

# Unerwünschte Wirkungen von (Verkehrs)Lärm

---

PD Dr.-Ing. Christian Maschke



# Lärm in der Wohnung

Lärm von außen

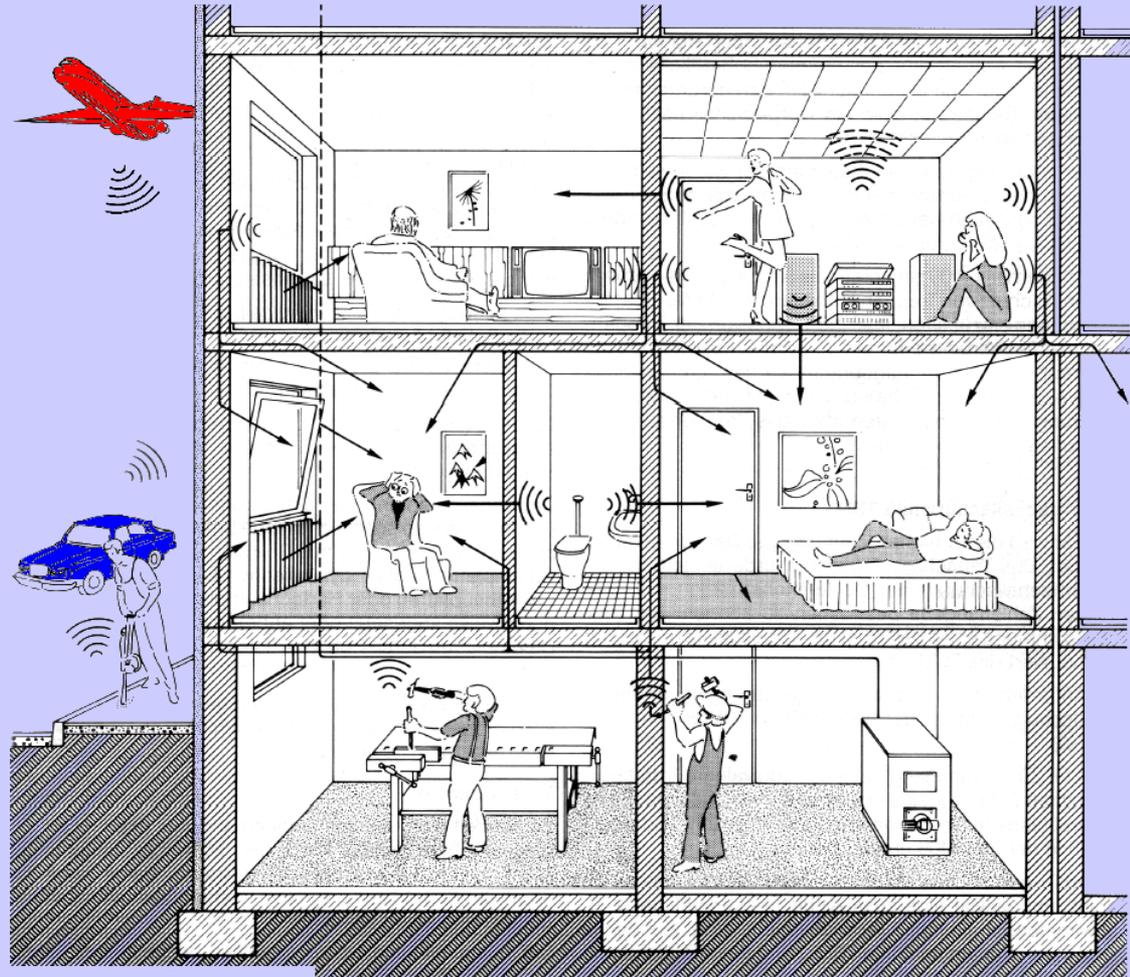
Lärm zwischen  
Wohnungen

Lärm in der  
Wohnung.

