

Ab wann ist Verkehrslärm kritisch für die Gesundheit?

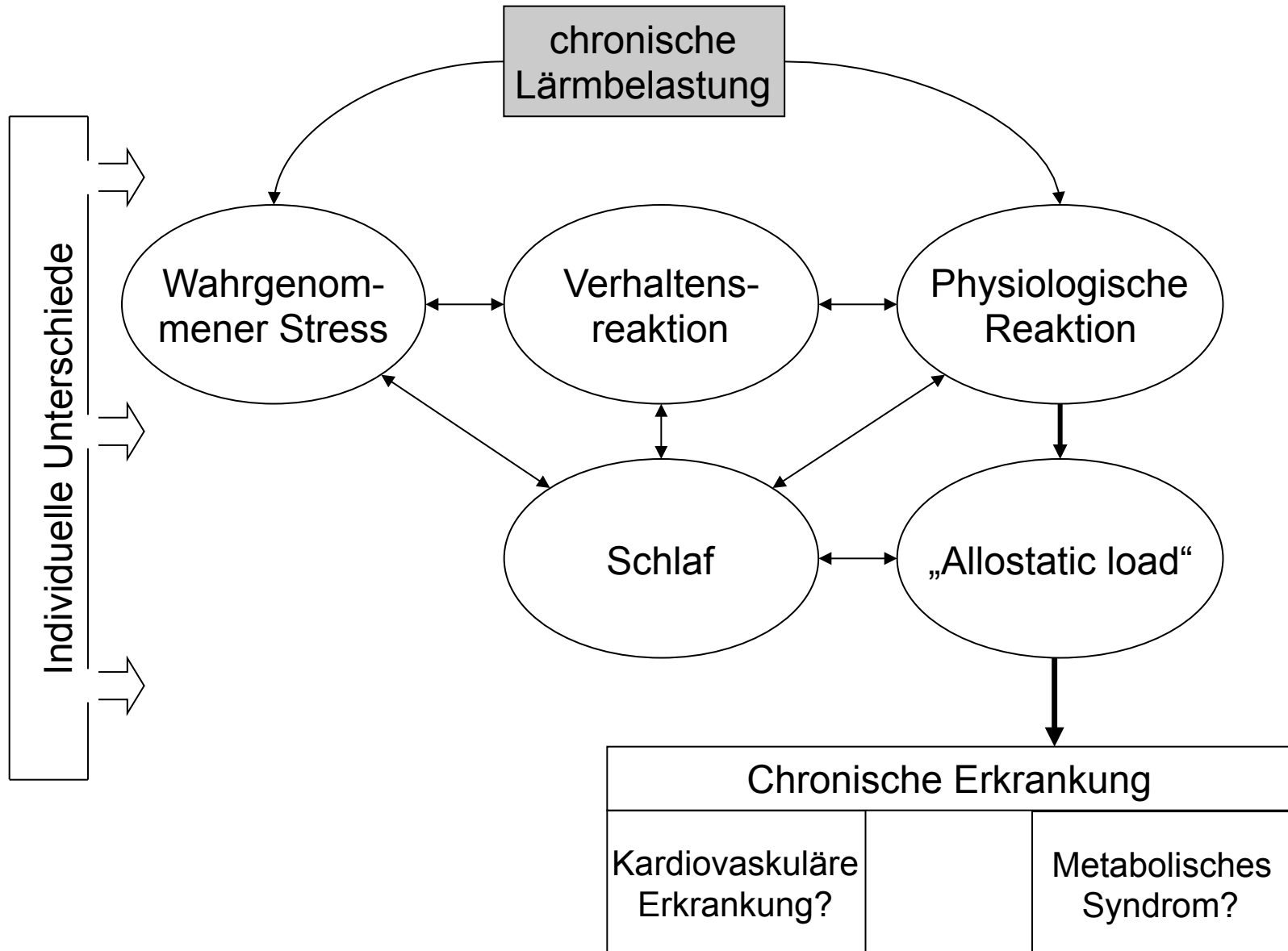
VUR-Jahrestagung 2018



**Neueste Erkenntnisse aus den epidemiologischen Studien
über die Dosis - Wirkungsbeziehungen**



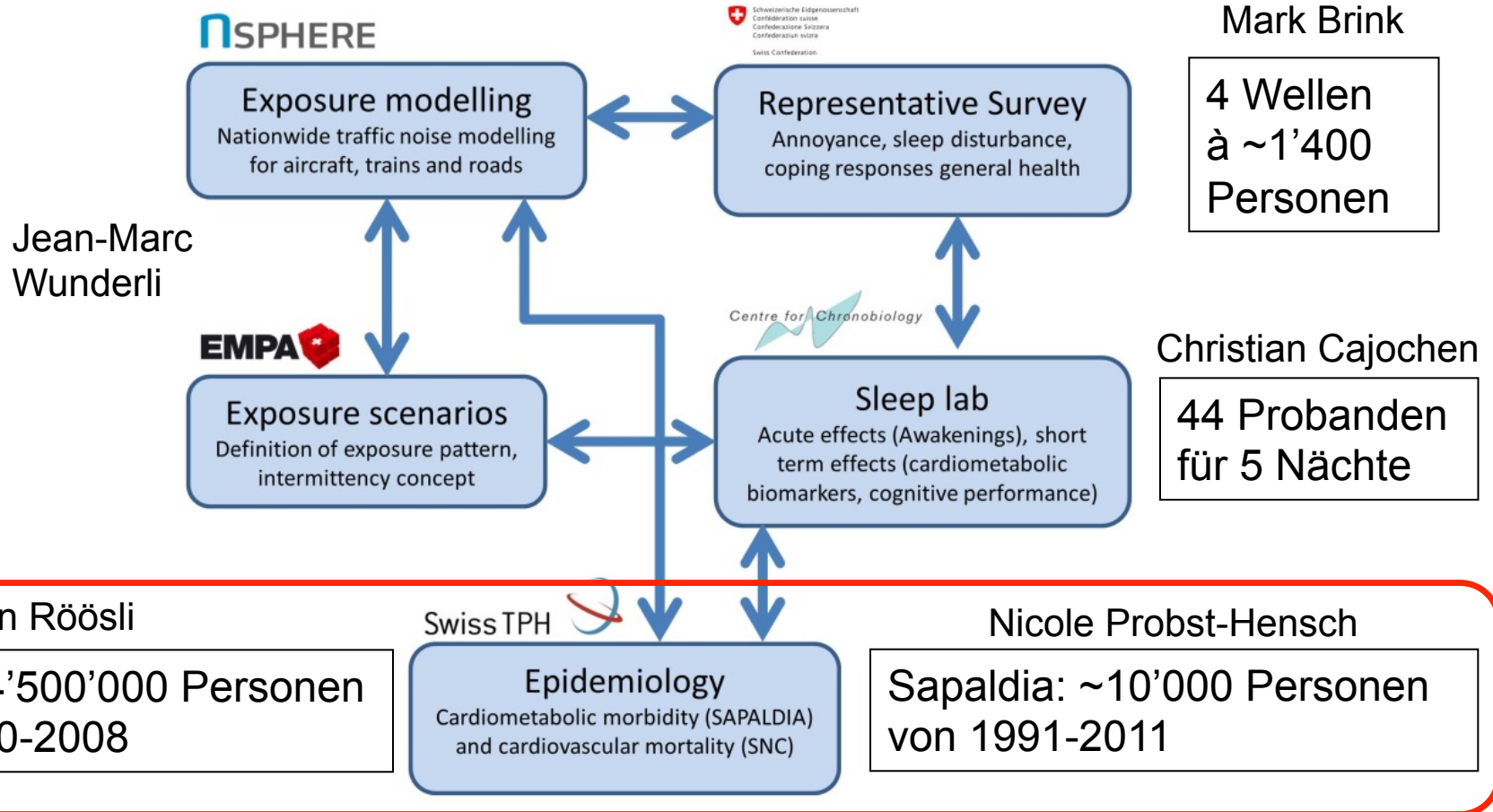
Martin Rösli



