
Fortbildungsveranstaltung für den
Öffentlichen Gesundheitsdienst, Berlin 25.-27. März

Neue Ergebnisse der Lärmwirkungsforschung

Dr. Wolfgang Babisch

Umweltbundesamt
Abteilung Umwelthygiene

Lärm = Unerwünschter Schall

Der menschliche Organismus ist darauf vorbereitet,
Schall zu empfangen

Kommunikation

Orientierung

Warnsignal

Es findet eine kontinuierliche Verarbeitung von
Schallsignalen statt - einschließlich Lärm

Adverse
Wirkungen

Übersicht

- Länder-Gesundheitsministerkonferenz:
Thema Diskolärm
- Epidemiologische
Lärmwirkungsergebnisse
- Dosis-Wirkungsbeziehungen
- WHO-Projekte: Qualitätsziele
- EU-Umgebungslärmrichtlinie

Lärmwirkungen

- **Gehörschäden**
- Belästigungen
- Schlafstörungen
- Leistungsbeeinträchtigungen
- Stressreaktionen
- **Herz-Kreislauf-Risiko**

Hörschäden nehmen zu



Europe:

Mehr als 80 Millionen Europäer mit Hörverlust. Insgesamt leidet mehr als jeder zehnte Europäer an irgendeiner Form von Hörverlust

Europe:

- [More than 80 million Europeans with hearing loss](#)

Articles:

- [Denmark: More children with hearing loss](#)
- [Estonia: Late detection of children's hearing loss](#)
- [Finland: One Finn in seven suffers from hearing loss](#)
- [Hearing impairment in France](#)
- [One in five French teenagers hearing impaired](#)
- [Germany: One in five suffering](#)
- [Germany: One child out of twenty](#)
- [Many young Germans](#)
- [Italy: Generation hearing loss](#)
- [Russia: Hearing problems widespread among children](#)
- [Spain: One in ten schoolchildren with hearing loss](#)
- [Spain: 40 percent with poor hearing](#)
- [Sweden: Heavy increase in number of hearing impaired people](#)
- [UK: Hearing loss becoming more prevalent](#)

Techniker Krankenkasse

In Berlin haben sich die Hörgeräteverordnungen unter den 15- bis 30-Jährigen 2007 im Vergleich zum Vorjahr fast verdreifacht.

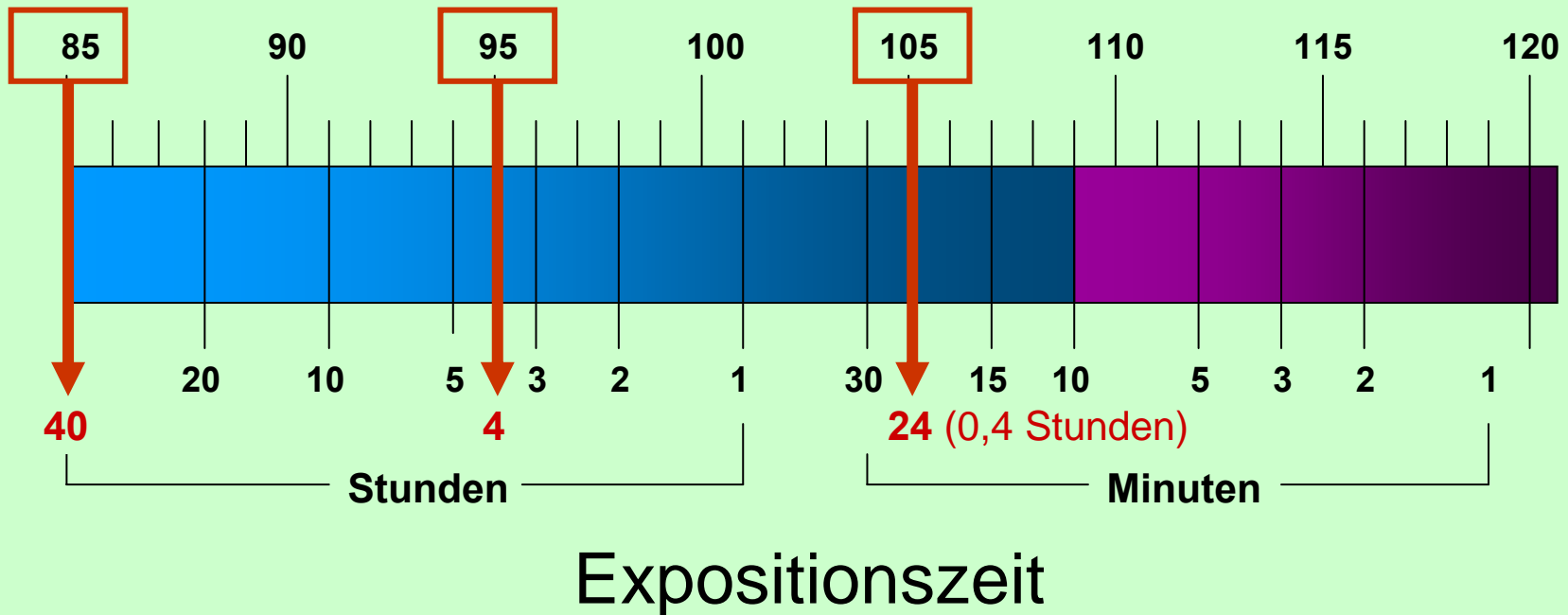
<http://www.hear-it.org/>

<http://www.tk-online.de/centaurus/generator/tk-online.de/X0-Globals/special/SearchResultFragment.html>

Zulässige wöchentliche Einwirkzeit (Iso-Energie-Prinzip)

LärmVibrationsArbSchV (2007)

Äquivalenter Dauerschallpegel dB(A)



Musikbeschallung in Diskotheken und bei Konzerten

- Kommission "Soziakusis,, des Umweltbundesamtes (Stellungnahmen 1996-2000):
Dauerschallpegel ≤ 95 dB(A)
- Wissenschaftlicher Beirat der Bundesärztekammer (Stellungnahme 1999):
Dauerschallpegel ≤ 95 dB(A)
- 103. Deutsche Ärztetag (EntschlieÙung 2000):
Dauerschallpegel 90-95 dB(A)

Länder- und ressortübergreifende Arbeitsgruppe "Diskothekenlärm" (LAUG, LASI, LAI mit UBA-Beteiligung)

"Optionen zum Schutz des Publikums von Veranstaltungen (einschließlich Diskotheken) vor gehörgefährdenden Schalleinwirkungen" (2004)



- Pragmatische Lösung
- **Musik Dauerschallpegel < 100 dB(A)**
- Substanzielle Verminderung des Risikos
- Kein umfassender Schutz
- Risikogruppe: Extreme Musikhörgewohnheiten
- DIN 15905 Teil 5 (2007): $L_{Aeq,30 \text{ Min}} = 99 \text{ dB}$

"Maßnahmen zum Vermeiden einer Gehörgefährdung des Publikums durch hohe Schallemissionen elektroakustischer Beschallung"

78. GMK (2005) in Erlangen

- Schallpegel unter 100 dB(A) im lautesten Bereich anzustreben
- Freiwillige Vereinbarung mit bundesweiter Wirkung mit den Spitzenverbänden der Gewerbetreibenden und Veranstalter treffen

DJ - Führerschein

Bundesverband deutscher Diskotheken und Tanzbetriebe e. V. (BDT) im
Deutschen Hotel- und Gaststättenverband (DEHOGA)

- Ca. 2.200 Clubs und Diskotheken in Deutschland
- Ca. 100 Millionen Gäste pro Jahr
- Sachkundenachweis
- Ca. 2.500 geschulte Diskjockeys
- Gütesiegel ("Freiwillig kontrollierte Lautstärke")



80. GMK (2007) in Ulm

- Weiterhin Unterstützung freiwilliger Maßnahmen
- Bisher favorisierte Weg freiwilliger Maßnahmen mit den einschlägigen Verbänden alleine nicht zielführend
- Bis 2008 sorgfältige Analyse der Situation und Vorschläge für möglichst einheitliche rechtliche Regelung in den Ländern
- Verweis auf novellierte DIN 15905-5 (1/2-Stunden-Mittelwert: 99 dB(A))
- Evaluation

Kinder-Umwelt-Survey (KUS)

Hörfähigkeit bei Kindern

Alter: 8-14 Jahre

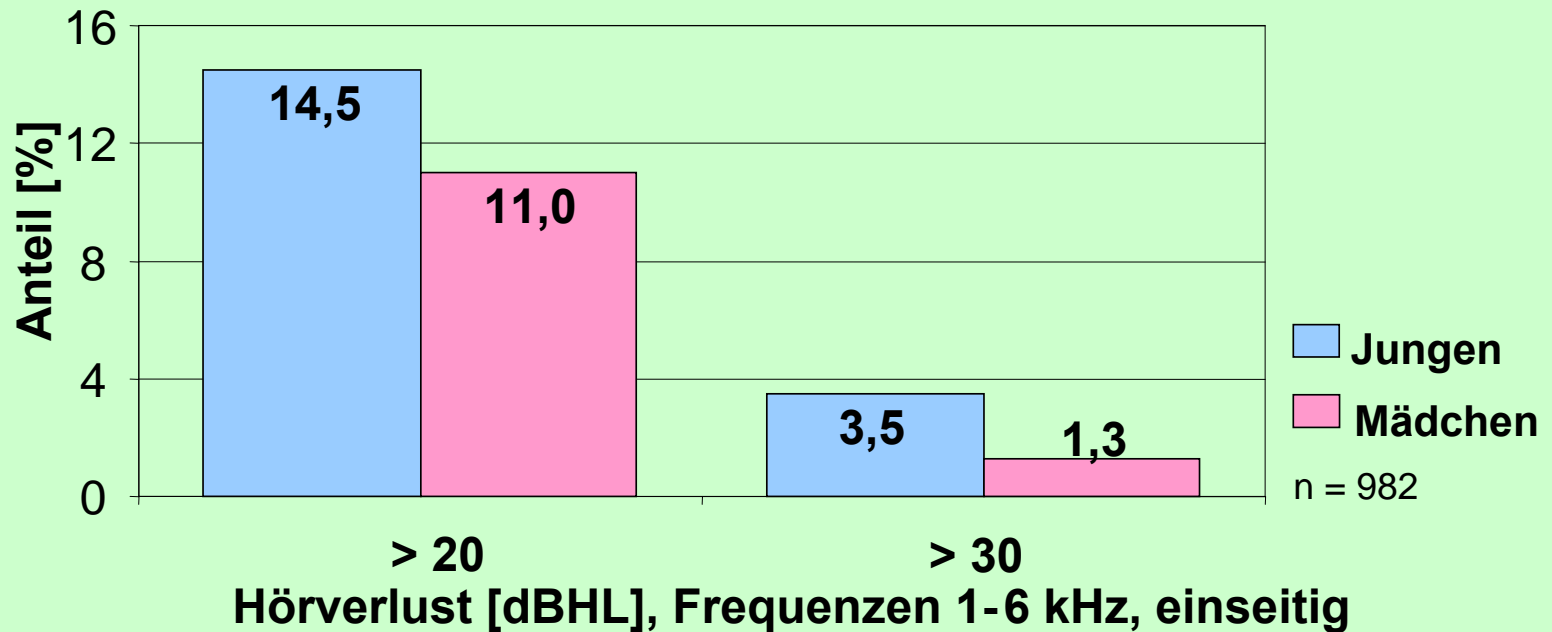


Bild: UBA

Vergleich Kinder - Heranwachsende

Hörverlust ≥ 20 dB* bei 3-6 kHz (einseitig)

(* mit Nebenbedingungen)

- **Kinder im KUS:** **8-14 Jahre** **10%**
- **Bundeswehr-Rekruten:** **16-24 Jahre** **24%**

Differenz: 14%

Aufklärung - Öffentlichkeitsarbeit



Wussten Sie schon, dass...

- Lärmschwerhörigkeit seit langem an der Spitze der Ursachen für Gehörverlust steht, so für Gehörschäden ab einer Lautstärke von 85 dB(A) besteht, die Gehörschäden sowohl vom Schallpegel als auch von der Einwirkungsdauer abhängen. Um dies zu vermeiden, sollten Maßnahmen darauf abzielen, die Lautstärke in Bibliotheken und bei Konzerten auf 100 dB(A) zu begrenzen, in Schulen den Mittelungspegel während der Unterrichtszeit auf unter 65 dB(A) zu halten und in Wohngebieten den Mittelungspegel über 65 dB(A) das Herzinzonen zu vermeiden. Lärm führt dazu, dass Betroffene zum Arzt aufsuchen und die Ärzte Medikamente verschreiben?



Märchen vom König Rabatz,
der auszog,
die wunderschöne
Prinzessin Ellits
zu befreien

Eine Geschichte von Stille und Rabatz

Förderhinweis

DIESES PROJEKT WURDE GEFÖRDERT VON:



Umwelt und Gesundheit: Lärm und Lärmschutz I

Was kann ich hören?

Schon gewusst?
Ein afrikanisches Sprichwort besagt: Es stadt nicht die Augen, sondern die Ohren, die das Dunkel durchdringen.

du dran!
ganzem Tag lang auf alle Geräusche, die du hören kannst, oder auf einen Zettel auf, welches Geräusch du gehört hast, und am in die Tabelle auf dem Blatt 6 eintragen.

er Geräusche hast du als lästig oder als Lärm empfunden?
In zu Hause Geräusche, die du als sehr laut empfandest?
In solche Dinge wie Spätdienst, Staubsauger oder Bohrmaschine, Suche von draußen empfandest du als besonders störend? Joggerlärm oder den Straßenaufwind?