Luftschall

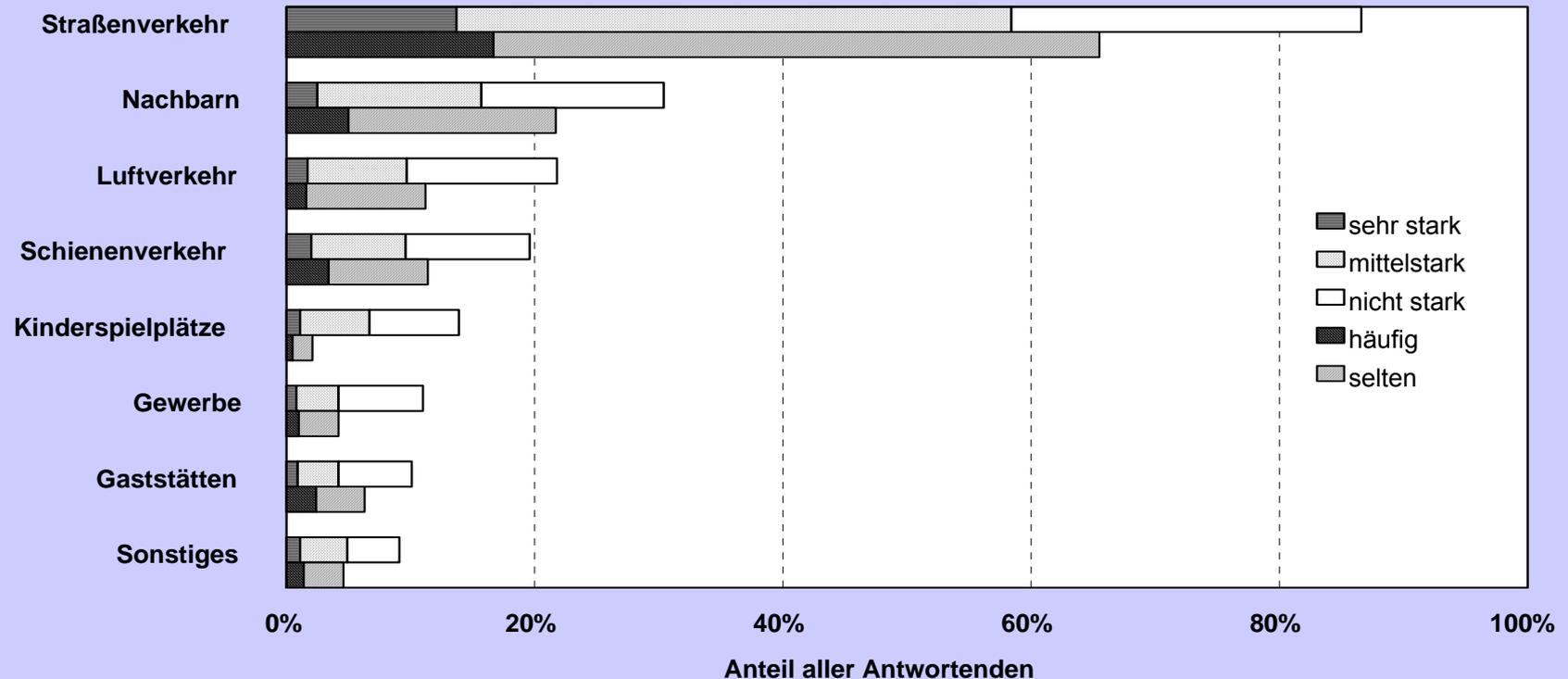
Trittschall

Haustechnik



© RWE Bau-Handbuch

# Lärm in der Wohnung



Relative Antworthäufigkeiten auf die Frage „Wodurch wird der Lärm im allgemeinen verursacht, als wie stark würden Sie ihn jeweils bezeichnen, und wie häufig fühlen Sie sich auch nachts durch den Lärm gestört?“. Stichprobe für Deutschland gesamt (N = 2498 antwortende Probanden) Bundes Gesundheits-Survey 98

# Unerwünschte Wirkungen

1. Hörverlust (Bei Verkehrslärm nicht zu erwarten)
2. Belästigung
3. Störung der Kommunikation
4. Leistungsbeeinträchtigung
5. Störung der Erholung (des Schlafes)
6. Gesundheitsgefährdung

# Belästigung

---

# Belästigung

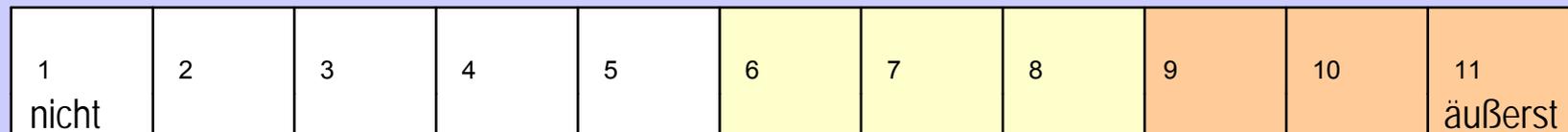
Belästigung ist nicht das Ergebnis der momentan herrschenden Geräuschbelastung, sondern das Ergebnis einer psychobiologischen Informationsverarbeitung unter Berücksichtigung von Erwartung, Gewöhnung, Sensibilisierung und Konditionierung einschließlich der Unbestimmtheit der Exposition. Das Auftreten von Belästigung weist demzufolge bei gleicher Belastung eine große Streubreite auf.

# Starke Belästigung

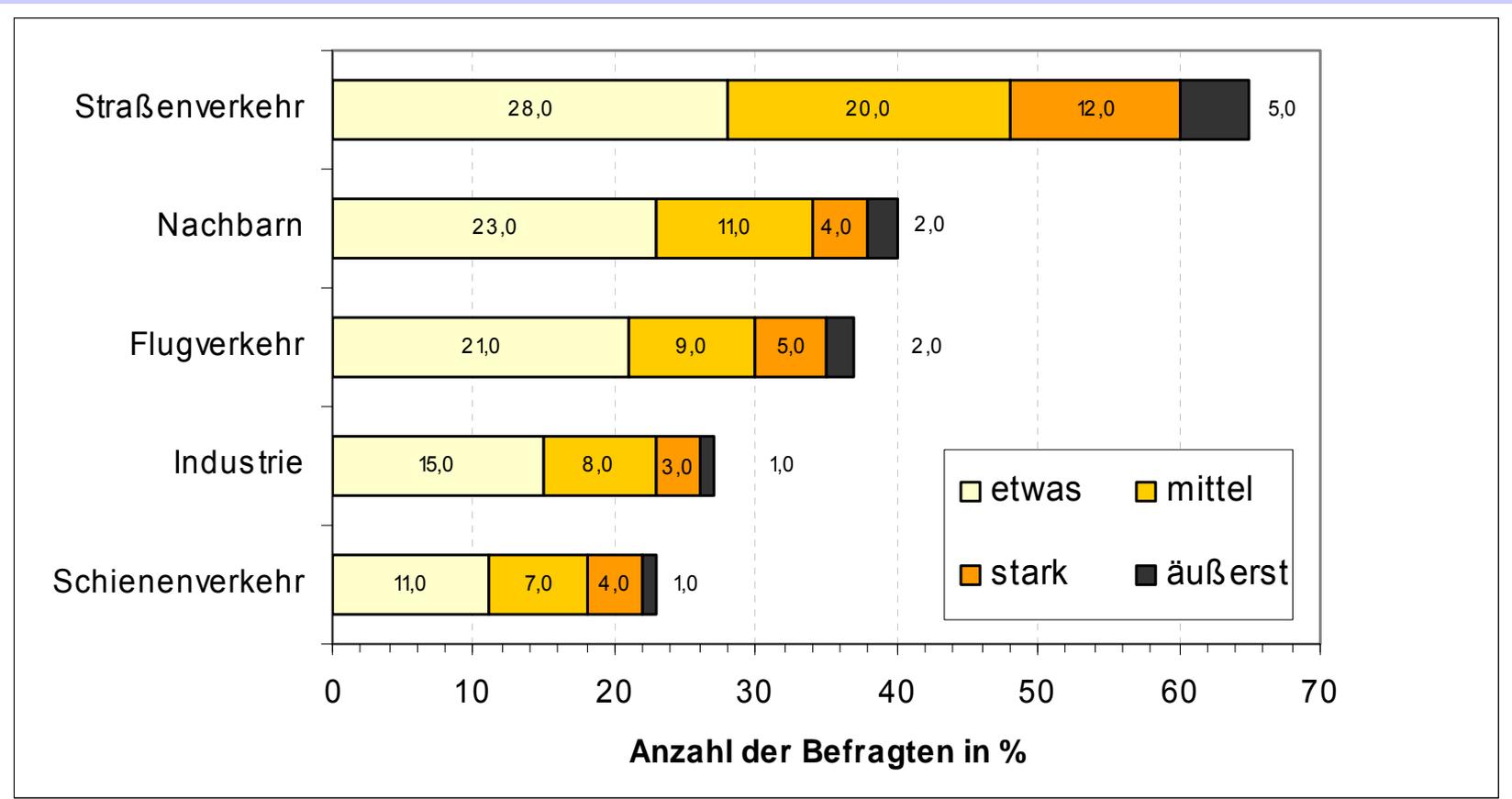
Als "hochgradig belästigt" (highly annoyed) werden nach Schultz [1978] diejenigen Betroffenen bezeichnet, die in Befragungen auf einer kontinuierlichen Belästigungs-Skala einen Wert angeben, der etwa 72 % der Skalenlänge erreicht oder überschreitet.