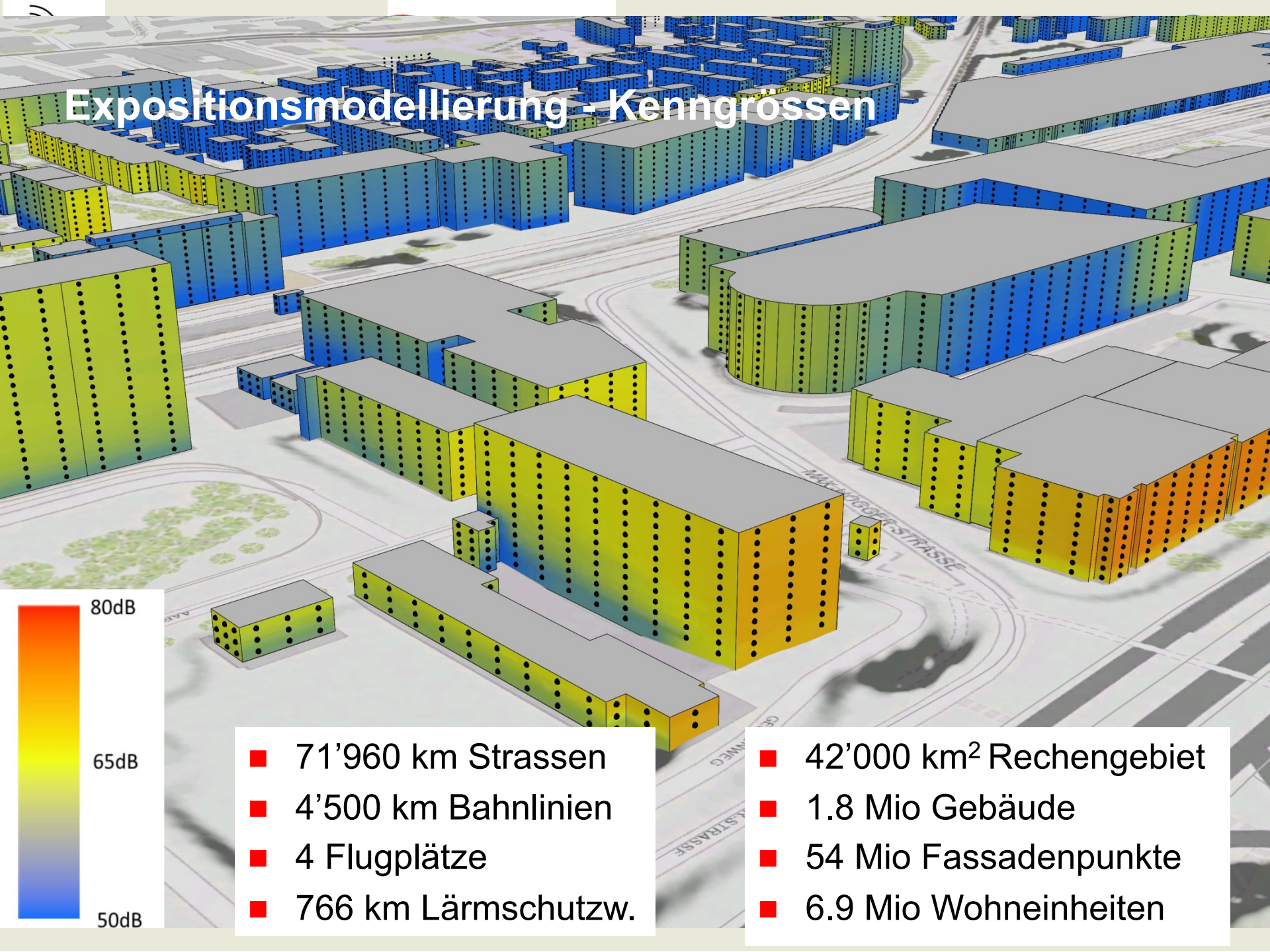
Ziele SiRENE

- Besseres Verständnis zu den Langzeitauswirkungen von Verkehrslärm
- Im Speziellen
 1. Was ist die Expositions-Wirkungsbeziehung für Strassen-, Bahn- und Fluglärm mit Belästigung, Schlafstörungen und kardiometabolischen