



Lärmmedizinische Untersuchungen: Neuere Erkenntnisse der Lärmwirkungsforschung

Alexander Samel und Mathias Basner

DLR-Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, 51170 Köln



Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Präsentation: BMVBS, Bonn, 17.1.2006

Übersicht Fluglärmwirkungen

- **Studienformen und Ergebnisse neuerer Studien**
- **Frankfurter Synopse**
- **DLR-Studie zu Nachtfluglärmwirkungen**
- **Anwendung der DLR-Ergebnisse auf einen Flughafen**

Untersuchungskonzepte in der Lärmwirkungsforschung

für Störungen, Gefährdungen, Beeinträchtigungen

p r i m ä r

(z.B. Tiefschlaf, Aufwachen)

Studien zu Akutwirkungen
(empirische Studien)

s e k u n d ä r

(z.B. Leistung, Belästigung)

Studien zu Kurzzeitwirkungen
(empirische Studien)

t e r t i ä r

(z.B. Gesundheitsstörungen)

Studien zu Langzeitwirkungen
(epidemiologische Studien)

Untersuchungskonzepte: Empirische Studien

- **Vorteile**
 - kurzer Beobachtungszeitraum
 - exakte Erfassung (bzw. sogar Vorgabe) der Dosis (Lärm) möglich
 - exakte und zeitgleiche Erfassung der Wirkung möglich
 - Aufstellung präziser Dosis-Wirkungsbeziehungen
- **Nachteile**
 - nur indirekte Aussagen über Langzeitwirkungen möglich
- **Beispiele**
 - DLR-Fluglärmstudie 1999-2004
 - Züricher Lärmstudie 2000
 - laufende Laborstudien (DLR, IfADo)

Untersuchungskonzepte: Epidemiologische Studien

- **Vorteile**
 - direkte Aussagen über Langzeitwirkungen möglich
- **Nachteile**
 - **andere Risikofaktoren** führen zur gleichen Krankheit (Confounding)
 - Krankheiten mit **langen Induktionszeiten**
 - korrekte Erfassung der Dosis (Lärm) erschwert
 - Aussagen über **kausale Beziehungen** nur mit bestimmten Studientypen möglich
 - je nach Studientyp z.T. **langer Beobachtungszeitraum**
 - einziger Deskriptor für Dosis: **L_{eq}**

Epidemiologische Untersuchungen

Probleme bei der Erfassung der Dosis (Lärm)

- **Lärm wird meist nur berechnet, selten gemessen**
 - wie viel kommt vom Lärm tatsächlich in den Räumen an?
(Bausubstanz, Lage des Zimmers, Fensterstellung)
- **Wie hoch ist die Belastung durch andere Lärmquellen?**
 - Lärmbelastung durch andere Verkehrsträger
 - Lärmbelastung durch Nachbarschafts- und Industrielärm
 - Lärmbelastung am Arbeitsplatz
- **Bei Krankheiten mit langen Induktionszeiten**
 - gravierende Änderungen der Lärmbelastung im Laufe der Jahre!
 - wie lange hält sich jemand in seiner Wohnung auf?
 - in welchen Räumen hält sich die Person wie lange auf?

→ **Fehlklassifikationen wahrscheinlich**

Epidemiologische Untersuchungen

Confounding

- **Berücksichtigung anderer Risikofaktoren erforderlich**

NaRoMI-Studie:

- Zuckerkrankheit
- Bluthochdruck
- Rauchen
- Herzinfarkt in der Familie
- Fettstoffwechselstörung
- Übergewicht
- Dauer der Schulausbildung
- allein lebend
- arbeitend oder arbeitssuchend
- mehr als 40 h pro Woche arbeitend
- Schichtarbeit

Epidemiologische Untersuchungen

Studientypen

- **Querschnittsstudien**
- **Ökologische Studien**
- **Längsschnittstudien**
- **Fall-Kontrollstudien**

Querschnittsstudien

- **Vorteile**
 - kurze Studiendauer
 - kostengünstig
- **Nachteile**
 - keine Aussagen über kausale Zusammenhänge möglich
- **Beispiele**
 - v. Kamp et al. (2004)
 - Stansfeld et al. (2005)
 - Maschke et al. (2005)

Beispiele:

v. Kamp et al. (2004): Lärmsensitivität und Belästigung (3 Flughäfen)

Stansfeld et al. (2005): Lesen, Erkennen, Belästigung bei Kindern (Flug- und Straßenlärm): Dosiswirkungsbeziehungen ermittelt; Aufmerksamkeit und Gesundheit nicht beeinträchtigt.