## Belästigungsangabe

hochgradig  
belästigt

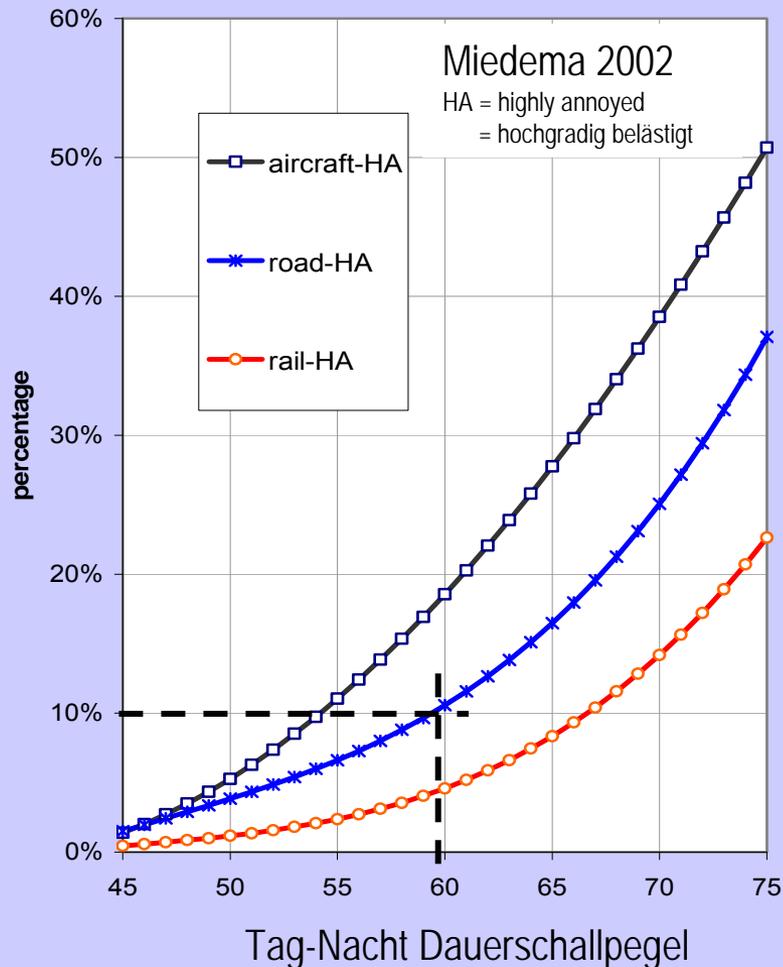


# Lärmbelästigung der Bevölkerung



Lärmbelästigung der Bevölkerung nach Geräuschquellen im Jahr 2002 in Deutschland anhand der IC BEN-Skala. Es wurde die Lärmbelästigung der letzten 12 Monate in der Wohnumgebung erfragt (nach [SRU 2004])

# Hochgradige Belästigung durch Verkehrslärm



Es muss (politisch/juristisch) festgelegt werden, welches Risiko „erheblich“ ist, d. h. welches Risiko (gesellschaftlich) noch hingenommen werden soll.

z.B. 16. BImSchV: 59 dB(A) **am Tage** (allgemeines Wohngebiet)

Hochgradige Belästigung ist auch unterhalb von 59dB(A) zu verzeichnen.

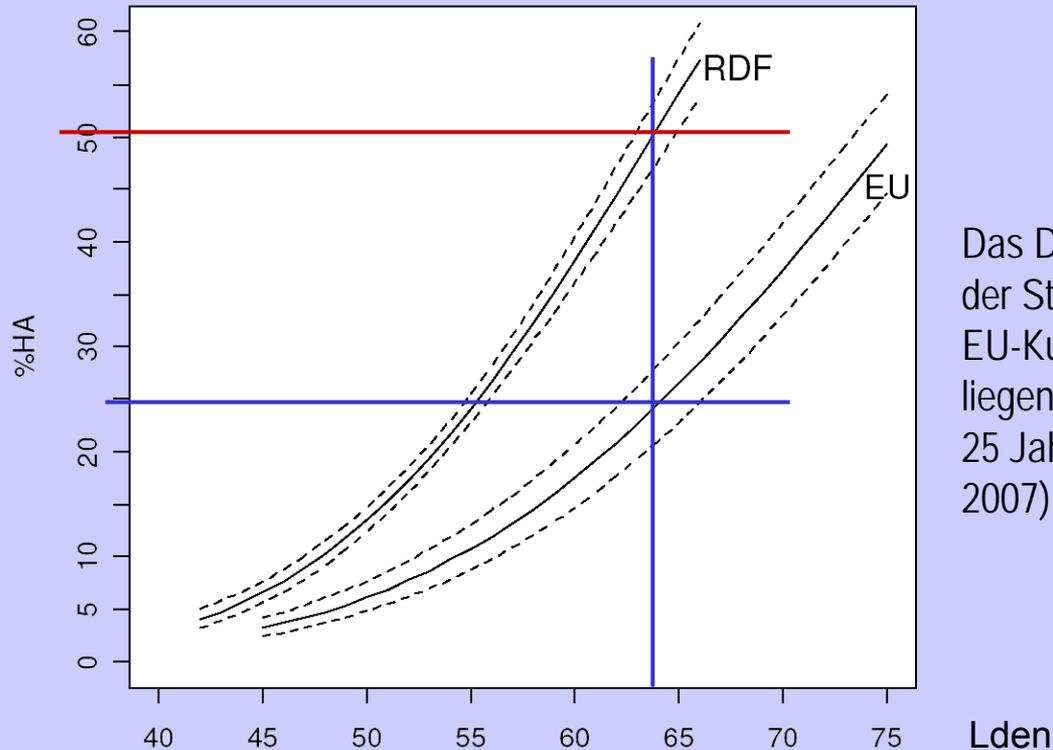
# Lärmindizes der Europäischen Union

Die „bevölkerungsbezogene“ Belästigung weist eine enge Dosis-Wirkungsbeziehung mit 24h-Beurteilungspegeln auf, die für die Nachtzeit einen Pegelzuschlag vorsehen. Der Grund liegt in der tageszeitabhängigen Lästigkeit von Lärm.

Demzufolge ist der  $L_{DEN}$ , der die Abendzeit und die Nachtzeit mit einem Pegelaufschlag versieht, eine geeignete Kenngröße zur Erfassung der lärmbedingten Belästigung.

