

Belästigung durch Fluglärm in Abhängigkeit vom Schallpegel und aktivem Engagement vs passivem Ertragen.

Eine Simulationsstudie zur Validität von physikalischen Lärm-Messverfahren

Karl Theodor Kalveram ¹

Universität Düsseldorf, Institut für Experimentelle Psychologie. e-mail: kalveram@uni-duesseldorf.de
web: <http://www.psych.uni-duesseldorf.de/kalveram.htm>

¹ Gefördert durch Projekt "Ökologische Lärmwirkungsforschung" des Landes NRW

Zusammenfassung: Untersuchungen zum Lärmkontingenzkonzept, in denen Akzeptanz, Belästigungsverhalten und Meinungsbild von Anwohnern des Düsseldorfer Flughafens zwischen 1987-1995 erfragt wurden, ergaben, dass ca 20% der befragten Personen sich aktiv gegen Fluglärm engagiert hatten. Eben diese Personengruppe zeigte auch eine stark erhöhte Belästigungsreaktion, welche, bezogen auf den energie-äquivalenten Schallpegel, ca 20 dB betrug. Die Verhaltensvariable "aktives Engagement", interpretiert als Lärmempfindlichkeit, scheint daher auf den ersten Blick den Zusammenhang zwischen Schalldosis und Belästigung erheblich zu moderieren. In Berechnungen und Simulationen zeigte sich aber nur eine geringfügige Erhöhung des (multiplen) Korrelationskoeffizienten (von 0.5 auf 0.54), wenn die Art des persönlichen Engagements mit berücksichtigt wurde. Auch die Schalldosis-Wirkungsbeziehungen zeigten in der Simulation nur geringfügige Unterschiede. Daher ist fraglich, ob der geringe Effekt, den eine Erfassung der Lärmempfindlichkeit von Anwohnern mit sich bringen würde, die hohen Kosten einer solchen Erfassung wettmachen kann.

Einleitung

Der Zusammenhang zwischen dem physikalischen Schallpegel (besser: Schallenergie-dosis) eines Geräuschs und der subjektiven Belästigung durch das Geräusch ist in der Regel nur mittelgroß: Die Validität der Pegelmessung, ausgedrückt durch den Korrelationskoeffizienten zwischen Pegelhöhe und Belästigungsgrad, erreicht meist nur Werte um 0,5 (Kalveram 1995). Persongebundene Variable, insbesondere die Lärmempfindlichkeit, beeinflussen aber ohne Zweifel ebenfalls das Belästigungserlebnis. Die Frage ist daher: Wie verändert die Berücksichtigung persongebundener Variablen, z.B. der Lärmempfindlichkeit, den Validitätskoeffizienten und den Dosis-Wirkungs-Zusammenhang zwischen Pegelhöhe und Belästigungserlebnis? Aus Mangel an einschlägigen Untersuchungen hierzu soll der Frage mit Hilfe einer rechnerischen Abschätzung und Simulationstechniken nachgegangen werden.

Methode

Der Einfluss von Lärmpegel L und Lärmempfindlichkeit S auf den Belästigungsgrad A kann als multipler Korrelationskoeffizient $r_{L+S,A}$ ausgedrückt werden, wobei L in der Regel als A-bewerteter energie-äquivalenter Dauerschallpegel (Schalldosis) am Immisionsort gemessen wird, während S und A meist mittels Fragebögen und/oder durch Ankreuzen auf Ratingskalen erhoben werden. Die Zusammenhänge können im Rahmen eines *linearen statistischen Regressionsmodells* quantitativ wie folgt formuliert werden (vgl. Bronstein & Semendjajew 1979):

$$\begin{array}{rcc}
 35 \dots 95 \text{ dB} & 0 / 20 \text{ dB} & \text{Fehler } (\bar{E} = 0, \sigma_E = 1) \\
 \downarrow & \downarrow & \downarrow \\
 A = a \cdot \frac{L - \bar{L} + S - \bar{S}}{\sigma_L} & & + c \cdot E \\
 = a \cdot \frac{L - \bar{L}}{\sigma_L} & + a \cdot \frac{S - \bar{S}}{\sigma_L} & + c \cdot E \quad (1) \\
 = a \cdot \frac{L - \bar{L}}{\sigma_L} & + b \cdot \frac{S - \bar{S}}{\sigma_S} & + c \cdot E \quad \text{mit } b = \frac{a \cdot \sigma_S}{\sigma_L} \\
 \uparrow & \uparrow & \uparrow \\
 a = r_{L,A} = 0,50 & b \text{ abhängig von } \sigma_S & c = \sqrt{1 - 0,5^2} = 0,87
 \end{array}$$

Die immitierten L-Werte werden im folgenden auf das Intervall zwischen 35 und 95 dB begrenzt und dort als gleichverteilt angenommen. Für $\sigma_S=0=b$ erhält man die Normal-Population, in der keine unterschiedliche Lärmempfindlichkeit vorliegt. Bei Annahme von $a^2+c^2=1$ ist auch $\sigma_A=1$ und der Regressionskoeffizient a entspricht dem Korrelationskoeffizienten $r_{L,A}$, während der Regressionskoeffizient c den Standard-Schätzfehler wiedergibt (vgl. Kalveram 1995). Für $\sigma_S>0$ erhält man die Population mit unterschiedlich lärmsensibilisierten Probanden. In diesem Falle gilt