Risikofaktoren inkl. kardiovaskuläre Mortalität?
 2. Was für eine Rolle spielt die Art des Lärms wie Quelle, Level, Zeit, Verlauf etc.?
 3. Welche Personen reagieren besonders empfindlich auf Lärm?
 4. Welche pathophysiologischen Wirkungspfade sind besonders relevant?

SiRENE: Projektüberblick



Expositionsmodellierung - Kenngrößen



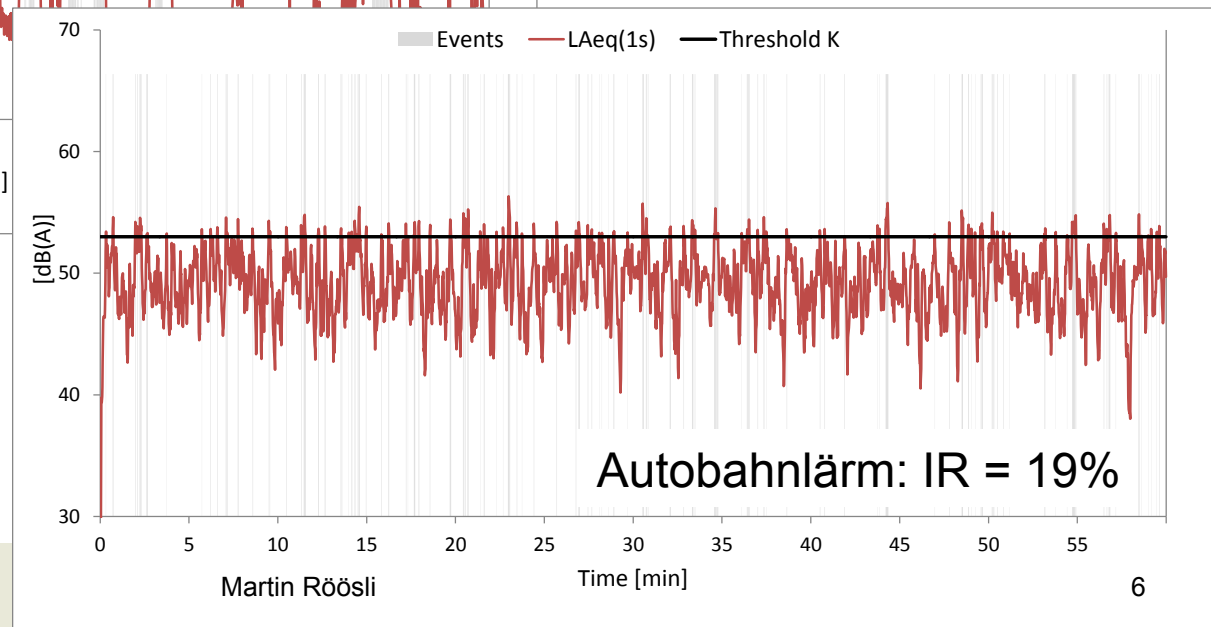
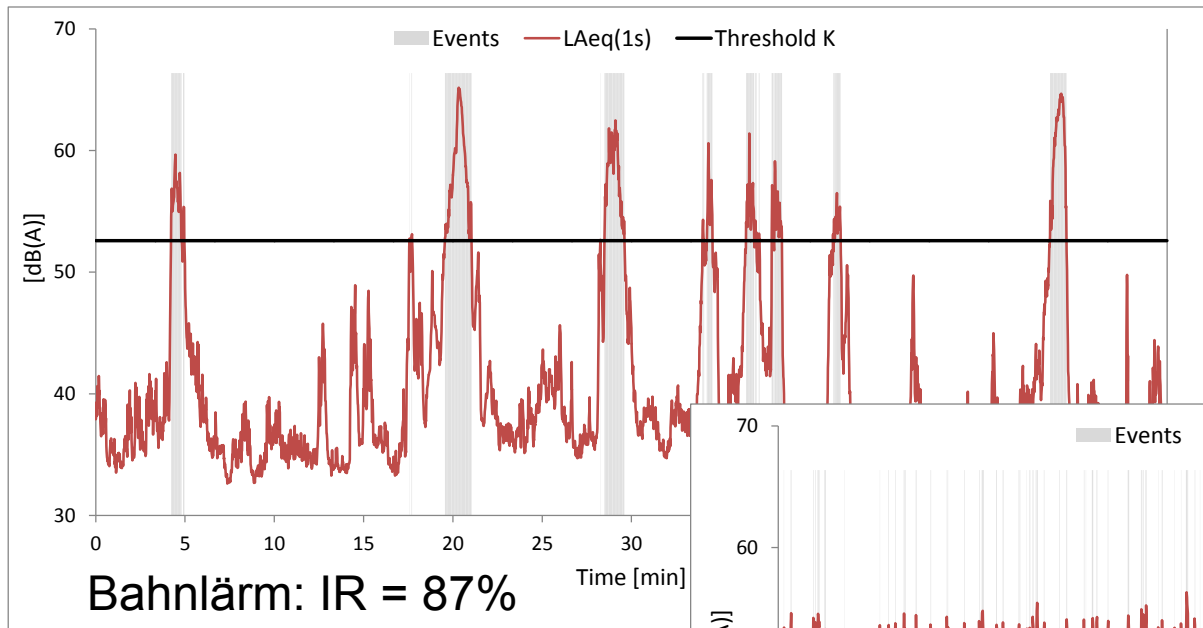
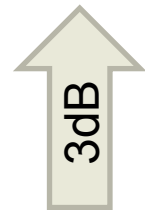
- 71'960 km Strassen
- 4'500 km Bahnlinien
- 4 Flugplätze
- 766 km Lärmschutzw.