Der  $L_{night}$  ist für die Belästigung eine weniger geeignete Kenngröße.

# Fluglärm: zeitlicher Trend



Das Durchschnittsalter der Studien, die der EU-Kurve zugrunde liegen, beträgt mehr als 25 Jahre (bezogen auf 2007).

Relative Anzahl von stark Belästigten Anwohnern (% HA) in Abhängigkeit des Tag-Abend-Nacht Pegels (durchgezogene Linien) im EU-Positions Papier und für die RDF- Belästigungsstudie (95% Konfidenzintervall gestrichelt) [Schreckenberget al. 2006].

# Störung der Kommunikation

---

# Erwachsene – Kinder – ältere Menschen

Ungeachtet der Tatsache, dass ein 16-Stunden Dauerschallpegel zur Vermeidung von Kommunikationsstörungen bei intermittierenden Lärmquellen wie z.B. Fluglärm nur wenig geeignet ist, wird der Schutz der Kommunikation heute noch überwiegend anhand von Dauerschallpegel vorgenommen.

# Erwachsene – Kinder – ältere Menschen

Um in Innenräumen eine störungsfreie gute bis sehr gute Sprachverständlichkeit in 1 Meter Abstand zu gewährleisten, muss für Erwachsene ein Störgeräuschpegel  $L_{NA}$  von 45 dB(A) eingehalten werden.

	Kommunikation		
	'eng' 1 m Abstand ruhig/normal [57 dB(A)]	'familiär' 4 m Abstand normal/gehoben [63dB(A)]	'schulisch' 10 m Abstand gehoben/laut [69dB(A)]
Normalhörende	45 dB(A)	39 dB(A)	41 dB(A)
Säuglinge	39 dB(A)	33 dB(A)	–
Kleinkinder	32 dB(A)	26 dB(A)	–
Schulkinder	39 dB(A)	33 dB(A)	36 dB(A)
Schulkinder (HG)		–	21 dB(A)
Schwerhörige	39 dB(A)	33 dB(A)	35 dB(A)
Altersschwerhörige	33 dB(A)	27 dB(A)	29 dB(A)
Hörgeräteträger	36 dB(A)	30 dB(A)	–

Spreng 20003

# Lärmindizes der Europäischen Union

Bei stark intermittierenden Geräuschquellen z.B. Fluglärm ist der äquivalente Dauerschallpegel (bzw. Beurteilungspegel) nicht geeignet eine Kommunikationsbeeinträchtigung anzuzeigen.

Weder die nationalen Kenngrößen noch die harmonisierten Kenngrößen  $L_{DEN}$  und  $L_{night}$  sind geeignet die Störung der Kommunikation durch intermittierenden Verkehrslärm abzuschätzen.

Bei quasi konstantem Verkehrslärm ist darüber hinaus ein 24h-Dauerschallpegel ( $L_{DEN}$ ) als weniger geeignet einzustufen.

# Störung der Erholung

---

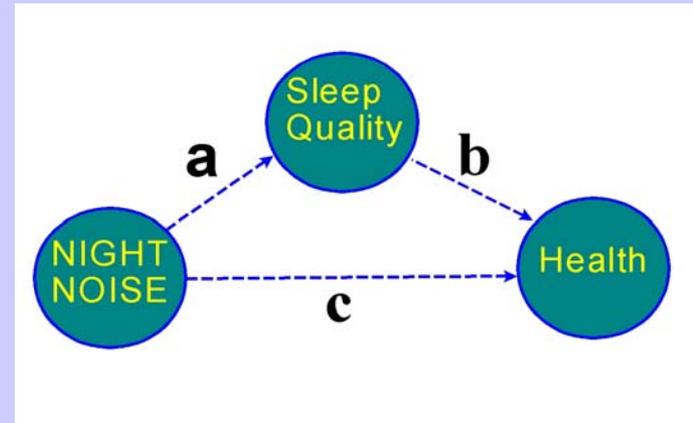
# Nächtliche Erholung

Die Nacht ist für die meisten Menschen die entscheidende Erholungsphase im Tagesgang. Hier regeneriert sich der Organismus und seine „Energiereserven“ werden ergänzt. Durch nächtlichen Verkehrslärm kann diese Regeneration erschwert bzw. gestört werden.