Lärmwirkungen

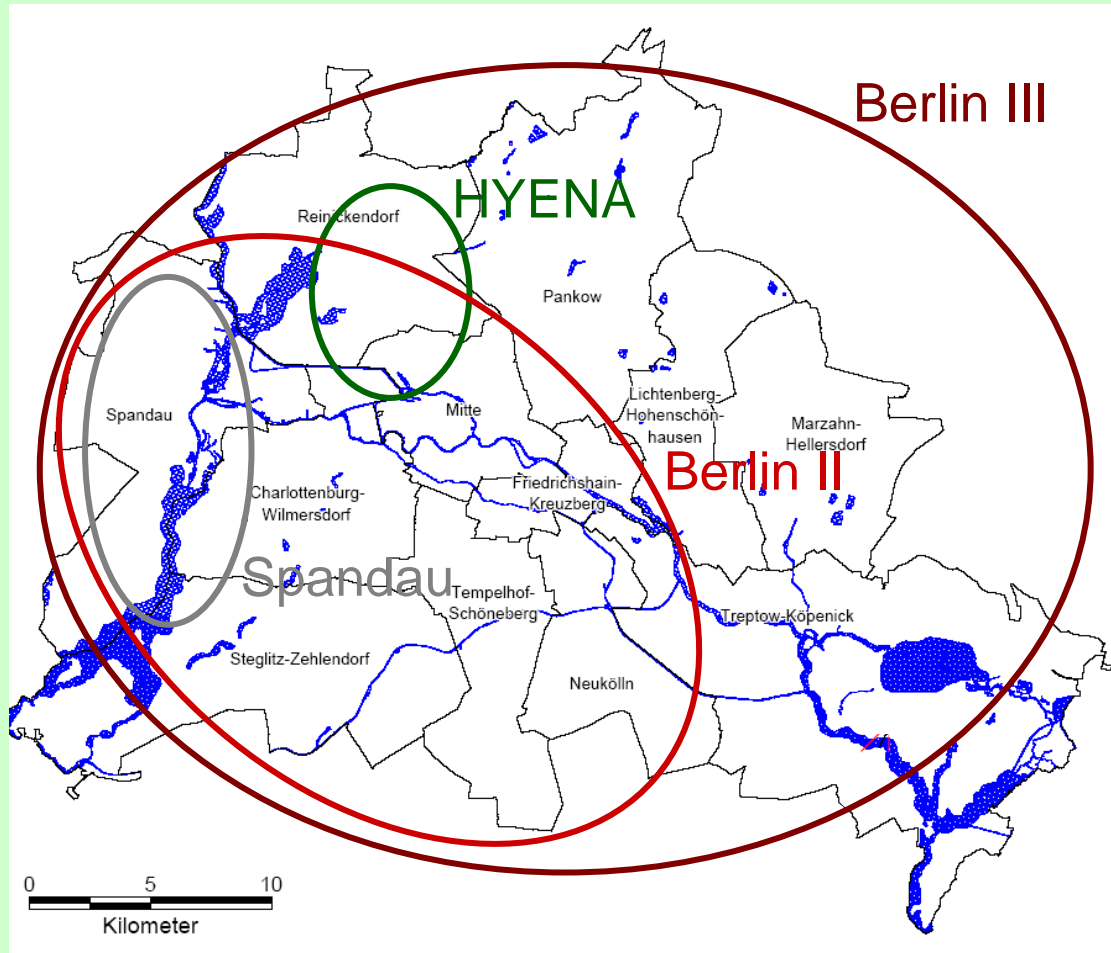
- Gehörschäden
- Belästigungen
- Schlafstörungen
- Leistungsbeeinträchtigungen
- Stressreaktionen
- Herz-Kreislauf-Risiko

Laborexperimente vs. Feldstudien

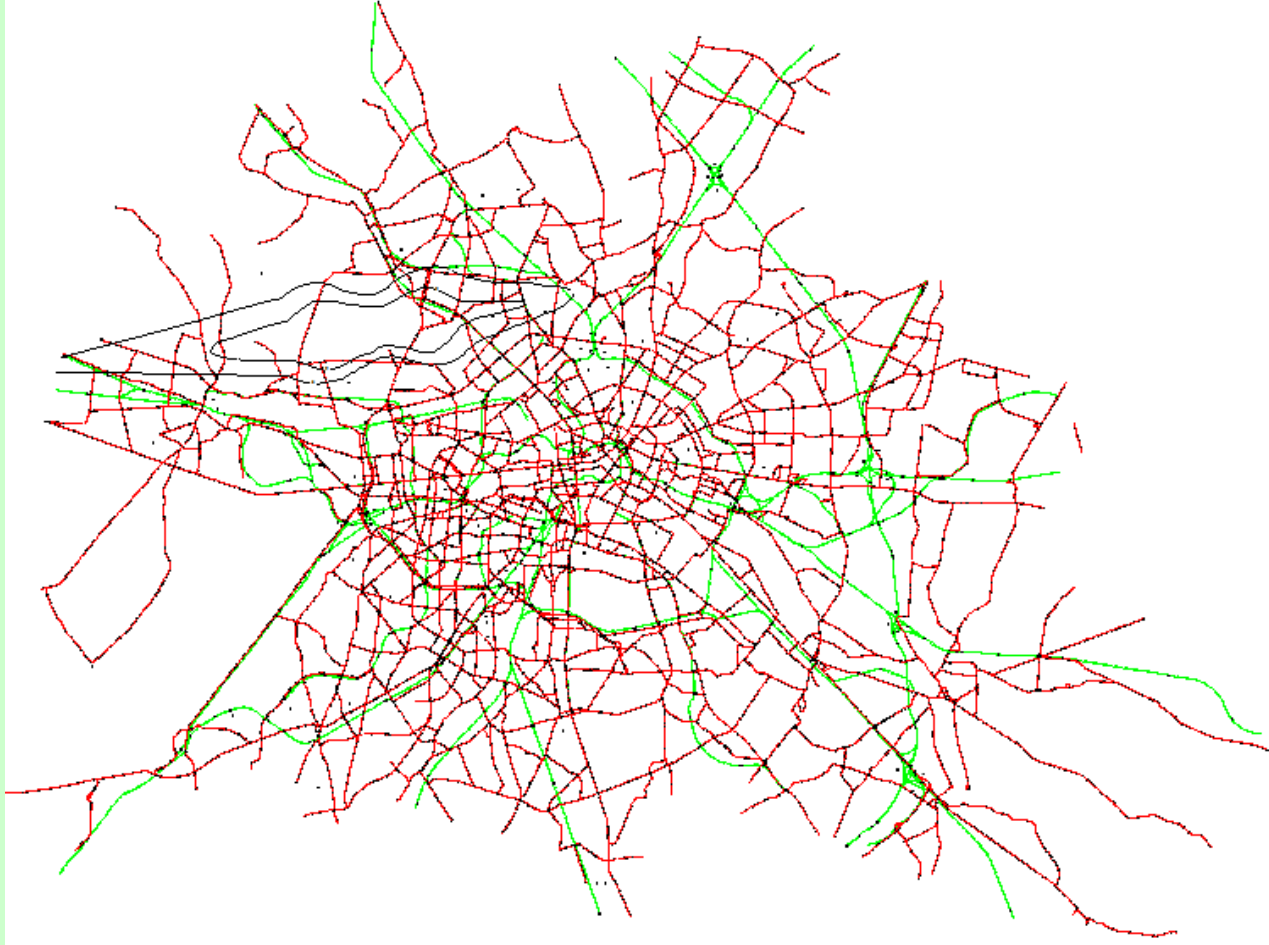
- Ergebnisse Laborstudien und Schlaflabor (akute Effekte):
 - Lärm ist ein psycho-sozialer Stressor, der das autonome Nervensystem und das endokrine System aktiviert.
 - Auch im Schlaf ist das Gehör als Warnsystem ständig auf Empfang geschaltet.
 - Es findet keine vollständige körperliche Adaption an den Lärm statt, selbst wenn die Betroffenen berichten, dass sie sich subjektiv an den Lärm gewöhnt haben (Habituation).

- Feldstudien – Epidemiologie (chronische Effekte):
 - Welches sind körperlichen Kosten solcher Anpassungsprozesse an den Lärm?
 - Was sind die Langzeitfolgen chronischer Lärmexposition?

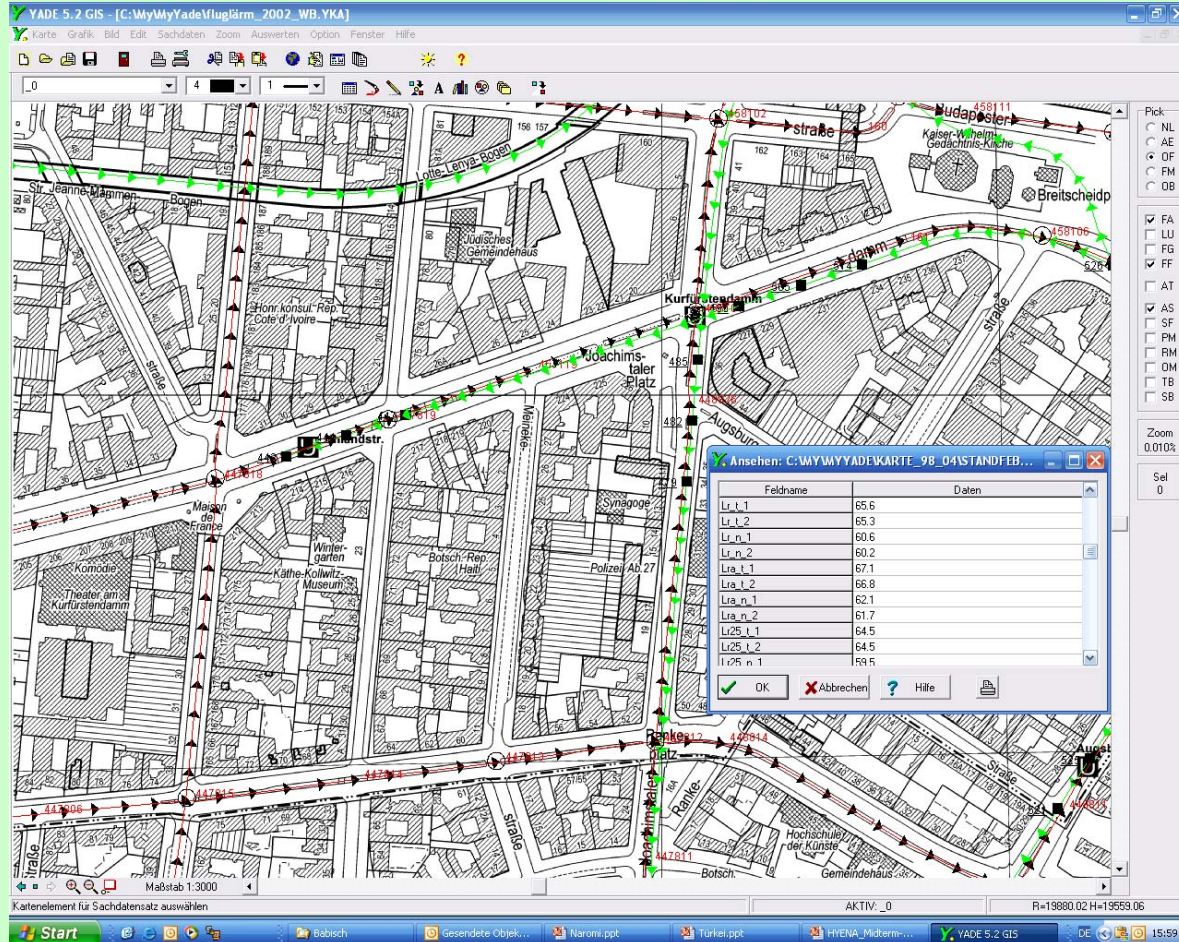
Lärmstudien in Berlin



Berlin – Lärmkarte (Hauptstraßennetz)