- 42'000 km² Rechengebiet
- 1.8 Mio Gebäude
- 54 Mio Fassadenpunkte
- 6.9 Mio Wohneinheiten

Neues akustisches Mass: Intermittenz (IR)

IR: Anteil der Schallenergie von Einzelereignissen dividiert durch gesamte Schallenergie.

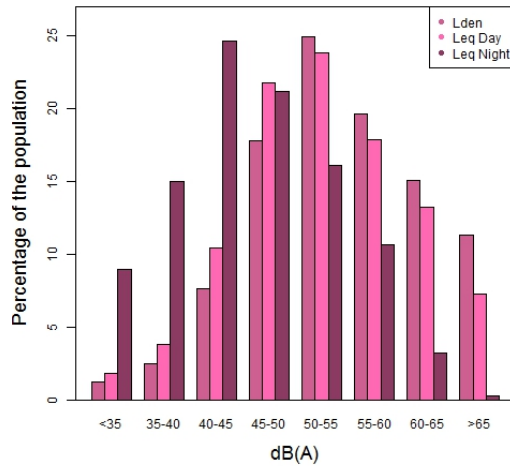
$$K \equiv L_{\text{Aeq},T,\text{tot}} + C [\text{dB}]$$



Wunderli et al. JESEE, 2016

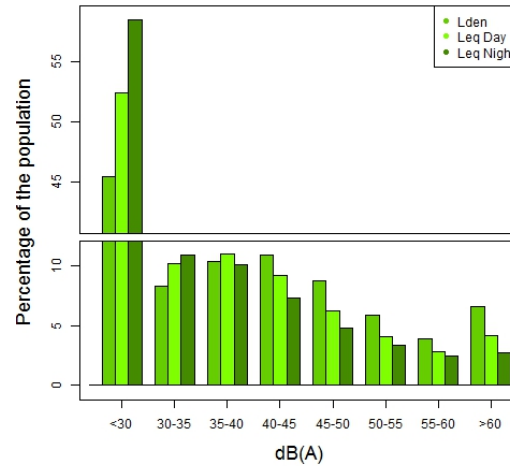
Verteilung der Lärmbelastung in der Schweizerischen Nationalen Kohorte (2001)