A = kurzfristig

B = langfristig

C = langfristig

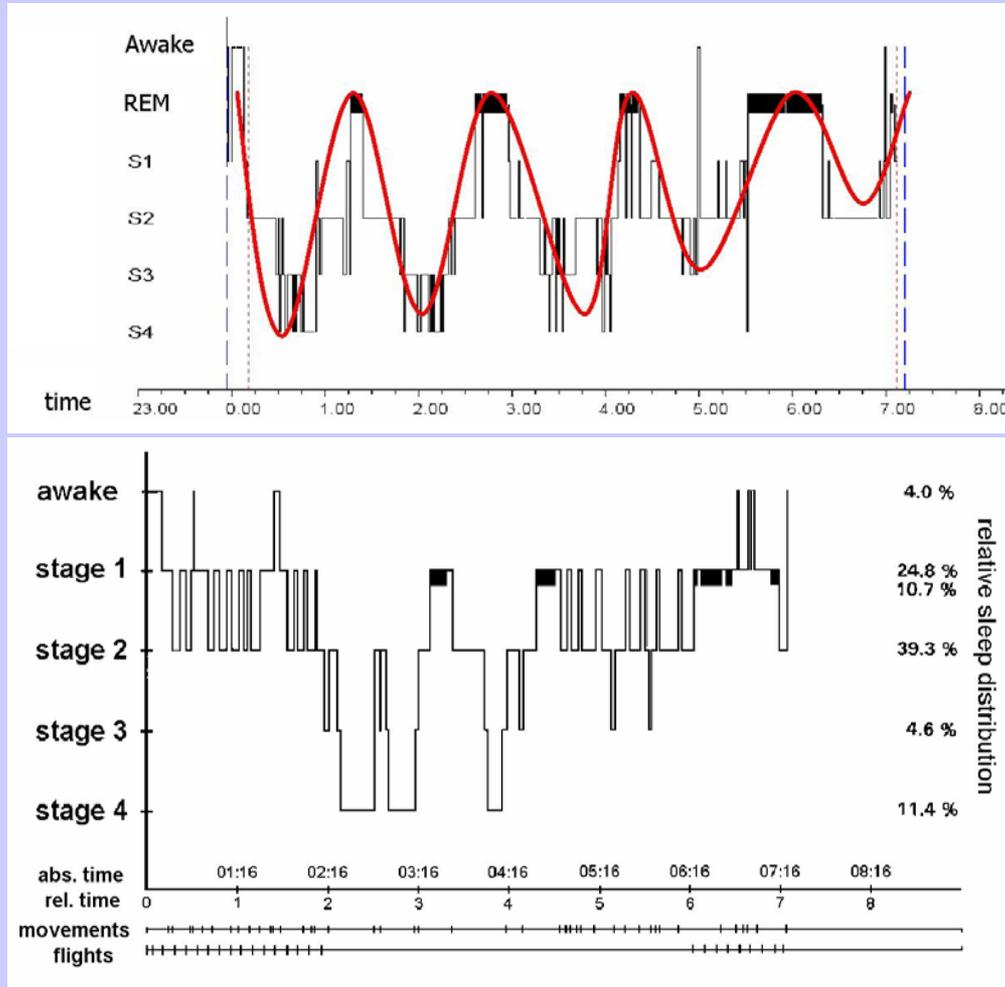


# Schlaf

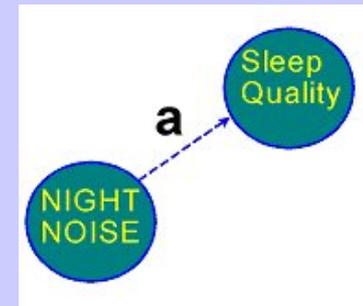
Im Gegensatz zum wachen Menschen ist im Schlaf ein Bewusstseinsverlust zu verzeichnen. Über „Wächterpunkte“ steht der Mensch aber auch im Schlaf ständig mit der Außenwelt in Verbindung. Ein Beispiel ist der „Ammenschlaf“, bei dem eine Bezugsperson bei leisen Geräuschen eines Säuglings erwacht, während sie z. B. bei Gewitterdonnern weiterschläft.

Verkehrslärm signalisiert Gefahr. Daher kann der natürliche Schlafablauf sehr leicht durch Verkehrslärm gestört werden. Damit wird die nächtliche Erholung vermindert und auf lange Sicht ist von einem erhöhten Gesundheitsrisiko auszugehen.

# Schlafstörungen durch Lärm

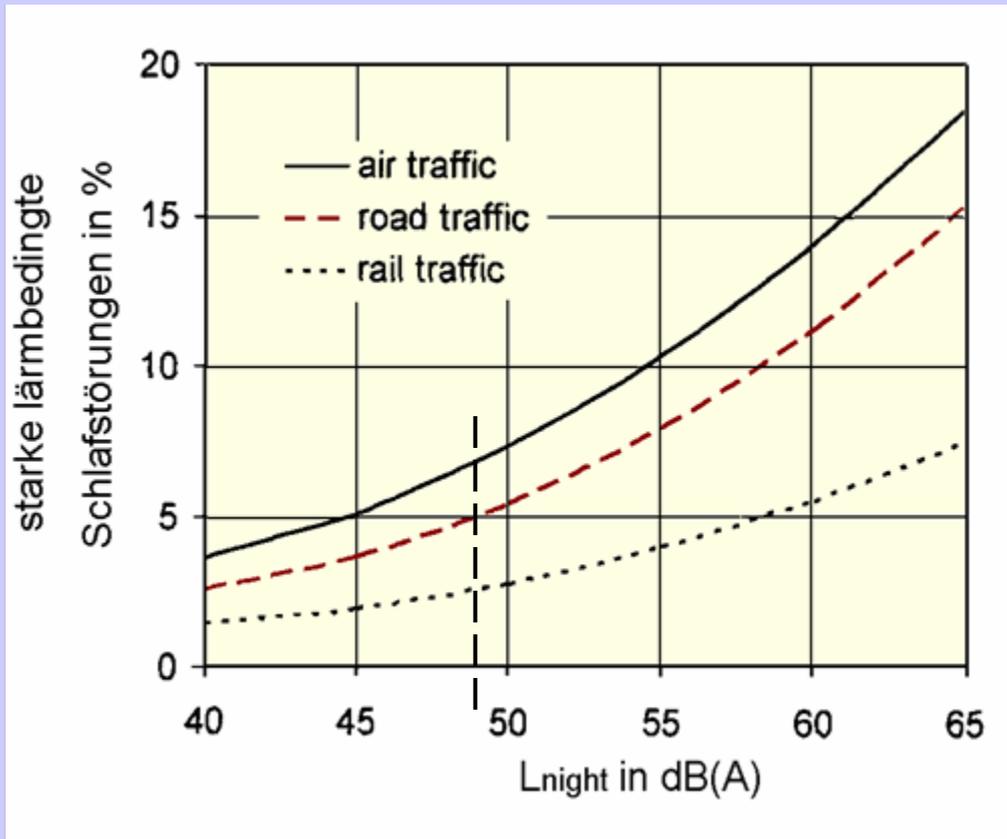


Normaler Schlaf



Durch Fluglärm  
fragmentierter  
Schlaf

# Gesamtschau: Starke Schlafstörungen



Auch bei Schlafstörungen durch Verkehrslärm ist kein Schwellenwert zu erkennen.

16. BImSchV: 49 dB(A) **in der Nacht** (allg. Wohngebiete)  
Starke lärmbedingte Schlafstörungen sind auch unterhalb von 49dB(A) zu verzeichnen

