhr. Die Außenpegel sind nicht freifeldkorrigiert.

Tab. 1 zeigt einen Vergleich des jahreszeitlichen prozentualen in der Studie aufgezeichneten Nachtflugaufkommens mit dem gemessenen energieäquivalenten Dauerschallpegel Leq₃. Da Außen-Leq₃ und das Flugzeugaufkommen offensichtlich nicht miteinander korreliert sind, wird deutlich, dass auch jahreszeitbedingte Umgebungsgeräusche (Vogelgezwitscher, Wetterlage) einen nicht unerheblichen Beitrag zum Gesamtdauerschallpegel leisten. Der Innen-Leq₃ hängt hingegen natürlich sehr stark von der jeweiligen Fensterstellung ab.

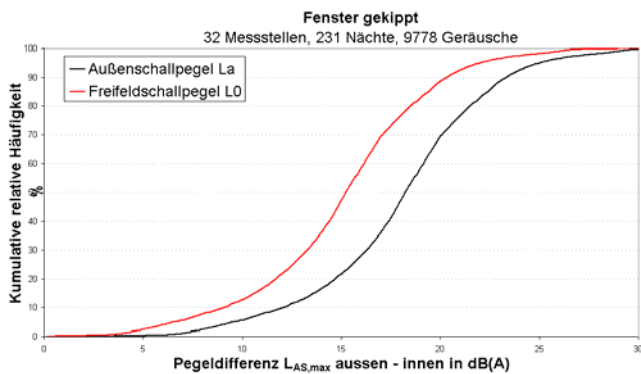


Abbildung 2: Differenz der Schalldruckmaximalpegel von Flugzeuggeräuschen zwischen dem Außenmikrofon und dem Innenmikrofon am Ohr des Schlafers bei gekipptem Fenster. Der Median für die Differenzbildung mit Hilfe des unkorrigierten Außenschallpegels (schwarze Kurve) beträgt 18.3 dB(A). Für den Freischallpegelwert (rote Kurve) sind 3 dB(A) abzuziehen.

In der Praxis ist besonders auch die Frage nach der Differenzbildung von Außen- und Innenschalldruckpegel von Interesse, da hiermit, durch für Flughäfen prognostizierte Außenschalldruckpegel, Innenpegel und somit diejenigen Lärmschutzgebiete berechnet werden können, in denen zusätzlicher Schallschutz zu gewähren ist.

In Abb. 2 sind hierzu die Maximalpegel außen und innen am Ohr des Schlafers sämtlicher ungestörter Flugzeuggeräusche aufgetragen worden. Eine andere mögliche Auswertungsmethode ist die Differenzbildung der Leq₃ sämtlicher ungestörter Außen- und Innenfluglärmereignisse und deren Mittelung über die Nacht und über die neun Nächte einer Messperiode. In Tab. 2 sind diese Werte einander

gegenübergestellt. Es zeigen sich nur geringfügige Unterschiede in den Ergebnissen.

	Differenz		
	Maximalpegel [dB(A)]	Leq _{3 event} [dB(A)]	
	Flugzeug	Auto	Flugzeug
Fensterstellung gekippt	18.3 (15.6, 20.8)	16.7 (12.2, 18.3)	18.4
geschlossen	28.6 (23.7, 33.2)	30.0 (21.9, 33.2)	28.4
offen	13.0 (11.7, 14.4)	16.4 (13.3, 17.8)	13.5

Tabelle2: Differenzen zwischen Außen- und Innenschalldruckpegeln in Abhängigkeit von der Fensterstellung. In die Auswertung gingen beim gekippten Fenster n=32, bei geschlossenem n=16 und beim offenen n=5 Messstellen ein. In Klammern sind die Interquartilsspannweiten vom 2. bis zum 3. Quartil angegeben. Die Außenpegel sind nicht freifeldkorrigiert.

Zusammenfassung

Die in der DLR-Feldstudie an 46 Orten im Umkreis des Köln/Bonner-Flughafens in je 9 Nächten über insgesamt 15 Monate gemessenen akustischen Daten geben einen praxisnahen Einblick in die reale nächtliche Lärmbelastung außen und am Ohr des Schlafers für ein vom Nachtfluglärm stark belastetes Gebiet. Zur ereigniskorrelierten Auswertung von lärmbedingten Schlafstörungen mittels EEG ist es unerlässlich, den vom Schlafler perzipierten Schalldruckpegel zu messen.

In den Messgebieten, die vorwiegend von Nachtfluglärm betroffen sind, hängt der Nacht-Leq₃ in den einzelnen Jahreszeiten nicht nur vom Flugaufkommen, sondern zu einem nicht unerheblichen Teil auch von der Wetterlage, den jahreszeitbedingten Umgebungsgeräuschen (wie z.B. Vogelgezwitscher) und wetterbedingten Absorptionskoeffizienten ab.

Die Differenz von äußerem und innerem Schalldruckpegel variierte von 11 bis 38 dB(A), hauptsächlich abhängig von der Fensterstellung und der speziellen Raumakustik. Hierbei wurden die äußeren Schalldruckpegel noch nicht korrigiert, um zu Schallfreifeldpegeln zu kommen. Die DIN 45645 Teil 1 schreibt hierfür einen Abzug von 3 dB(A) vor. Die zwei möglichen Auswertungsmethoden der Differenzbildung nach Maximalpegeln oder Einzel-Leq₃ unterscheiden sich in ihren Ergebnissen nur geringfügig voneinander.

Literatur

- [1] Basner, M., et al.: Nachtfluglärmwirkungen – Band 1: Zusammenfassung. Köln: DLR-Forschungsbericht 2004-07/D
- [2] DIN 45645, Teil 1 (Juli 1996): Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen – Geräuschmissionen in der Nachbarschaft, Beuth-Verlag, Berlin.
- [3] DIN 45643, Teil 3 (Oktober 1984): Messung und Beurteilung von Flugzeuggeräuschen – Ermittlung des Beurteilungspegels für Fluglärmmissionen, Beuth-Verlag, Berlin.