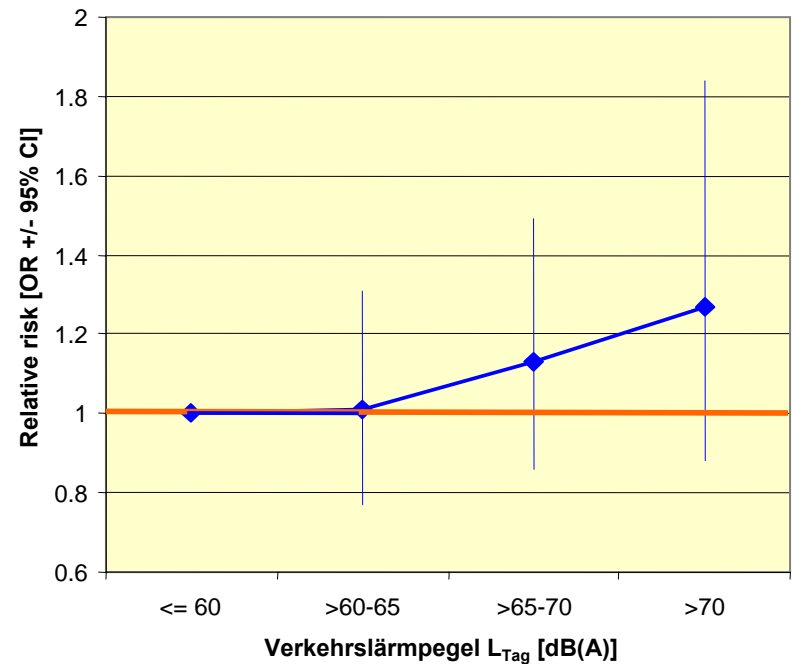
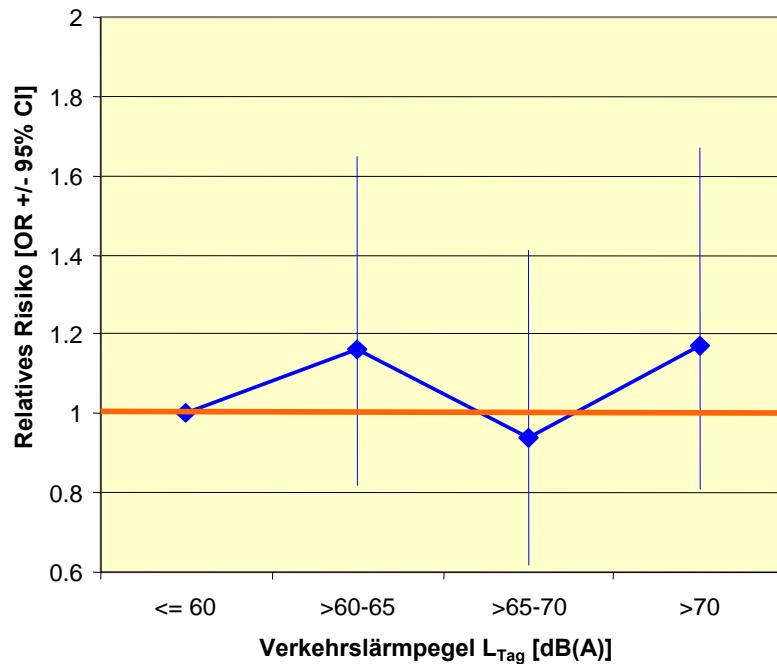
Berlin GIS Lärmkarte



Berliner Straßen-Verkehrslärmstudien

Populationsbezogene Fall-Kontroll-Studie, 4035 Männer, Alter 41-70 Jahre
Krankenhausbezogene Fall-Kontroll-Studie, 3054 Männer, Alter 20-69 Jahre

Inzidenz von akutem Myokardinfarkt in Abhängigkeit vom Straßenverkehrslärmpegel

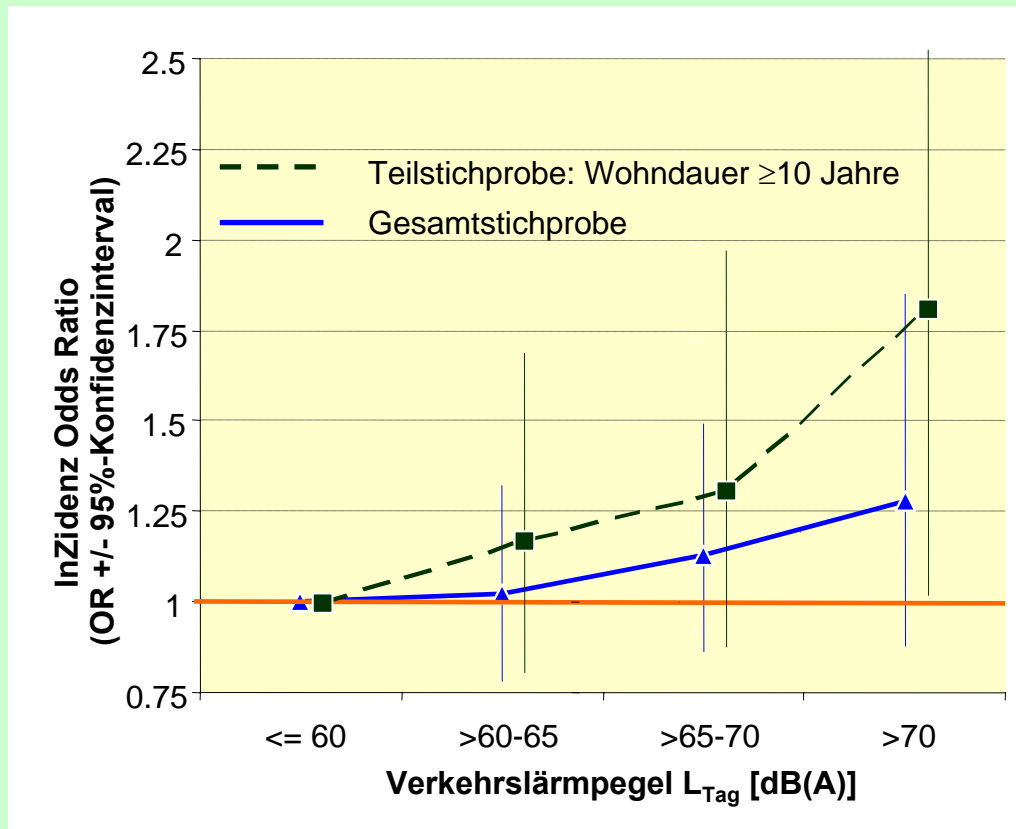


Quellen: Babisch et al., 1994; Babisch et al., 2005

Wohndauer

Krankenhausbezogene Fall-Kontroll-Studie, 3054 Männer, Alter 20-69 Jahre

Inzidenz von akutem Myokardinfarkt in Abhängigkeit vom Straßenverkehrslärmpegel



Babisch et al., 2005

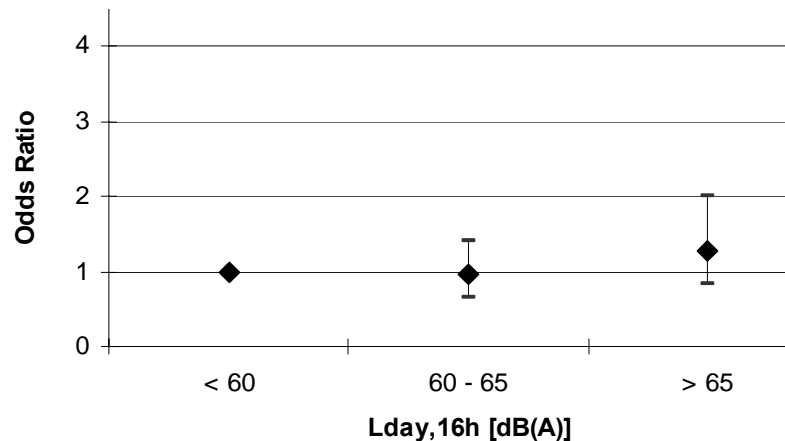
Spandauer Gesundheits-Survey

Querschnittsstudie, 1718 Männer und Frauen, Alter 18-90 yrs

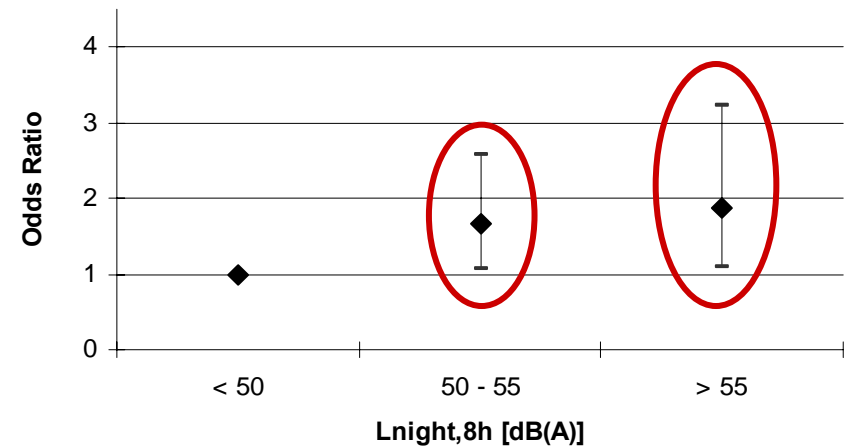
Prävalenz von behandeltem Bluthochdruck in Abhängigkeit vom Straßenverkehrslärm

Signifikante Effekte in Bezug zur Verkehrslärmbelastung des Schlafzimmers

Tag-Wohnzimmer



Nacht-Schlafzimmer



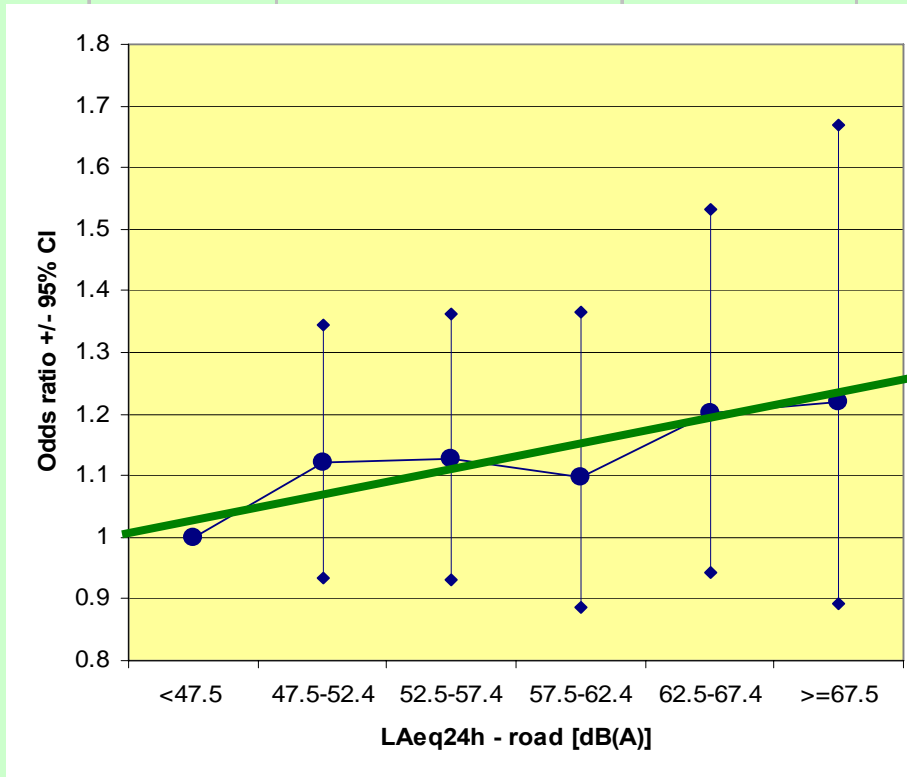
OR = 1.9

Quelle UBA, Maschke et al., 2003

"HYENA" Blutdruckstudie (6 europäische Länder)

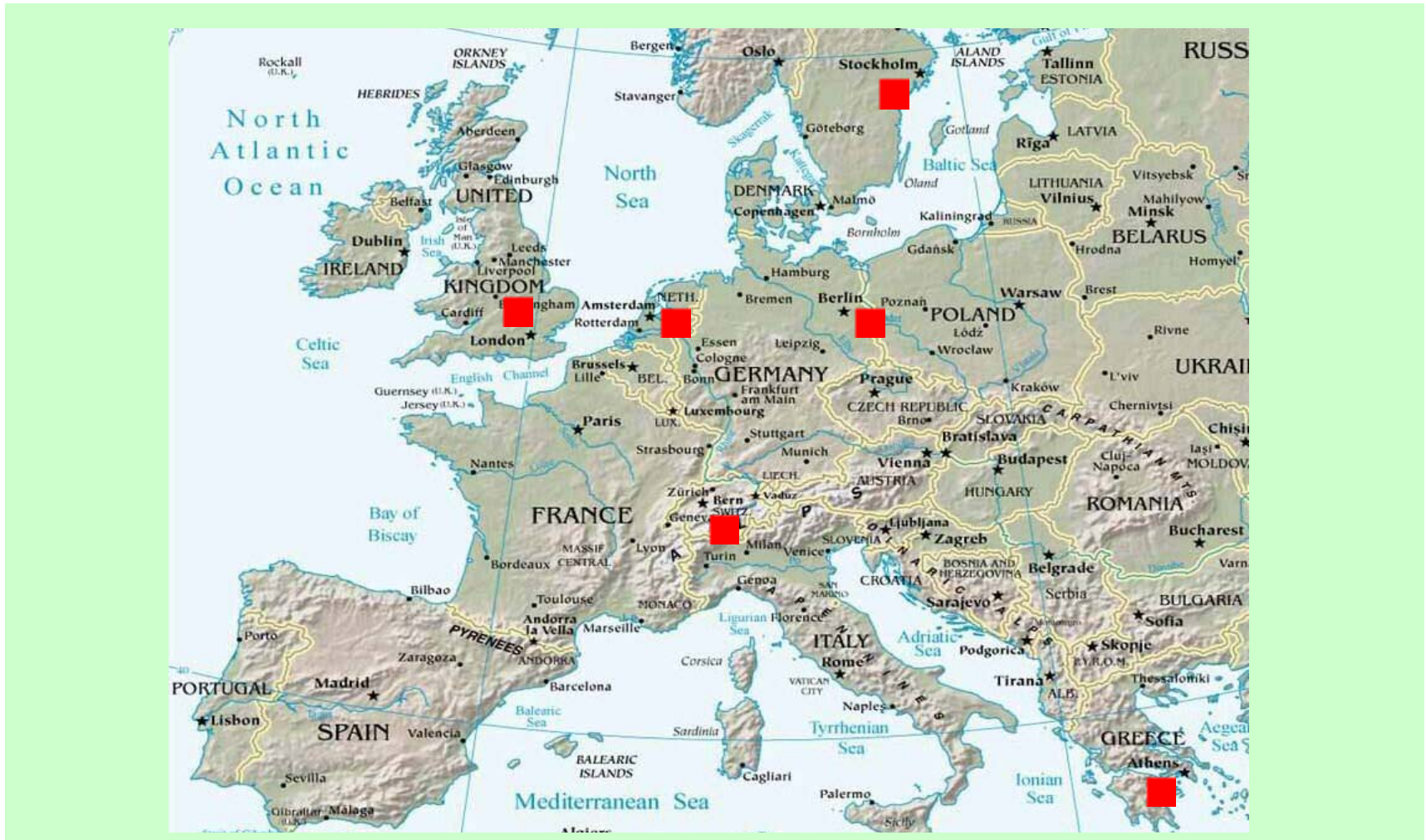
Querschnittsstudie, 4861 Männer und Frauen, Alter 45-70 yrs
Prävalenz von Bluthochdruck in Abhängigkeit vom Straßenverkehrslärm