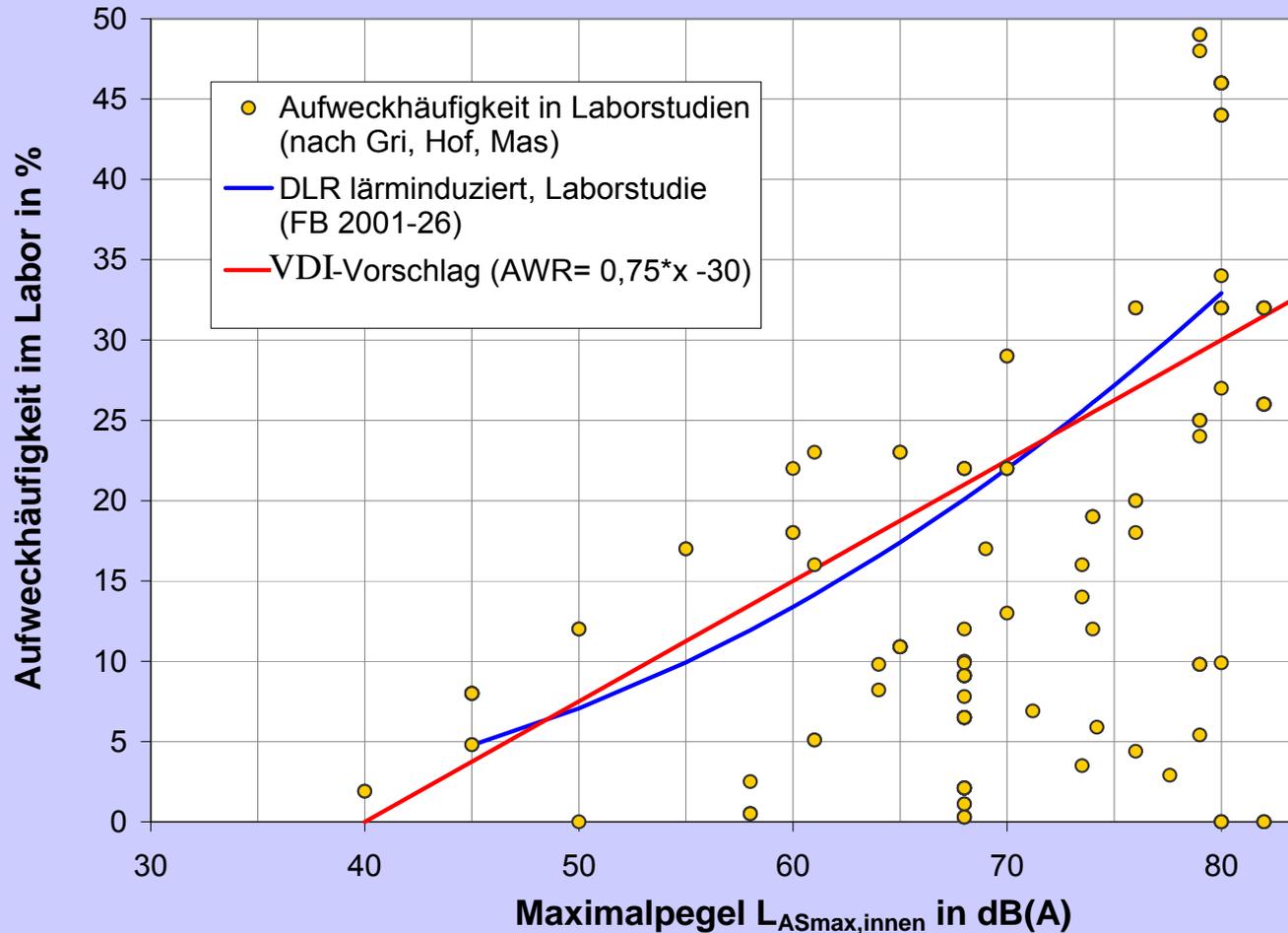
Niederländischer Gezondheidsraad 2004

# Lärmindizes der Europäischen Union

Für intermittierende Geräuschquellen ist der äquivalente Dauerschallpegel weniger geeignet eine Störung des Schlafes anzuzeigen und sollte durch eine Maximalpegel-Ereignishäufigkeitsbetrachtung ergänzt werden.

Demzufolge ist der  $L_{\text{night}}$  nur für quasi konstante nächtliche Geräuschbelastungen eine geeignete Kenngröße zur Beurteilung lärmbedingter Schlafstörungen.

# Aufweckwahrscheinlichkeit: E VDI 3722-2 [2006]



# Gesundheitsgefährdung

---

# Wie kann Lärm krank machen?

Durch lang anhaltenden **Lärmstress** können **körperliche Reserven erschöpfen**, die **Regulationsfähigkeit** der Organfunktionen wird **gestört** und damit in ihrer Wirksamkeit eingeschränkt [McEwen 1998, Sapolsky 1997].

Aufgrund von „**Lärmstress**“ wird Verkehrslärm als potentieller Risikofaktor für die Entwicklung von Erkrankungen wie **Bluthochdruck** und **Herzinfarkt** angesehen.

# Umweltlärm

- Lärmbedingte Schlafstörungen, d.h. die Störung des natürlichen Schlafablaufs, ist **chronobiologischer Stress**.
- Lärm ist nicht nur ein physikalischer Reiz, sondern ein individuelles emotionales Erlebnis, mit entsprechender emotioneller (Stress)Reaktion (**emotioneller Stress**).
- Lärmbelästigung kann daher ebenfalls zu stressvermittelten Erkrankungen beitragen.

# Chronischer Lärm als Risikofaktor für den Myokardinfarkt bei Erwachsenen

## - Ergebnisse der NaRoMi - Studie\*

---

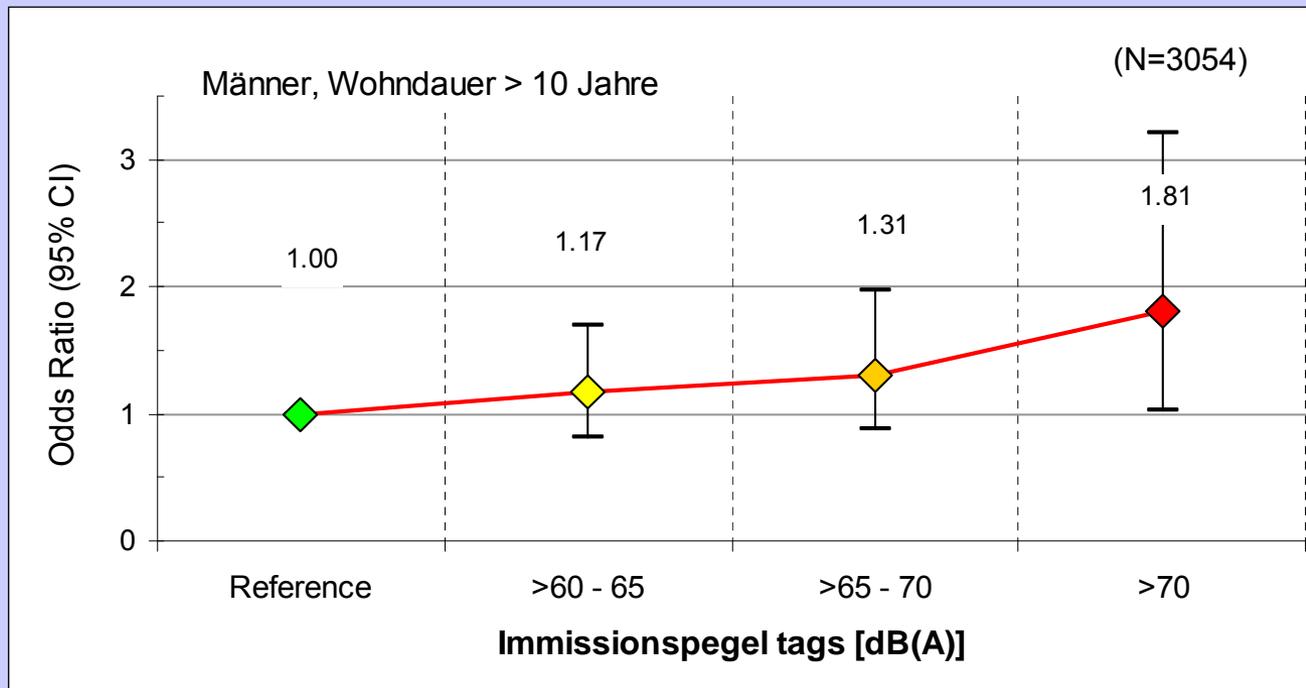
\*) Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Dr.-Ing. Wolfgang Babisch, UBA  
Dr. Norbert Kersten, BAuA  
Dr. med. Thomas Keil, Charité