Road traffic noise



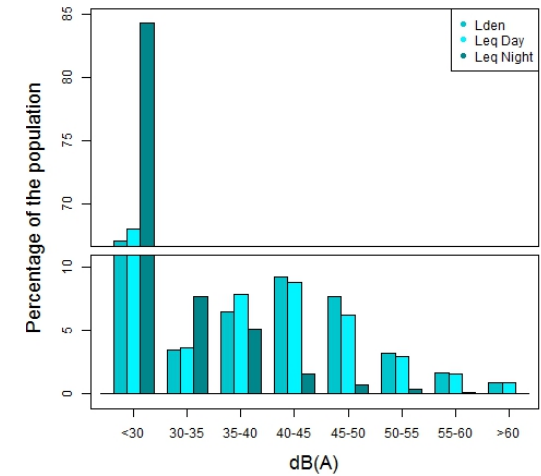
Mittelwert
L_{den}: 54.9 dB

Railway noise



Mittelwert
L_{den}: 32.4 dB

Aircraft noise



Mittelwert
L_{den}: 28.6 dB

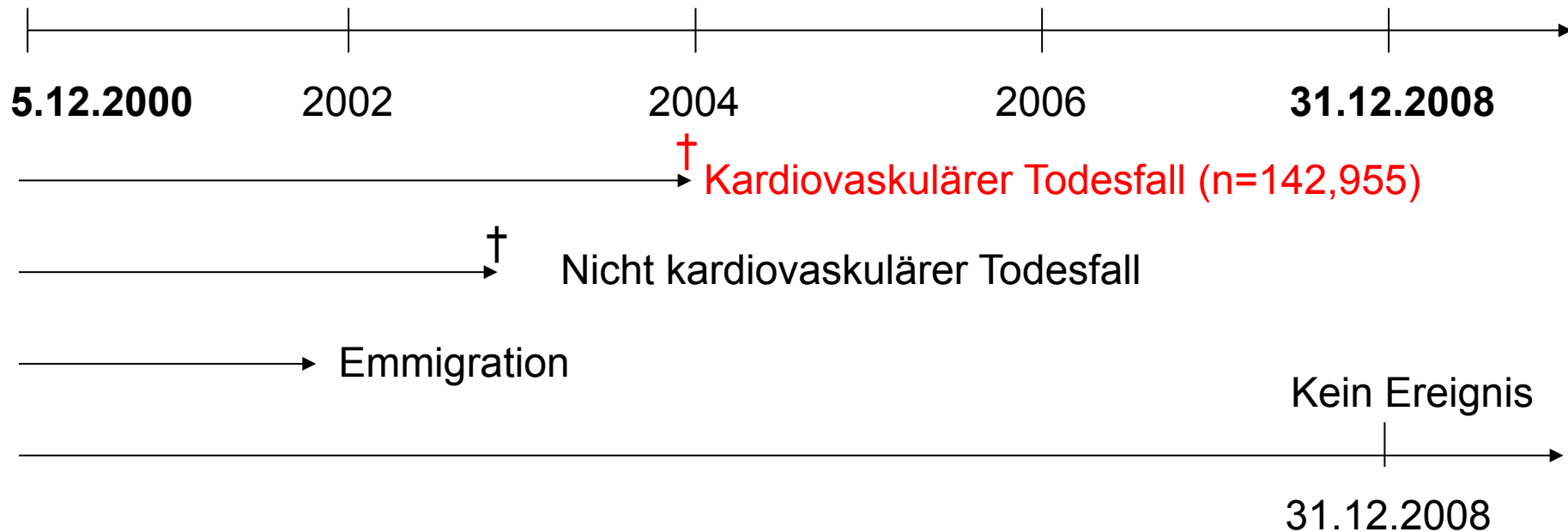
L_{den}: **day, evening, night**; Zuschlag von 5dB am Abend (19.00-23:00) und 10dB in der Nacht (23:00-7.00)