P = 0.044 OR pro 10 dB(A) = 1.097 CI = 1.003-1.201



Quelle: Jarup et al., 2008

HYENA Study (6 Europäische Flughäfen)



"HYENA" Blutdruckstudie (6 europäische Länder)

Querschnittsstudie, 4861 Männer und Frauen, Alter 45-70 yrs
Prävalenz von Bluthochdruck in Abhängigkeit von Straßen- und Fluglärm

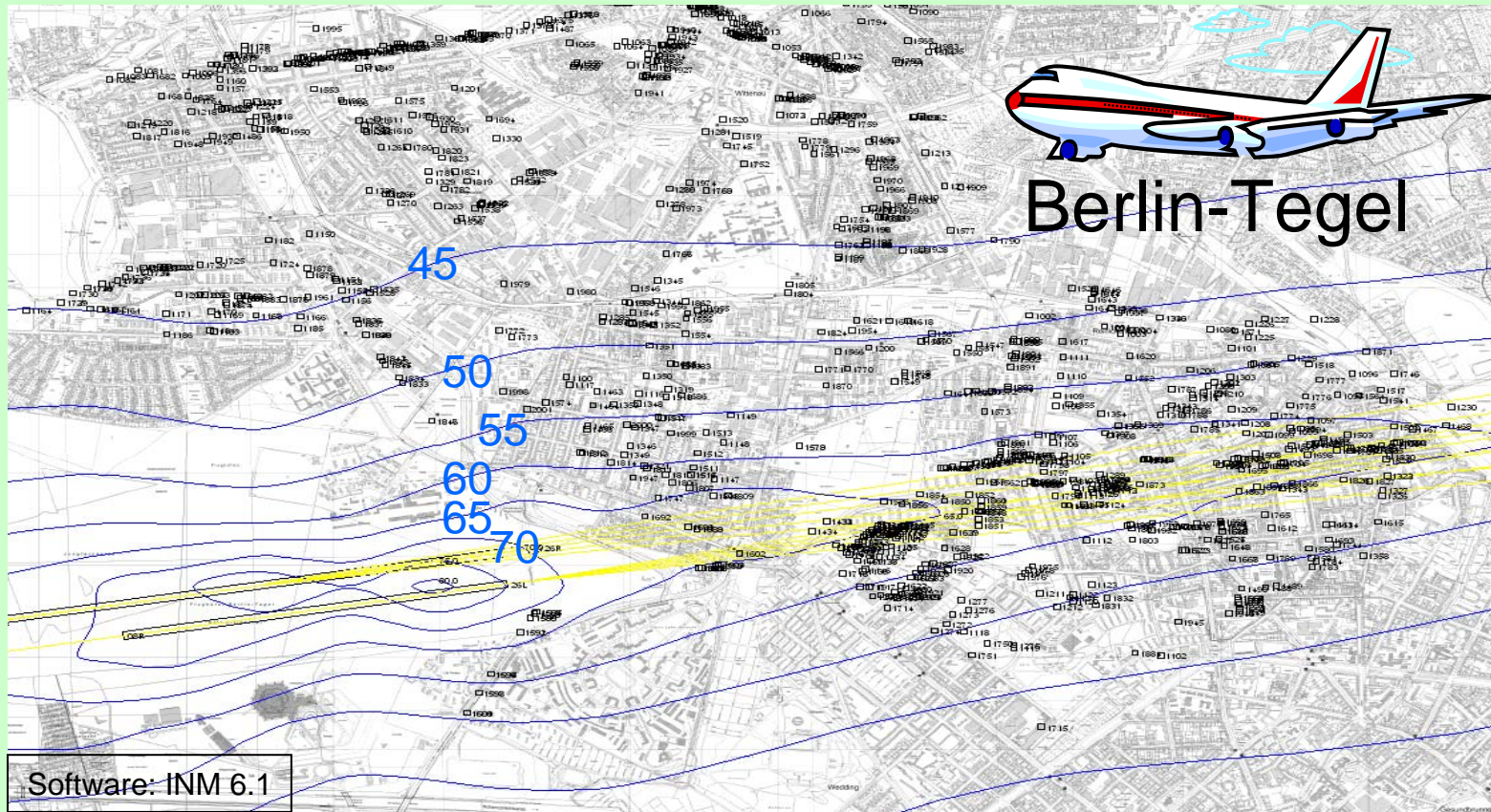
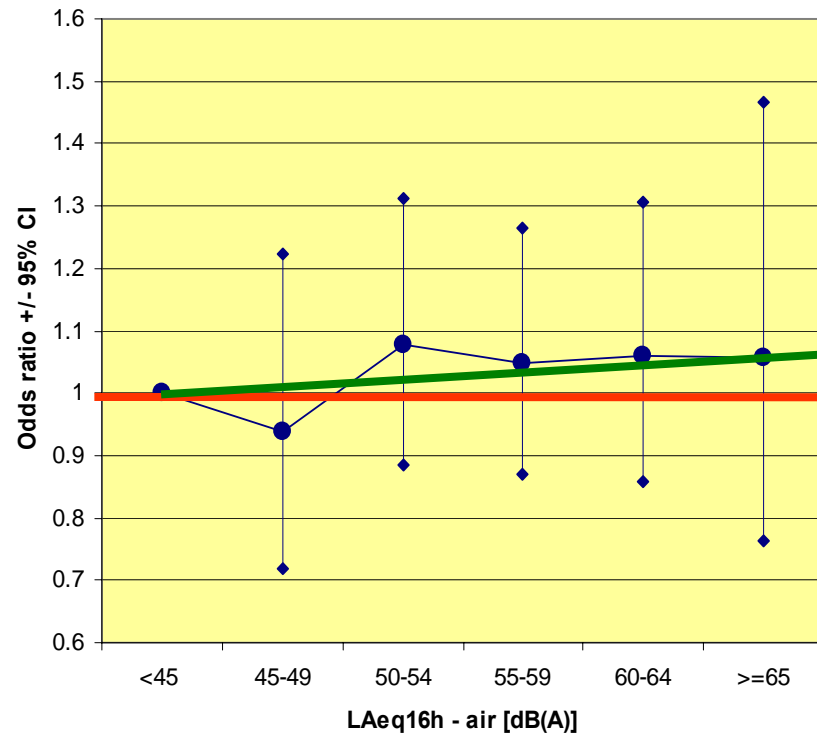


Bild: UBA

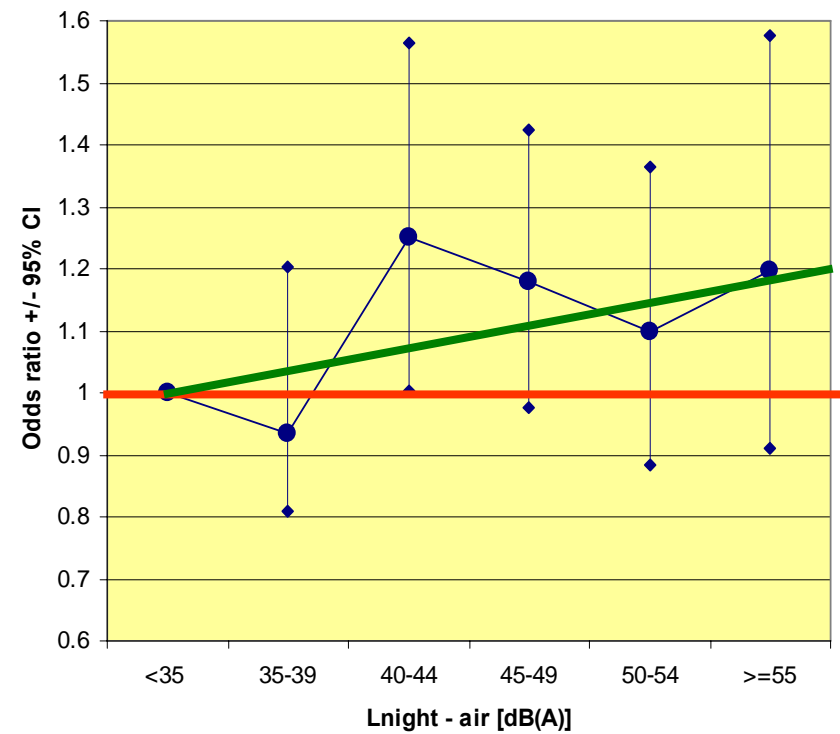
"HYENA" Blutdruckstudie

Querschnittsstudie, 4861 Männer und Frauen, Alter 45-70 yrs
Prävalenz von Bluthochdruck in Abhängigkeit vom Fluglärm

Tag



Nacht

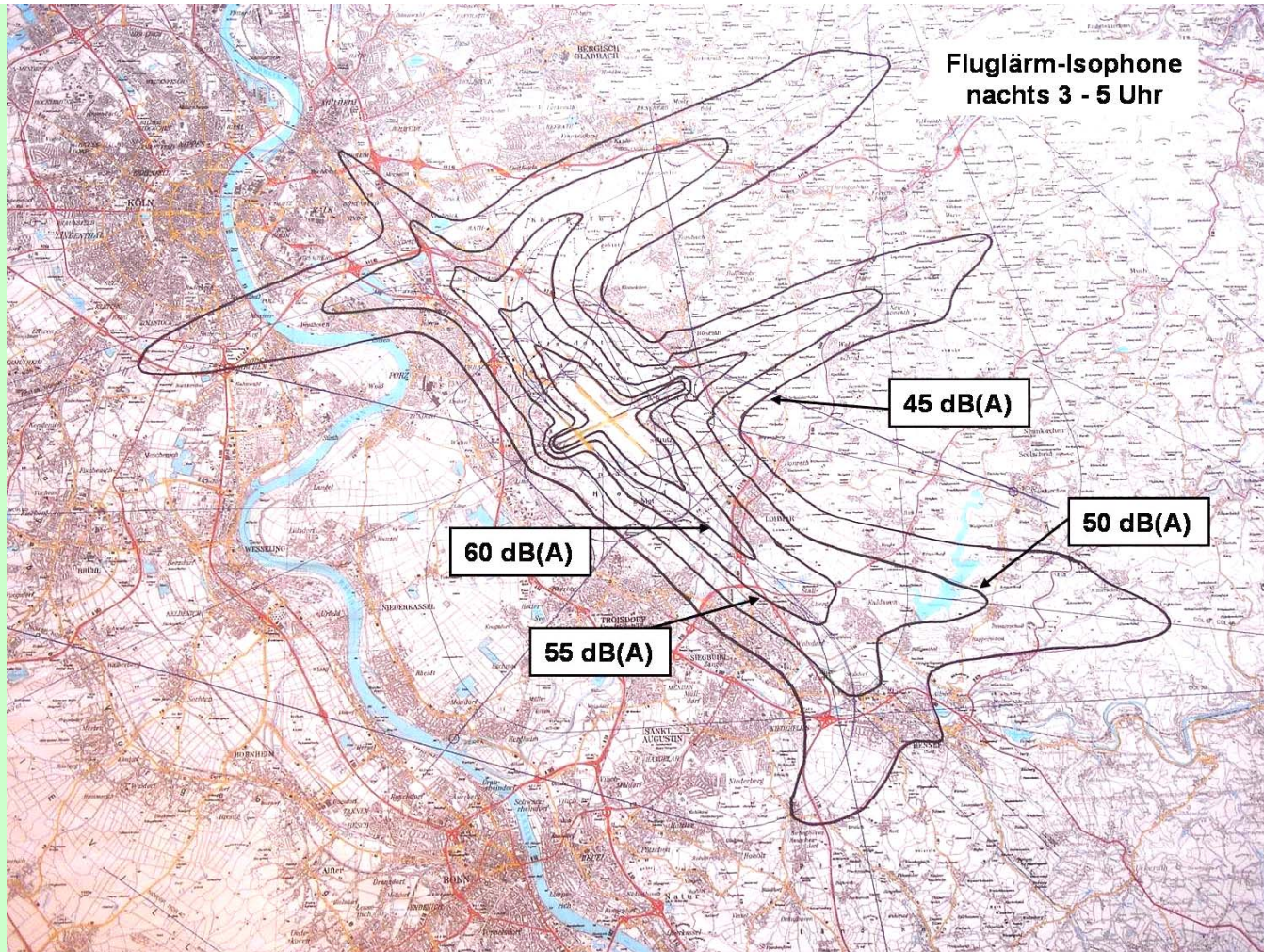


(Tag- und Nachtlärm einzeln im Modell)