# Noise and Risk of Myocardial Infarction

- Eine große Fall-Kontroll Studie (N=4115), die bis 2001 in Zusammenarbeit zwischen dem **Institut für Sozialmedizin** (Charité) dem **Umweltbundesamt** und der **Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin** durchgeführt wurde.
- In 32 Berliner Krankenhäusern wurden Myocard-Infarkt (MI)-Patienten und vergleichbare Kontrollen (Unfälle, gutartige Schilddrüsenvergrößerung, darmchirurgische Eingriffe) rekrutiert.

# MI-Risiko, Männer Wohndauer $\geq 10$ Jahre



Ein verzeichnetes Einzelrisiko (Odds-Ratio) ist statistisch signifikant, wenn das zugehörige Vertrauensintervall den Wert 1 nicht einschließt (gilt für alle folgenden Odds-Ratio Abbildungen).

Zusammenhang zwischen Verkehrslärm-Immissionspegel und MI-Inzidenz bei Männern (Primäre Auswertung: 4 Kategorien). Adjustiert für MI-Familiengeschichte, „Rauchgewohnheit“, „Schulbildung“, „Familienstatus“, „beruflicher Status“, „Arbeitszeit“, „Nebentätigkeit“, „Schichtarbeit“, „Lärmempfindlichkeit“, sowie „Hypertonie“, „Diabetes mellitus“, „Body Mass Index“ (BMI)

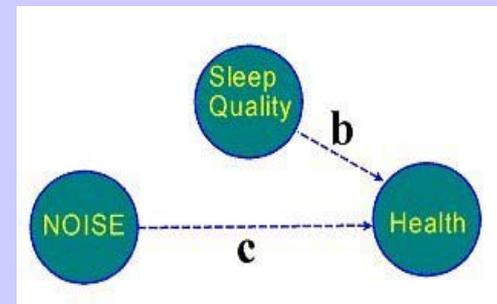
# Einfluss von Lärm am Wohnort auf den Bluthochdruck bei Erwachsenen

- Ergebnisse des Spandauer Gesundheits-Survey\*

---

\*) Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

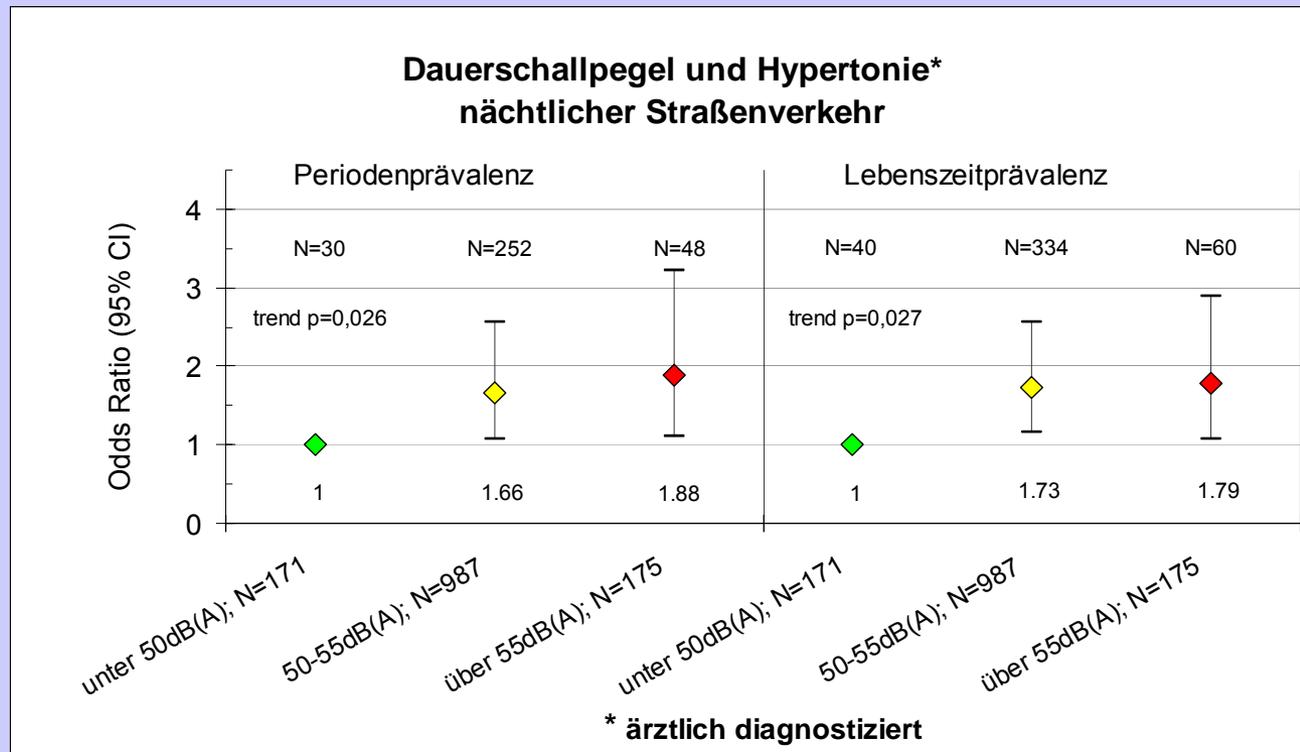
PD Dr.-Ing. Christian Maschke  
Dr. med. Ute Wolf