Überlebensanalyse

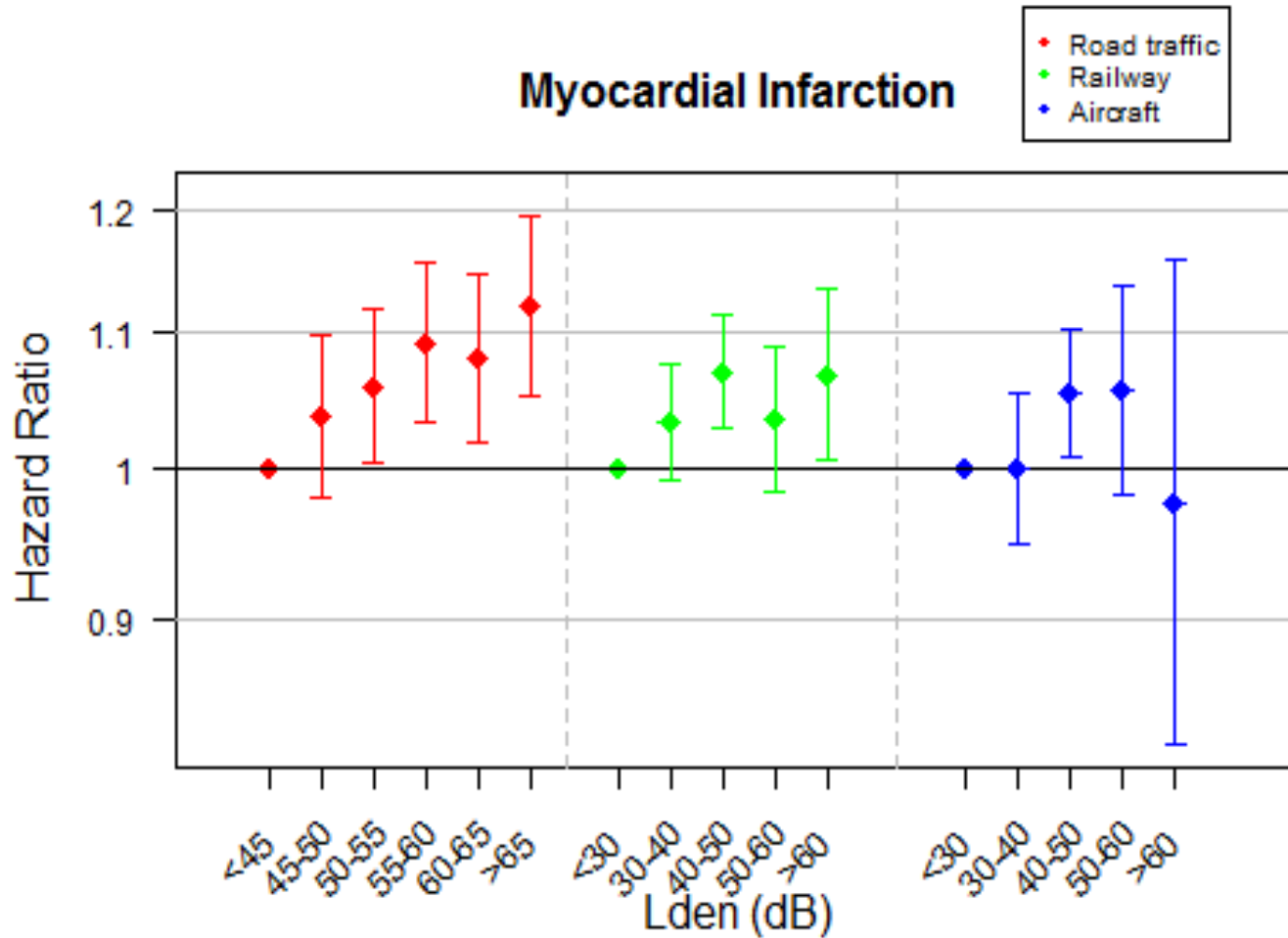
Cox Proportional Hazards Modell mit Alter als Zeitskala