► „Schools exposed to high levels of aircraft noise are not healthy educational environments“ (Zitat)

Maschke et al. (2005): „Spandauer Gesundheitssurvey“: Assoziation von L_{eq} (nachts, >55 dB) und Hypertoniebehandlungen (Straßen-, nicht bei Fluglärm)

Ökologische Studien

- **Unterschied zur Querschnittsstudie**
 - ein Teil der Daten wird nicht auf Individualebene, sondern als Gruppenmittelwert erhoben
- **Vorteile**
 - Daten sind häufig schon vorhanden
 - kurze Studiendauer
 - kostengünstig
- **Nachteile**
 - keine Aussagen über kausale Zusammenhänge möglich
 - Ergebnisse können ohne Einflussmöglichkeit des Untersuchers verzerrt sein
- **Beispiel**
 - laufende Studie (epi-consult) am Köln-Bonner Flughafen

Längsschnittstudien (Kohortenstudien)

- **Vorteile**
 - genaue Erfassung von Lärm und anderen Risikofaktoren während der Studie möglich
 - kausale Zusammenhänge können aufgedeckt werden
- **Nachteile**
 - (sehr) lange Studiendauer
 - teuer
- **Beispiel**
 - Wirth et al. (2005)
 - Fluglärmbelästigung im zeitlichen Verlauf:
 - der 25%-Anteil „Hochbelästigter“ wurde vor ca. 30 Jahren bei einem ca. 8 dB höherem Fluglärm (L_{dn}) als heute erreicht (1970: ca. 68 dB, 2000: ca. 60 dB)
 - z.T. Meta-Analyse, **keine** Kohortenstudie

Fall-Kontroll-Studien

- **Vorteile**
 - relativ kurze Studiendauer
 - Aussagen über kausale Zusammenhänge möglich
 - auch für seltene Ereignisse geeignet
- **Nachteile**
 - retrospektive Erfassung von Lärm und anderen Risikofaktoren
 - Auswahl geeigneter Kontrollen schwierig
- **Beispiel**
 - Babisch et al. (2005) „NaRoMI“

Beispiel:

Babisch et al. (2005): „NaRoMI“-Studie:

Herzinfarkt durch **Straßenlärm** (L_{Tag}) bei **Männern** erhöht bei >70 dB versus <60 dB, (OR=1,3; CI: 0,88-1,84);

bei mehr als 10 Jahren Wohndauer OR=1,8; CI: 1,02-3,21;

beim Vergleich >65 dB mit <60 dB, OR=1,2; CI: 0,93-1,5;

bei >10 Jahren Wohndauer OR=1,4; CI: 1,0-2,0,

„Frankfurter Synopse“ (1)

„Fluglärmkriterien für ein Schutzkonzept bei wesentlichen Änderungen oder Neuanlagen von Flughäfen / Flugplätzen“

Autoren: Prof. Frau Griefahn, Jansen, Scheuch, Spreng (ZfL 2002)

- Bewertung von bis zu 932 Literaturstellen
- Basis für die Beurteilung:
 1. Verbesserung des Lärmschutzes der Bevölkerung als Vorsorge
 2. Berücksichtigung der wissenschaftlichen Fundierung
 3. Differenzierte Betrachtung von Schutzzielen

„Frankfurter Synopse“ (2)

Hierarchie von Begrenzungswerten

1. Kritischer Toleranzwert (KTW)
 - ▶ Gesundheitsgefährdung nicht auszuschließen (**Handlungszwang**)
2. Präventiver Richtwert (PRW)
 - ▶ Vorsorgewert, Gesundheitsgefährdung weitgehend ausgeschlossen (**Handlungsbedarf**)
3. Schwellenwert (SWW)
 - ▶ erste psychophysiologische Änderungen (**langfristige Handlungsempfehlung**)

„Frankfurter Synopse“ (3)

Sieben Schutzziele in medizinischen, physiologischen und psychologischen Bereichen:

1. Vermeidung von Hörschäden
2. Vermeidung von extraauralen Gesundheitsschäden und Krankheiten
3. Vermeidung von erheblicher Belästigung
4. Vermeidung von Störungen der Kommunikation
5. Vermeidung der Störung von Erholung/Rekreation (außen)
6. Vermeidung von Störungen des Schlafs (innen)
7. Besonders schutzbedürftige Bereiche (Kindergärten, Schulen, Krankenhäuser, Altenheime)

„Frankfurter Synopse“ (4)

Zahlenwerte für KTW, PRW, SWW als

- Maximalpegel oder
- Äquivalente Dauerschallpegel
(bezogen auf 24 h, 16 h (tags) oder 8 h (nachts));

Für die Nacht zusätzliche Zeitintervalle (22 – 1 bzw. 1 – 6).