# Spandauer Gesundheits-Survey

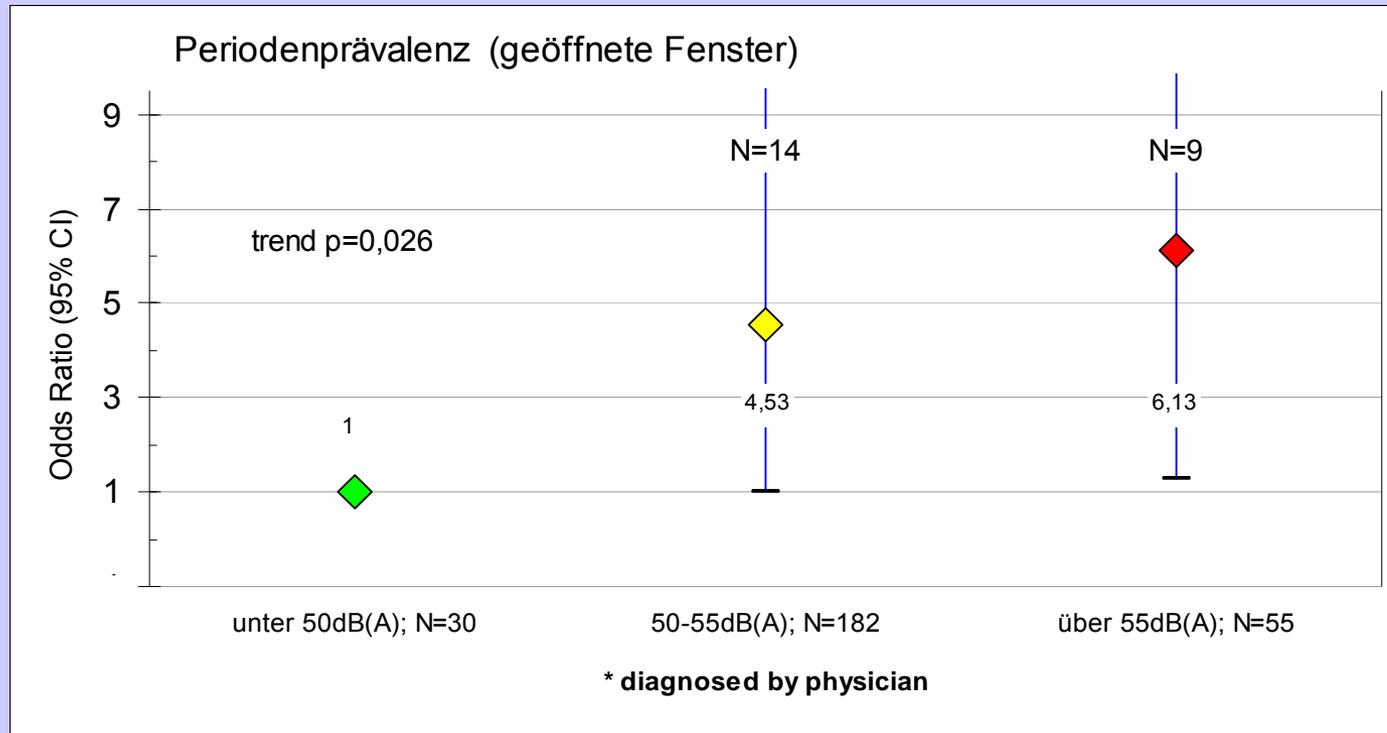
- Der "Spandauer Gesundheits-Survey" (SGS) begann 1982 und wurde bis 2004 vom **Robert Koch-Institut** durchgeführt.
- Der **Gesundheitszustand** der teilnehmenden Probanden wurde periodisch im zeitlichen Abstand von zwei Jahren **ärztlich überprüft**.
- Ermittelt wurde die Schallbelastung durch **Straßenverkehr** über die Datenbank der Berliner Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, getrennt für den Tag und für die Nacht.
- **Ausgewertet** (N=1718) wurde die Häufigkeit ärztlicher Behandlungen in Abhängigkeit von der Schallbelastung vor den Wohnungsfenstern bzw. von lärmbedingten Störungen in der Wohnung.

# Dauerschallpegel in der Nacht



Erkrankungsrisiken für Erwachsene in Abhängigkeit vom Dauerschallpegel vor dem Schlafzimmerfenster. Adjustiert für "Alter", "Geschlecht", "Alkoholkonsum", "Tabakkonsum", "Bewegung im Beruf", "sportliche Aktivität", "Body Mass Index", "sozio-ökonomischer Index", "Partnerverlust in der Ehe", "Hörfähigkeit", "Lärmempfindlichkeit" und "Jahreszeit der Untersuchung"

# Geöffnete Fenster



Erkrankungsrisiken für Erwachsene in Abhängigkeit vom Dauerschallpegel vor dem leicht geöffneten Schlafzimmerfenster (N = 267). Adjustiert für "Alter", "Geschlecht", "Alkoholkonsum", "Tabakkonsum", "Bewegung im Beruf", "sportliche Aktivität", "Body Mass Index", "sozio-ökonomischer Index", "Partnerverlust in der Ehe", "Hörfähigkeit", "Lärmempfindlichkeit" und "Jahreszeit der Untersuchung"

# Folgerungen

Verkehrslärmbedingte Gesundheitsrisiken sind am **TAG** nach heutigem Kenntnisstand bei äquivalenten Dauerschallpegel ab 60dB(A) zu erwarten.

Verkehrslärmbedingte Gesundheitsrisiken sind in der **NACHT** nach heutigem Kenntnisstand bei äquivalenten Dauerschallpegel ab 50 dB(A) zu erwarten.

Für stark intermittierende Quellen (Flugverkehr, Schienenverkehr) ist der äquivalente Dauerschallpegel jedoch weniger wirkungsgerecht.

# Lärmindizes der Europäischen Union

Der lärmbedingte Stress ist bei gleichen Schallpegeln in den Abendstunden und in der Nacht größer. Darüber hinaus wird der chronobiologische Stress der Nacht in den Tag hinein getragen (z. B. unausgeschlafen sein) und der Tagesstress kann nicht unerheblich den Schlaf beeinflussen (z. B. nächtliches Grübeln über Probleme).

Demzufolge ist ein 24h-Beurteilungspegel wie der  $L_{DEN}$ , der die Abendzeit und die Nachtzeit mit einem Pegelaufschlag versieht, eine geeignete Kenngröße für lärmbedingte Gesundheitsrisiken, sofern nicht im Wesentlichen die Nacht verlärmert wird. Für diesen Fall ist (zusätzlich) die Kenngröße  $L_{night}$  zu verwenden.

# Anmerkung

Schallschutzmaßnahmen, die zu Pegelminderungen führen, die geringer als 3 dB sind, werden häufig nicht realisiert. Es wird angenommen, dass der Pegelunterschied nicht hörbar und damit nicht wirksam sei.

Dauerschallpegel (Beurteilungspegel) können jedoch nicht gehört werden, da sie reine Rechengrößen sind.

Pegelminderungen von 1dB sind erlebbar und verringern nachweislich Gesundheitsrisiken sowie erhebliche Nachteile.