$\sigma_A = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2} = \sqrt{1+b^2}$. Wenn Anhaltspunkte hinsichtlich Verteilung und Ausmaß der

Lärmempfindlichkeit in der Bevölkerung vorliegen, kann man b - und damit σ_A - auch für diesen Fall berechnen. Hier bietet sich eine Untersuchung zum Lärmkontingenzzkonzept (Kastka et al. 1996) an, in der ein Meinungsbild von Anwohnern des Düsseldorfer Flughafens zwischen 1987-1995 erfragt wurde. Dabei ergab sich, dass sich 1995 ca 20% der befragten Personen aktiv gegen Fluglärm engagiert hatten. Eben diese Personen zeigten auch eine stark erhöhte Belästigungsreaktion. Nach Kastka et al. (1996) lag diese, bezogen auf den energie-äquivalenten Schallpegel, um ca 20 dB höher als bei den Personen, die sich nicht aktiv engagiert hatten. Es liegt nahe, dieses aktive Engagement als Indikator für Lärmempfindlichkeit zu verwenden; man kann sie in (1) durch eine weitere Zufallsvariable S berücksichtigen, welche mit der Wahrscheinlichkeit $p=0,2$ den Wert 20 und mit der Wahrscheinlichkeit von $q=1-p=0,8$ den Wert 0 annimmt. Aus der gewählten Variationbreite für L und der Definition von S erhält man $\sigma_L = (95 - 35)/\sqrt{12}$ und $\sigma_S = 20 \cdot \sqrt{p \cdot q} = 20 \cdot \sqrt{0,2 \cdot 0,8}$. Daraus kann b und σ_A nach (1) letzte Zeile berechnet werden. Die neuen Standard-Regressionskoeffizienten ergeben sich dann zu $a'=a/\sigma_A$, $b'=b/\sigma_A$, $c'=c/\sigma_A$. Damit erhält man für die multiple Korrelation zwischen Lärmpegel plus Lärmempfindlichkeit einerseits und der Belästigungswirkung andererseits $r_{L+S,A} = \sqrt{a'^2 + b'^2} = 0,537$ und für den partiellen Korrelationskoeffizienten zwischen Lärmpegel und Belästigung $r_{L,A} = a' = 0,487$. Simulationen auf der Grundlage von (1) erste Zeile ergaben ähnliche Resultate und zeigten, dass sich entsprechend auch die Dosis-Wirkungskurven der beiden Gruppen kaum unterschieden.

Zum Vergleich: In der Normal-Population war $r_{L,A} = a = 0,5$.

Schlussfolgerungen:

1. Das Auftreten unterschiedlich lärmempfindlicher Personen vermindert den ursprünglichen Zusammenhang zwischen Schalldosis und Intensität des globalen Belästigungserlebnisses ($r_{L,A}$), aber erhöht den multiplen Zusammenhang zwischen Schalldosis plus Lärmempfindlichkeit einerseits und dem Belästigungserlebnis andererseits ($r_{L+S,A}$).
2. Lärmempfindlichkeit gilt als einer der wirksamsten Moderatoren der Belästigungswirkung. Dennoch hat die Berücksichtigung der Lärmempfindlichkeit offenbar nur sehr geringe Effekte hinsichtlich von Gruppenunterschieden in der Bevölkerung. Denn der multiple Zusammenhang erhöht sich – zumindest unter ähnlichen Bedingungen wie in der vorliegenden Arbeit - bei einer Gruppe mit unterschiedlich lärmempfindlichen Probanden nur unwesentlich gegenüber einer Gruppe, in der keine Unterschiede bei der Lärmempfindlichkeit vorliegen. Auch der (partielle) Korrelationskoeffizient zwischen Lärmpegel und Belästigung sinkt praktisch kaum ab.
3. Es ist daher fraglich, ob sich die Kosten lohnen, welche eine Befragung der Anwohner hinsichtlich ihrer Lärmempfindlichkeit mit sich bringen würde.

Literatur

- Bronstein, I. N.; Semendjajew, K. A.: Taschenbuch der Mathematik (23. Auflage). Thun und Frankfurt: Harri Deutsch 1979
- Kalveram, K.Th. (1995) Psychologische Test-Theorie und der Zusammenhang zwischen physikalischer Schallenergie-Dosis und Belästigungswirkung. Zeitschrift für Lärmbekämpfung 42 (1995) 131-140
- Kastka, J., Borsch-Galetke, E., Buchta, E., Mau, U., Muth, T. Siegmann, S. (1996) Interdisziplinäre Längsschnitt-Untersuchungen zur Wirkung von Fluglärm auf die Anwohner am Düsseldorfer Flughafen 1987-1995. 36. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V. 6.-9. Mai 1996 in Wiesbaden