Maximalkriterien meist als NAT-Wert (*number above threshold*)

„Frankfurter Synopse“ – Diskussion (1)

- Die sieben Schutzziele umfassen die wesentlichen Bereiche.
- Trias (KTW, PRW, SWW) von Bewertungsgrenzen kommt Rechtsanwendern entgegen.
- Alle angegebenen Grenzwerte sind Setzungen, die auf mehr oder weniger fundierten wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhen, die dennoch häufig plausibel erscheinen. „Die Ergebnisse der internationalen wissenschaftlichen Literatur lassen eine allgemein anerkannte dB-exakte Ableitung von Grenzen nicht zu.“ (Autoren-Zitat)
- „Neue wissenschaftliche Erkenntnisse, die auf ihre Tragfähigkeit zu prüfen sind, sind unmittelbar in die Bewertung einzubeziehen.“ (Zitat der Autoren).

„Frankfurter Synopse“ – Diskussion (2)

- Aurale Gehörschäden: Grenzen des Arbeitsschutzes sollte für Umweltlärm deutlich unterschritten werden. Das wäre auch noch nach der geplanten geänderten Arbeitsschutzrichtlinie ($L_{eq} = 80$ dBA innen) der Fall (KTW = 80 dBA außen).
- Extraaurale Gesundheitsschäden: keine gesicherten Daten über kausale Zusammenhänge vorhanden, aber Annahme eines erhöhten Risikos kann nicht zurückgewiesen werden, da Assoziationen (z.B. bzgl. erhöhtem Herzinfarkttrisiko ab $L_{eq} = 65$ dB) vorhanden.
- Erhebliche Belästigung: Definition ist ein Problem! Z.B. Schulz-Kriterium (28% einer Skala „ziemlich belästigt“), AK Lärmwirkungen beim UBA (50% einer Skala „wesentlich belästigt“). Daraus ergäben sich andere Bewertungsgrenzen bzw. Grenzwerte.

„Frankfurter Synopse“ – Diskussion (3)

- Schlafstörungen: Definition von (akustischen) L_{eq} - und NAT-Kriterien erscheint nicht (mehr) sinnvoll, da physiologische Kriterien vorliegen z.B. für Aufwachreaktionen (AWR).

DLR-Ergebnisse:

- Schwelle für fluglärmbedingte AWR bei $L_{max}=33$ dB(A), also nicht bei 6x60 (KTW), 13x53 (PRW) oder 23x40 (SSW)
- Energieäquivalenz **nicht gleich** Wirkungsäquivalenz (Halbierung des L_{eq} bedeutet nicht Halbierung der Wirkung)

NAT 6x60 bedeutet z.B., dass 12x59 oder 5x75 möglich wären (im Rahmen des L_{eq}), führen aber zu sehr unterschiedlichen AWR:
12x59: 70% Wahrscheinlichkeit für AWR,
5x75: 50% Wahrscheinlichkeit für AWR

Zusammenfassung – Diskussion (1)

- Epidemiologische Studienergebnisse zum Zusammenhang zwischen **Fluglärm** und **Gesundheitsbeeinträchtigungen** (z.B. Herzinfarkttrisiko) sind (sehr) rar, vor allem für nächtliche Ruhestörungen Bewertungsgrenzen schwierig zu definieren.
- Die unabhängige Variable (akustische Kenngröße z.B. L_{eq}) ist selten gut genug gemessen oder berechnet worden.
- Aus den vorliegenden Daten von Querschnitts- und Fall-Kontroll-Studien können daher nur sehr wenige, mit großen Unsicherheiten behaftete Grenzwerte abgeleitet werden, insbesondere für die Nacht.
- Daher können aus epidemiologischen Studien bestenfalls pauschale Abschätzungen gemacht werden (z.B. KTW ~ 65 dB, PRW ~ 60 dB für Herzinfarkttrisiko durch (Straßenverkehrs-) Lärm).

Zusammenfassung – Diskussion (2)

- Empirische Studien können Zusammenhänge besser aufklären.
- Für fluglärmbedingte Schlafstörungen wurde in der DLR-Studie eine Aufweckschwelle und eine Dosis-Wirkungsbeziehung ermittelt (z.B. durch maximalpegelabhängige Aufwachreaktionen).
- Die Ergebnisse der (empirischen) DLR-Studie können mit einem konservativen Ansatz verallgemeinert werden, wenn die wesentlichen Gesichtspunkte zur Gesundheitsvorsorge berücksichtigt werden.