Quelle: Jarup et al., 2008

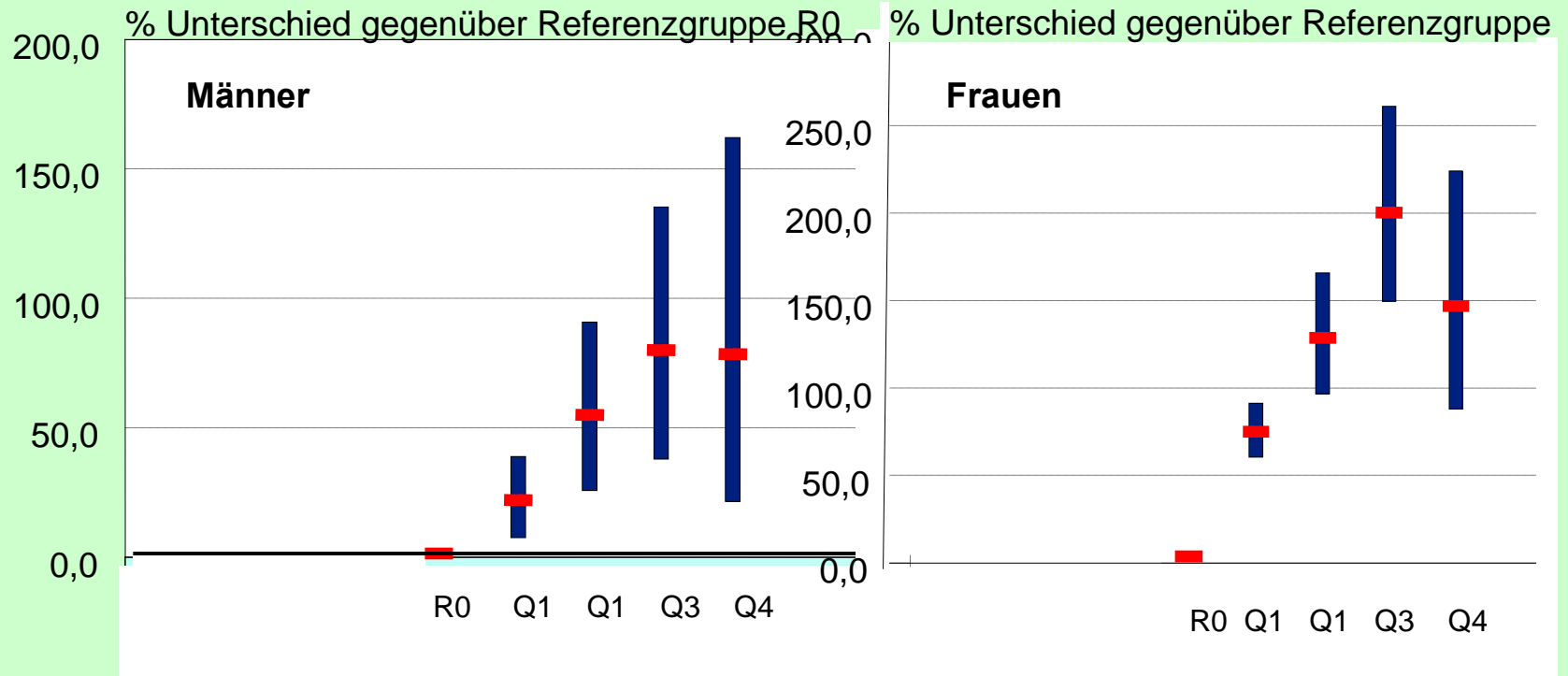
Kölner/Bonner Fluglärmstudie

Querschnittsstudie, Krankenkassenverordnungen (7- 48 Monate), N = 809 379



Quelle: Greiser et al., 2007

Verordnung von Antihypertensiva, Cardiaca & Tranquillizern



R0, Q1 bis Q4: Kategorien ansteigender Fluglärmbelastung nachts 3-5 Uhr (Quartile)

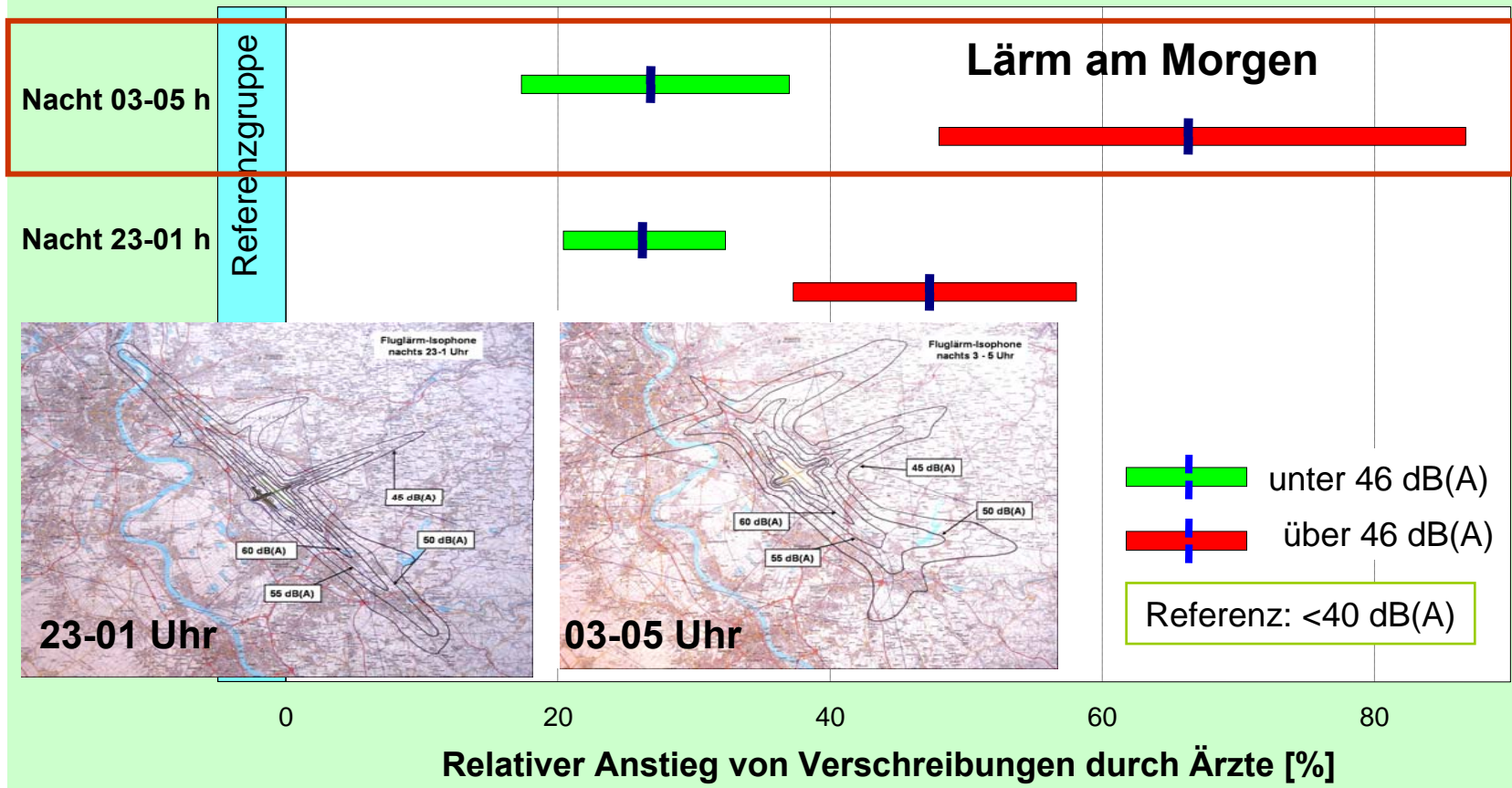
R0 = <40 dB(A), Q1 = 40-43 dB(A), Q2 = 44-45 dB(A), Q3 = 46-47 dB(A), Q4 = 48-61 dB(A)

Quelle: Greiser et al., 2006

Antihypertensive Medikation

“Kölner Fluglärmstudie”

Querschnittsstudie, 809 379 Personen, Krankenkassenverordnungen (Bild: Frauen)
Relative Prävalenz von Verschreibungen von Antihypertensiva

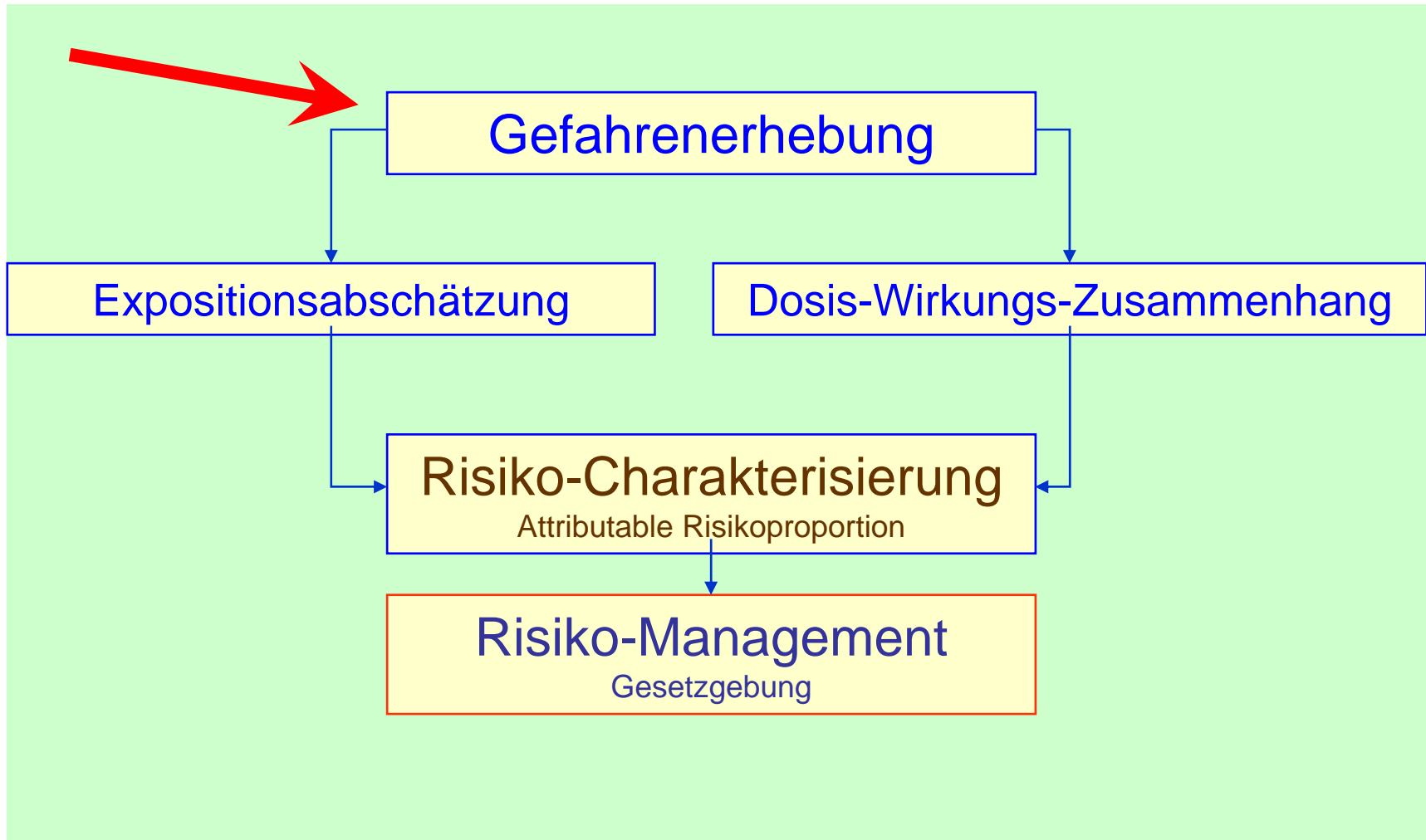


Quelle: Greiser et al. (2007)

Schlussfolgerung

- Hinreichende Evidenz für einen Zusammenhang zwischen Umweltlärm und Herz-Kreislaufkrankheiten
- Anstieg des relativen Risikos bei Immissionspegeln von:
 $L_{\text{Tag}} / L_{\text{den}} > 60 \text{ dB(A)}$ bzw. $L_{\text{night}} > 50 \text{ dB(A)}$
- Dosis-Wirkungskurven vorhanden
- Quantitative Risikoabschätzungen

Risikobewertung



Herz-Kreislauf-Krankheiten

Häufigste Todesursache

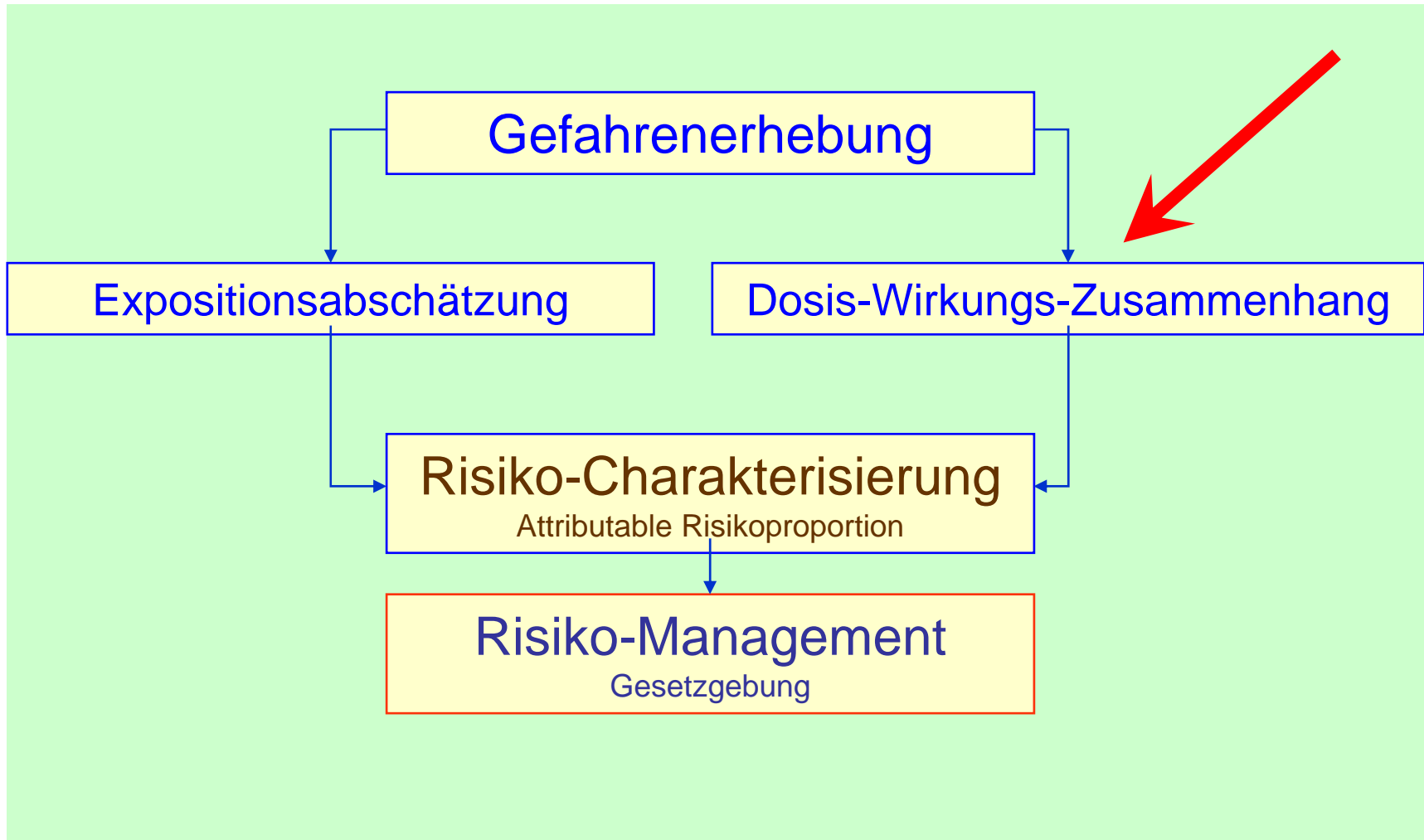
(Statistisches Bundesamt, 2007)

Herzkrankheiten: ~ 43 %

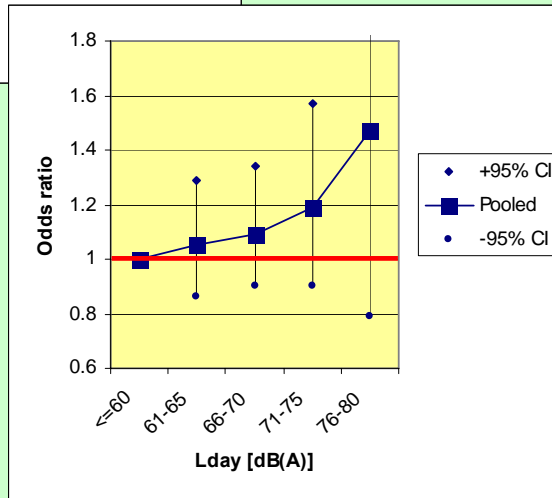
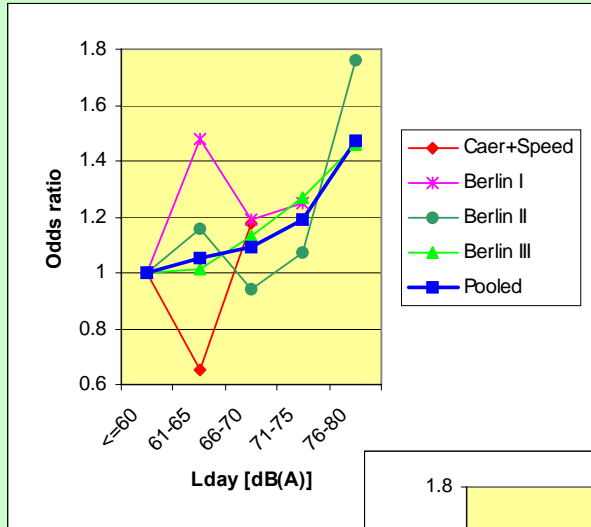
Krebs: ~ 25 %

Picture: http://www.internisten-im-netz.de/de_news_6_1_404_herz-kreislauf-erkrankungen-sind-h-ufigste-todesursache.html

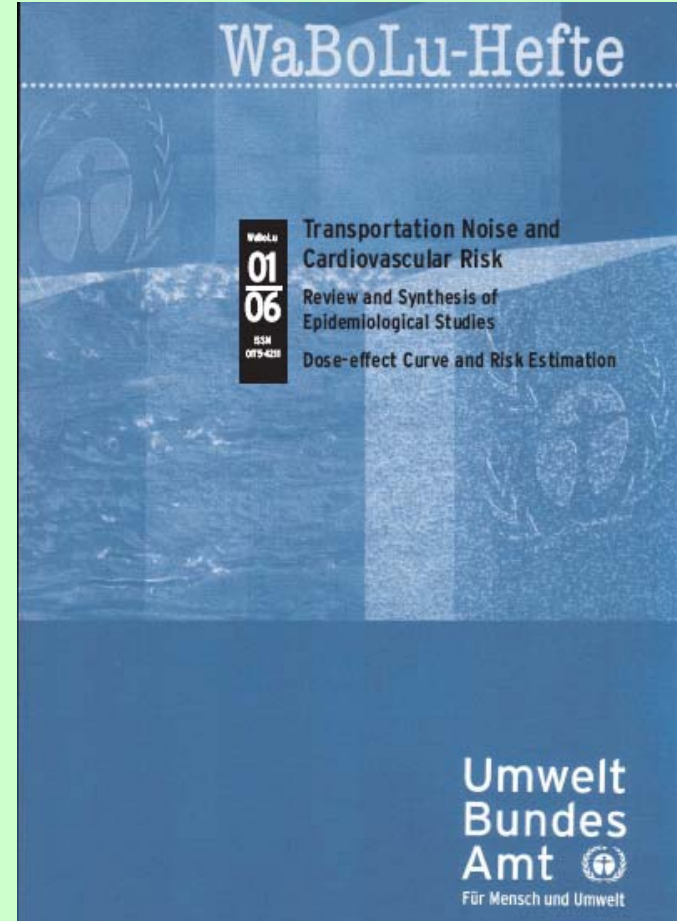
Risikobewertung



Meta - Analyse



Analytic studies
(CC, CO)



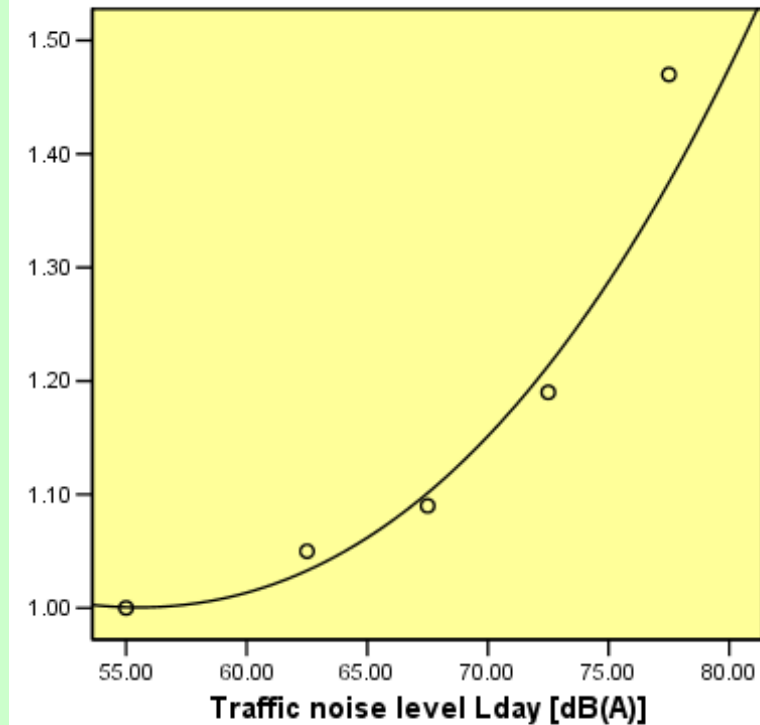
Quelle: Umweltbundesamt, 2006

Dosis-Wirkungskurve: Verkehrslärm – Herzinfarkt

Exposure-response function:

$$\text{OR} = 1.629657 - 0.000613 \cdot (L_{\text{day},16\text{h}})^2 + 0.000007357 \cdot (L_{\text{day},16\text{h}})^3, R^2 = 0.96$$

OR per 10 dB(A) = 1.17, 95% CI = 0.87-1.57, range = 55-80 dB(A)

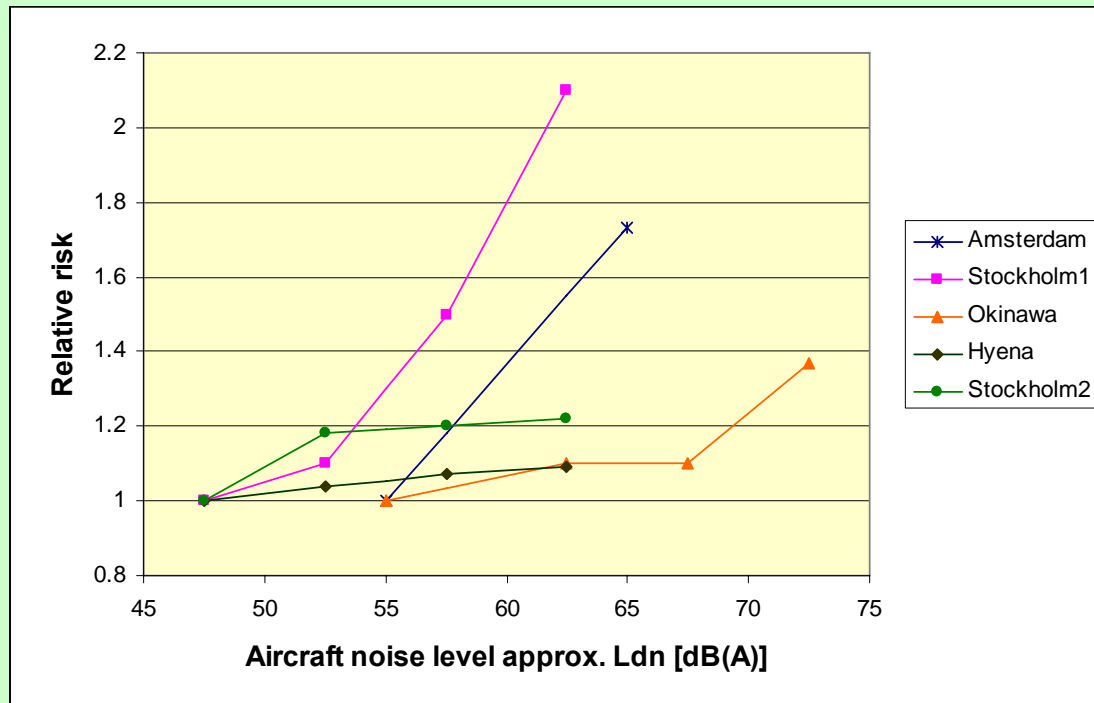


Quelle: Babisch, 2008

Dosis-Wirkungskurve: Fluglärm – Bluthochdruck

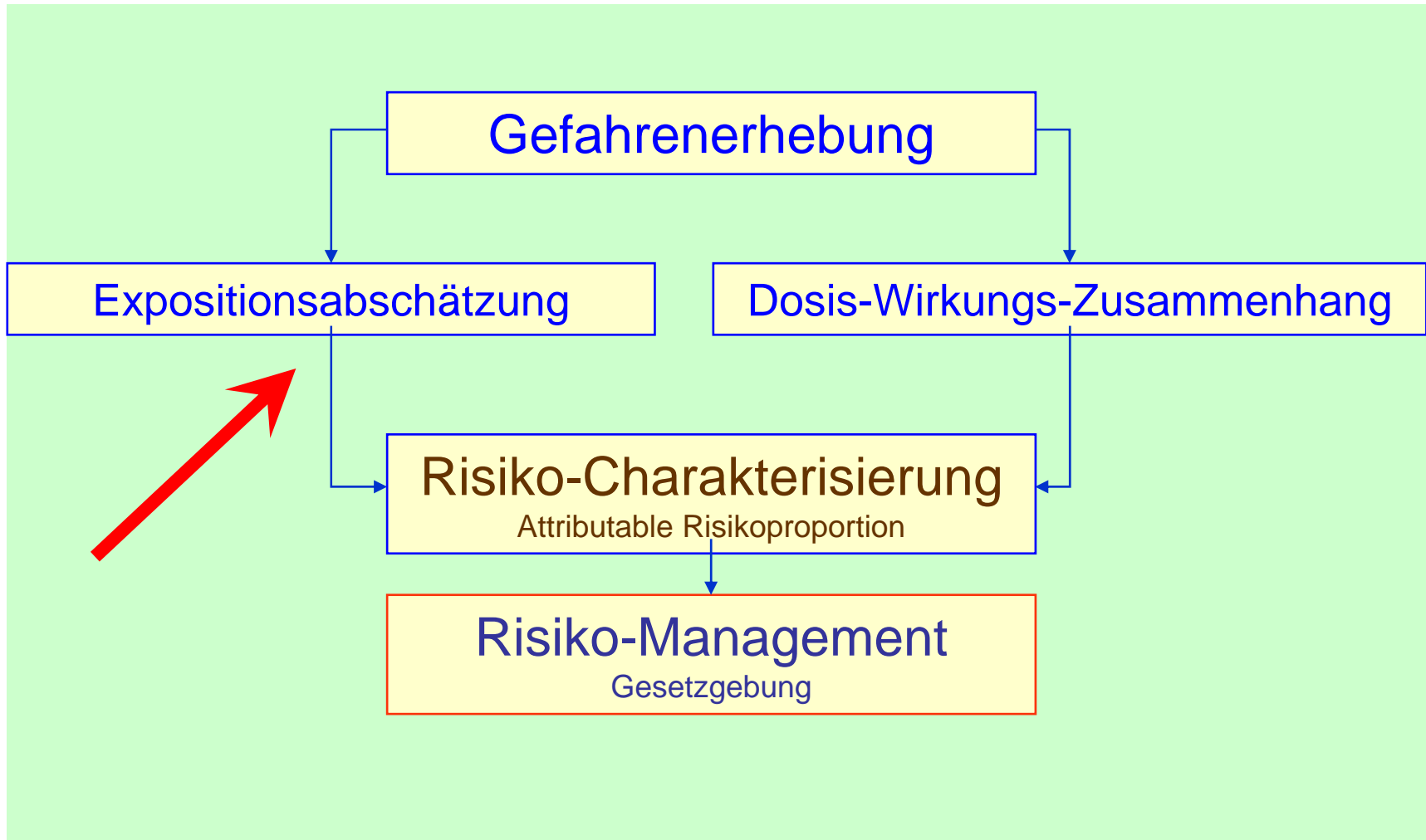
Exposure-response function:

OR per 10 dB(A) = 1.13, 95% CI = 1.00-1.28, range = 45-70 dB(A)

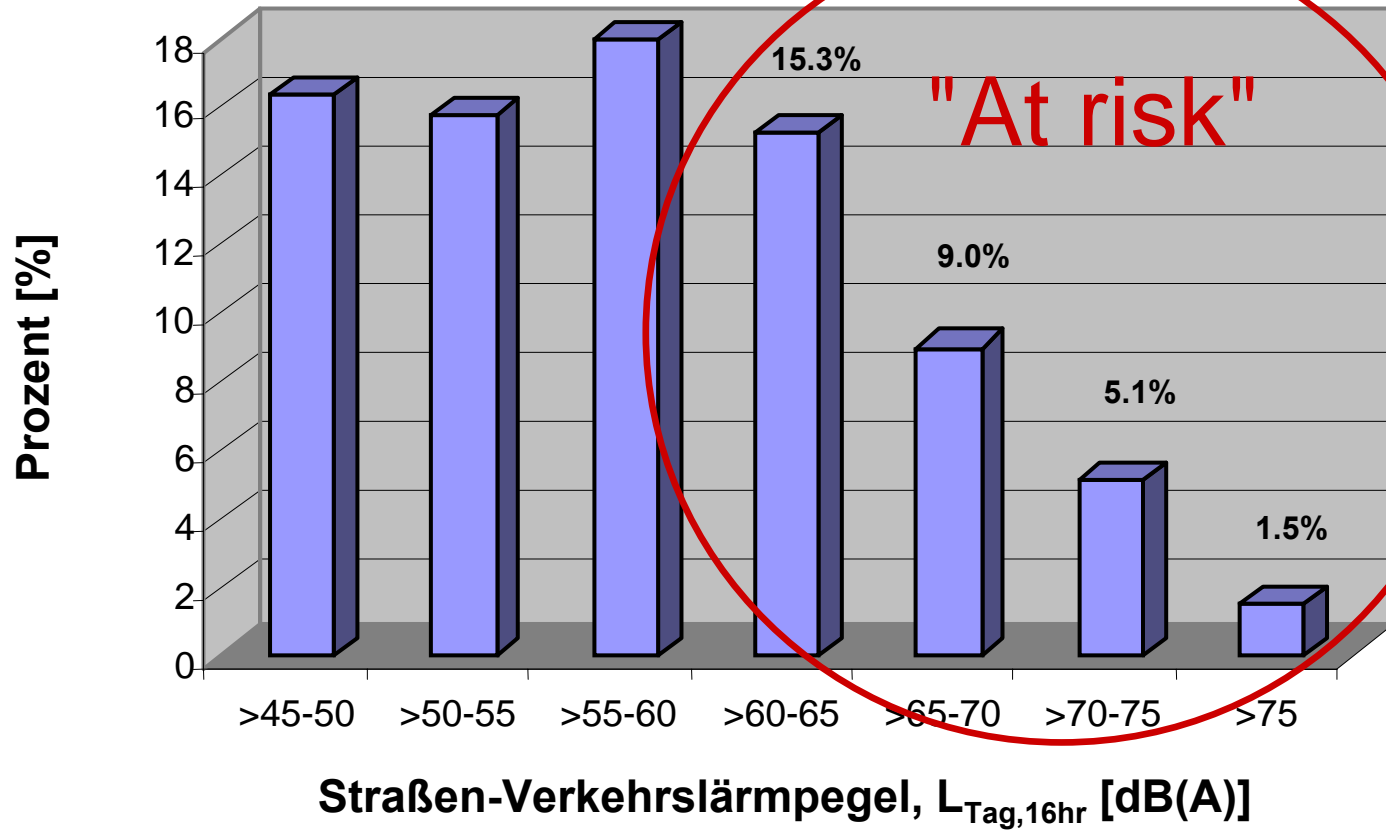


Heterogeneity: $p = 0.002$

Risikobewertung



Straßenverkehrslärm In Deutschland



Probabilistisches Modell (Referenzjahr 1999)

Quelle: Umweltbundesamt (2001)

EU – Umgebungslärmrichtlinie (Richtlinie 2002/49/EG)

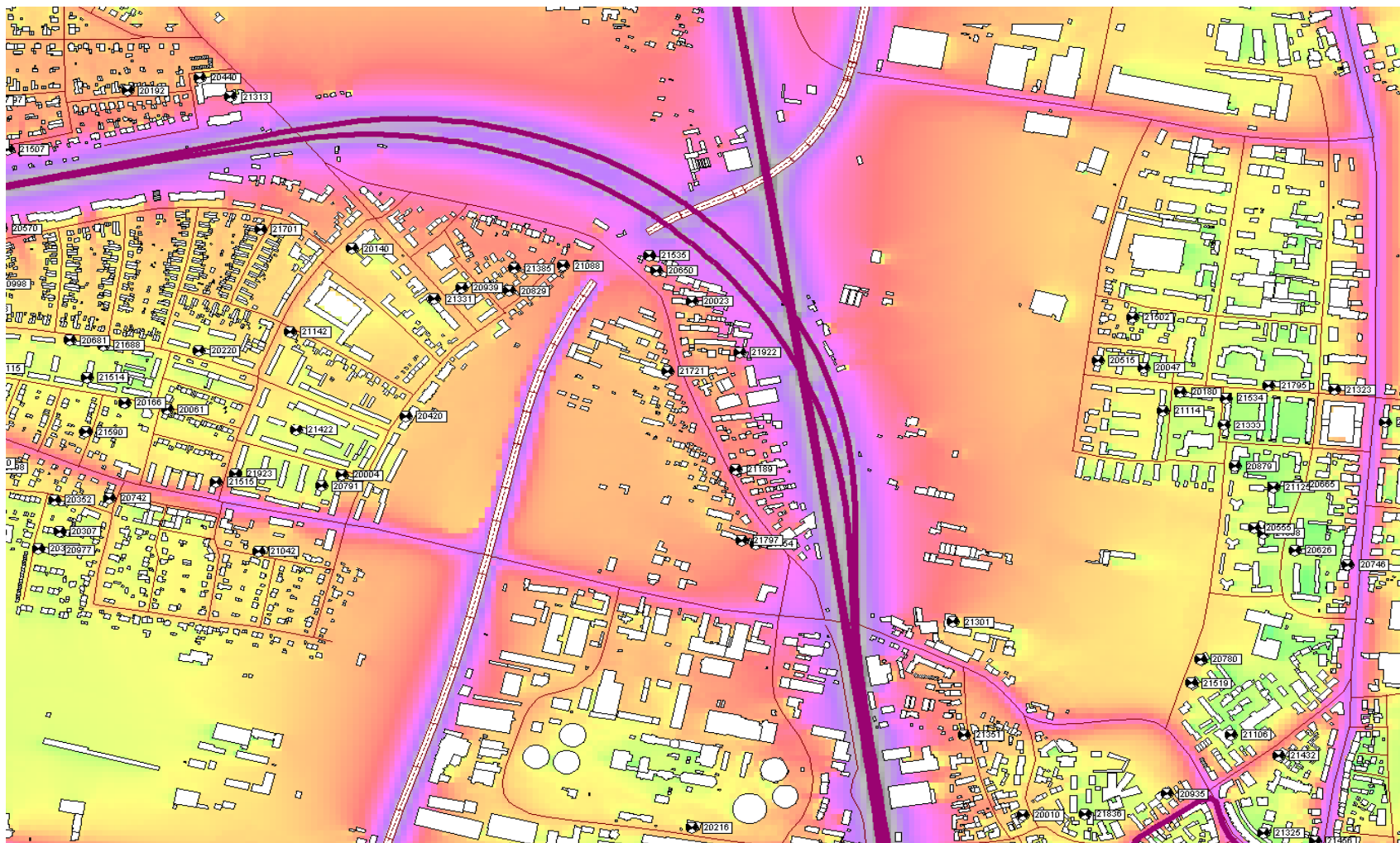
1. Stufe bis 30.06.2007

- Hauptverkehrsstraßen > 6 Millionen Kfz pro Jahr
- Haupteisenbahnstrecken > 60.000 Züge pro Jahr
- Großflughäfen > 50.000 Flugbewegungen pro Jahr
- Ballungsräume > 250,000 Einwohner
- Aktionspläne bis 2008

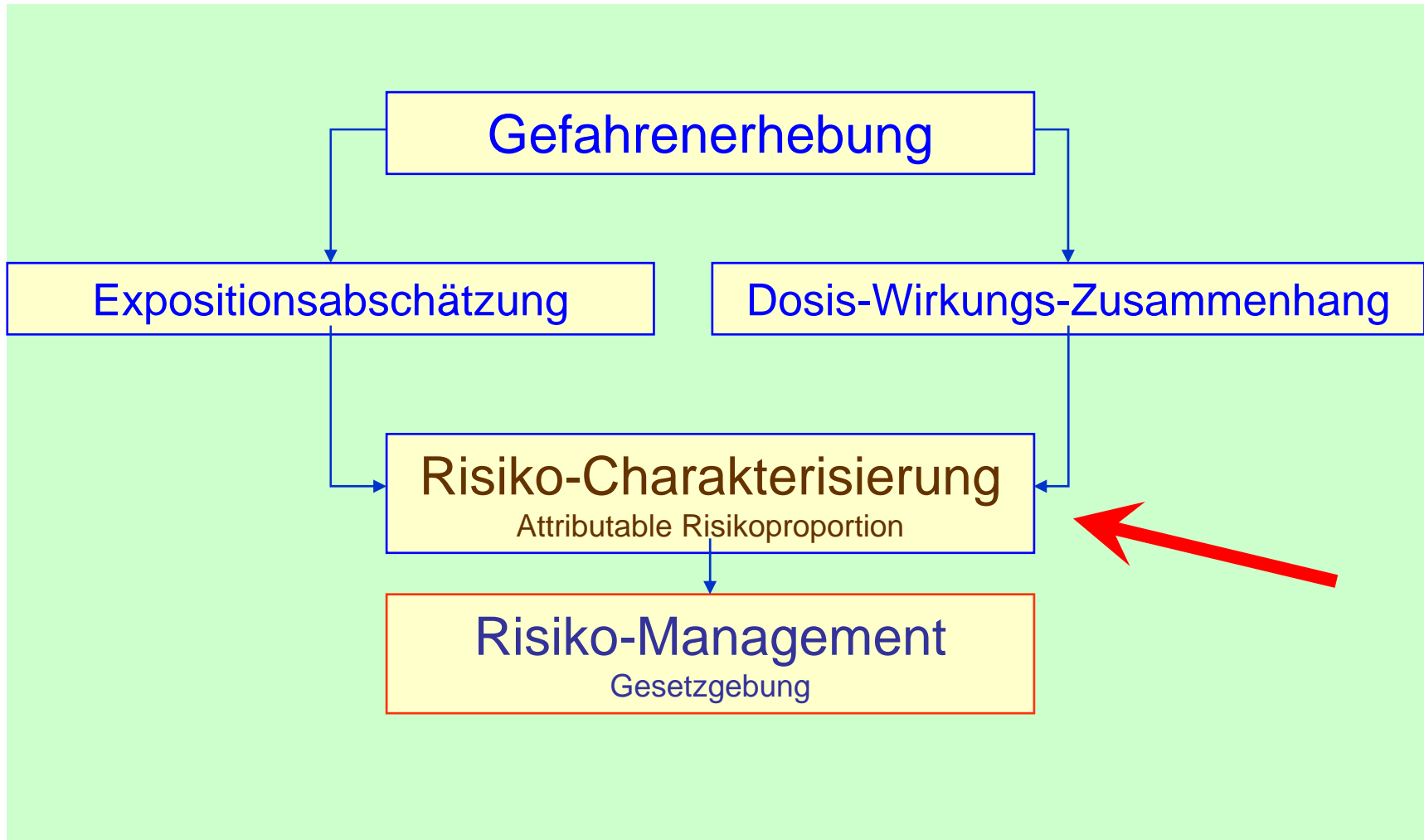
2. Stufe bis 30.06.2012

- Hauptverkehrsstraßen > 3 Millionen Kfz pro Jahr
- Haupteisenbahnstrecken > 30.000 Züge pro Jahr
- Ballungsräume > 100,000 Einwohner
- Aktionspläne bis 2013

Lärmkarte Augsburg (L_{den}) - Gesamtlärm



Risikobewertung



Inzidenz von Herz-Kreislauf-Erkrankungen

| ICD 9 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| Cardiovascular diseases (No. 390-459) | 2,288,764 | 2,413,429 | 2,511,855 | 2,580,989 | 2,728,033 | 2,764,146 |
| Acute rheumatic fever (No. 390-392) | 2,038 | 1,887 | 1,515 | 1,421 | 1,391 | 1,292 |
| Chronic rheumatic diseases (No. 393-398) | 34,295 | 30,222 | 26,678 | 24,608 | 23,744 | 22,718 |
| Hypertension and high blood pressure (No. 401-405) | 148,692 | 154,640 | 159,122 | 166,656 | 185,083 | 186,822 |
| Ischaemic heart diseases (No. 410-414) | 703,996 | 773,538 | 794,615 | 813,294 | 855,563 | 849,557 |
| Acute myocardial infarction (No. 410) | 132,921 | 133,311 | 131,094 | 127,724 | 132,501 | 133,115 |
| Diseases of the pulmonary circulatory system (No. 415-417) | 34,898 | 34,817 | 34,497 | 34,785 | 37,758 | 38,481 |
| Other heart diseases (No. 420-429) | 493,463 | 522,327 | 561,507 | 582,354 | 625,543 | 638,996 |
| Cerebral-vascular diseases (No. 430-438) | 385,059 | 397,573 | 420,697 | 439,138 | 462,885 | 476,441 |
| Diseases of arteries, arteriols and capillaries (No. 440-448) | 184,437 | 189,142 | 193,638 | 198,684 | 207,743 | 215,100 |
| Venous and other vascular diseases. (No. 451-459) | 301,886 | 309,283 | 319,586 | 320,049 | 328,323 | 334,739 |

IHD (2006): 718,648 Fälle (ICD 10)
AMI (2006): 208,425 Fälle (ICD 10)

Verkehrslärm-bedingte Herzinfarkte

| Verkehrslärm- immissionspegel tags (6-22 h) $L_{\text{Tag},16\text{hr}}$ [dB(A)] | Anteil Exponierter [%] | Relatives Risiko für Herzinfarkt [OR] ^{*)} |
|---|------------------------------|---|
| <= 60 | 69.1 | 1.000 |
| >60 – 65 | 15.3 | 1.031 |
| >65 – 70 | 9.0 | 1.099 |
| >70 – 75 | 5.1 | 1.211 |
| >75 | 1.5 | 1.372 |

Attributable Fraktion:

2.9%

MI: 133,115 Fälle

IHD: 849,557 Fälle

**Ca. 3,900 MI-
Fälle/Jahr**

**Ca. 24,700 IHD-
Fälle/Jahr**

*) Risikokurve für $L_{\text{Tag},16\text{hr}}$

Bezugsjahr 1999

MI = Myokardinfarkt
IHD = Ischämische Herzkrankheit

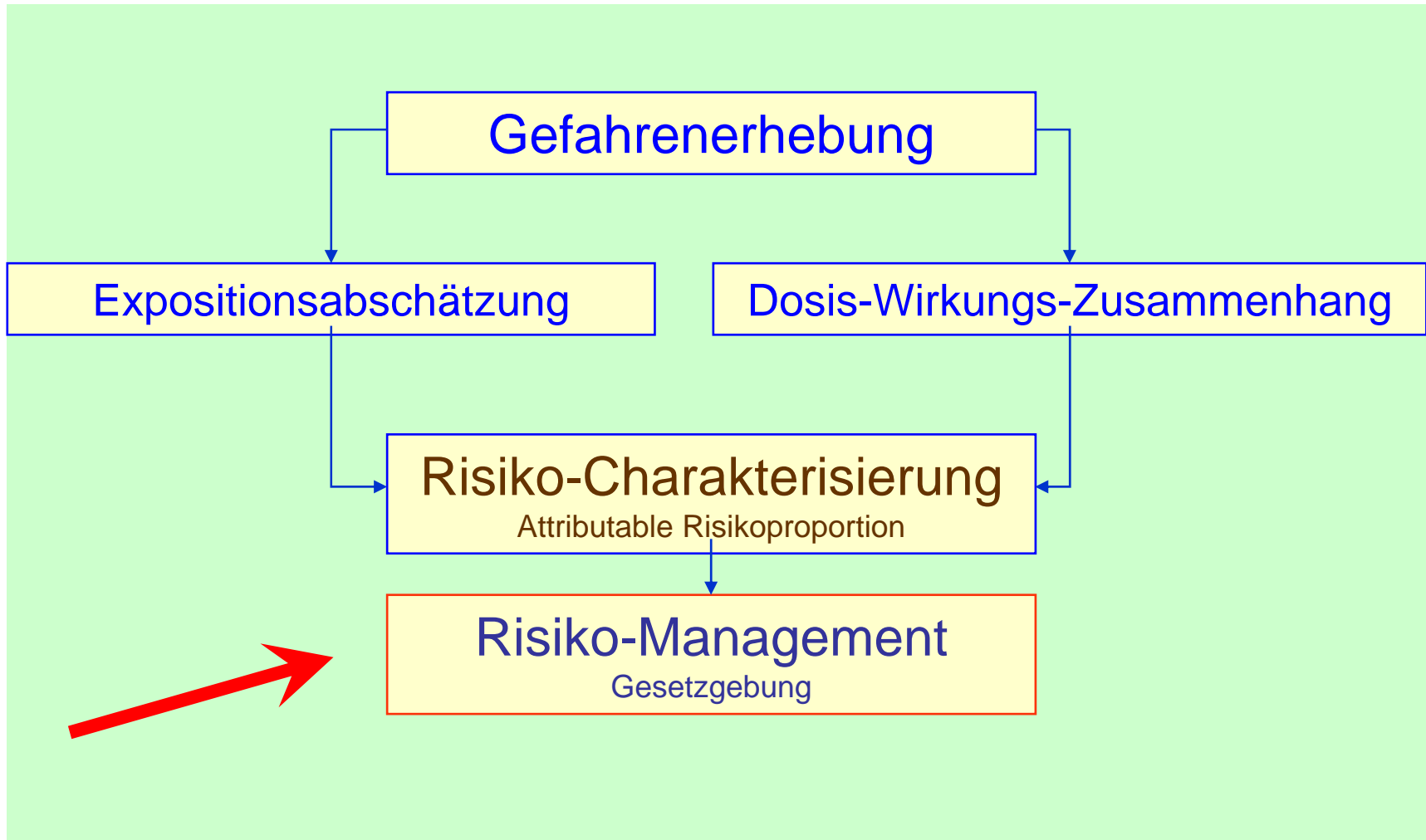
Risikokommunikation

Sterbefälle pro Jahr

- Asbest in der Umwelt 10^{-7} to 10^{-6}
- Elektromagnetische Felder ? 10^{-7} to 10^{-6}
- Karzinogene Luftschadstoffe 10^{-6} to 10^{-5}
- Passivrauchen (Lungenkrebs) 10^{-6} to 10^{-5}
- Passivrauchen (alle Krankheiten) 10^{-5} to 10^{-4}
- **Verkehrslärm** 10^{-5} to 10^{-4}
- Luftschadstoffe (Partikel) 10^{-4} to 10^{-3}
- Verkehrsunfälle 10^{-4} to 10^{-3}
- Aktivrauchen 10^{-3} to 10^{-2}

($10^{-5} = 1/100.000$)

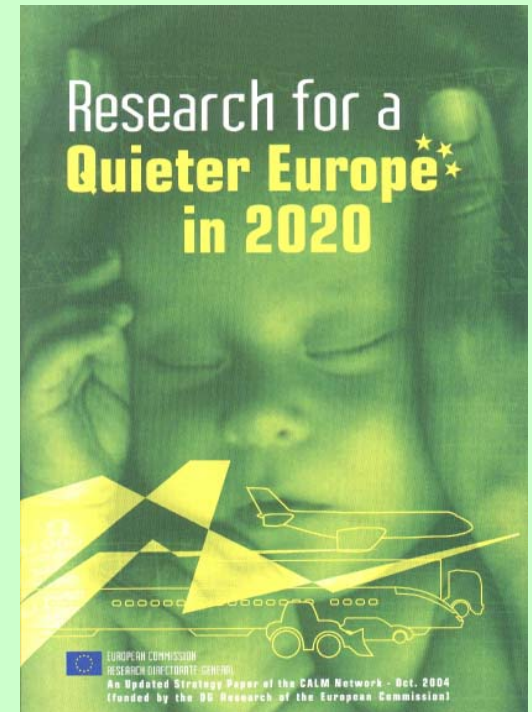
Risikobewertung



Community Research Strategy Plan

Vision für das Jahr 2020:

*“Vermeidung von gesundheits-
gefährdenden Wirkungen von
allen Lärmquellen und Schutz
ruhiger Gebiete”*



(CALM Network)

Quelle: CALM, 2004

WHO Expert Groups on Noise

WHO European Centre for Environment and Health, Bonn

2002 - 2009

- Noise and Health Indicators
- Environmental Noise Burden of Disease
- Housing and Health
- Aircraft Noise and Health
- Practical Guidance for Risk Assessment of Environmental Noise
- Night Noise Guidelines For Europe



WHO; URL: <http://www.euro.who.int/Noise>

Proposed Guidelines for Night Noise

| | |
|-----------------------------|--|
| Interim target (IT) | $L_{\text{night,outside}} = 55 \text{ dB}$ |
| Night Noise Guideline (NNG) | $L_{\text{night,outside}} = 40 \text{ dB}$ |

Spannungsfeld

Ruhe - Lautheit
Kosten - Nutzen



- ➔ Vernünftige Entscheidungen
- ➔ Kriterien entwickeln

Grenzwerte

Bernd Rohrman (1993):

"Kritische Grenzen gegen Umweltstressoren sind nicht durch empirische Forschung findbar. Es handelt sich um gesellschaftspolitische Setzungen, die vom Wertesystem der Beteiligten abhängen.

Grenzwerte sind ein normativer Akt, der aus einer komplexen Güterabwägung zwischen Nutzen, Risiko und Kosten hervorgeht."

UBA Qualitätsziele (Außenlärm)

- **Kurzfristig**
Vermeidung von Gesundheitsgefährdung
 $L_{\text{den}} = 65, L_{\text{night}} = 55$
- **Mittelfristig**
Minderung von erheblicher Belästigung
 $L_{\text{den}} = 60, L_{\text{night}} = 50$
- **Langfristig**
Vermeidung von erheblicher Belästigung
 $L_{\text{den}} = 55, L_{\text{night}} = 45$

Lärmaktionsplanung / Lärmminderungsplanung

Handbuch

Umgebungslärm, Aktionsplanung und
Öffentlichkeitsbeteiligung

Silent City



Umwelt
Bundes
Amt 
Für Mensch und Umwelt


Europäische Akademie
für städtische Umwelt Berlin
European Academy
of the Urban Environment

Danke fürs Zuhören



Kontakt:
wolfgang.babisch@uba.de