Multi-Expositons Modell: L_{den} (Strasse), L_{den} (Bahn), L_{den} (Luft), Intermittenz, Geschlecht, Zivilstand, Bildung, Sprachregion, Beruf, Nationalität, Luftbelastung (NO₂), sozioökonomischer Status der Nachbarschaft

Follow-up period



Herzinfarkt und Verkehrslärm



Héritier, EJE, 2017

Herzinfarkt: Risikozunahme pro 10 dB

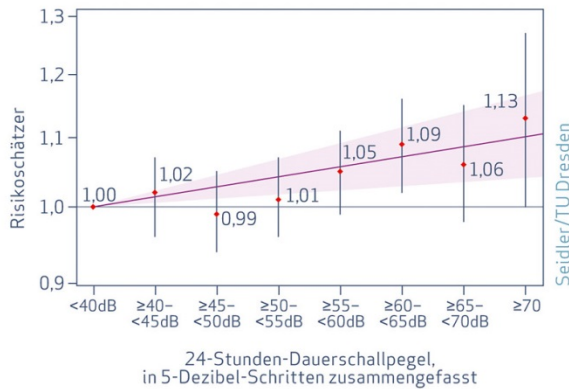
Quelle	Risiko (%)	95% Konfidenz-interval	
L_{den} Strasse	4.0	2.1	5.9
L_{den} Bahn	2.0	0.7	3.3
L_{den} Flugzeug	2.7	0.6	4.3

Héritier, EJE, 2017

Ähnliche Ergebnisse wie NORAH Studie

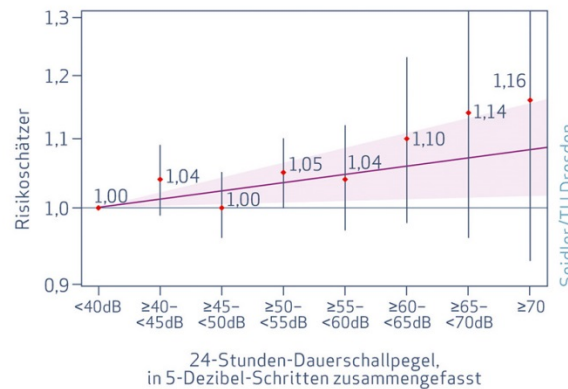
- Fall-Kontrollstudie
- Gesundheitsdaten von 3 Krankenkassen der über 40-Jährigen (n=ca. 1 Mio)
- Individuelle Modellierung der Lärmbelastung
- Adjustiert für Alter, Geschlecht, Räumlicher SES, individueller SES (für 39%)

Herzinfarkt und Straßenlärm



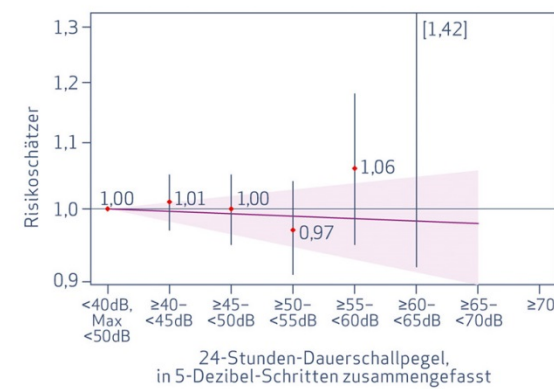
+2.8% (1.2 – 4.5) pro 10 dB

Herzinfarkt und Schienenlärm



+2.3% (0.5 – 4.2) pro 10 dB

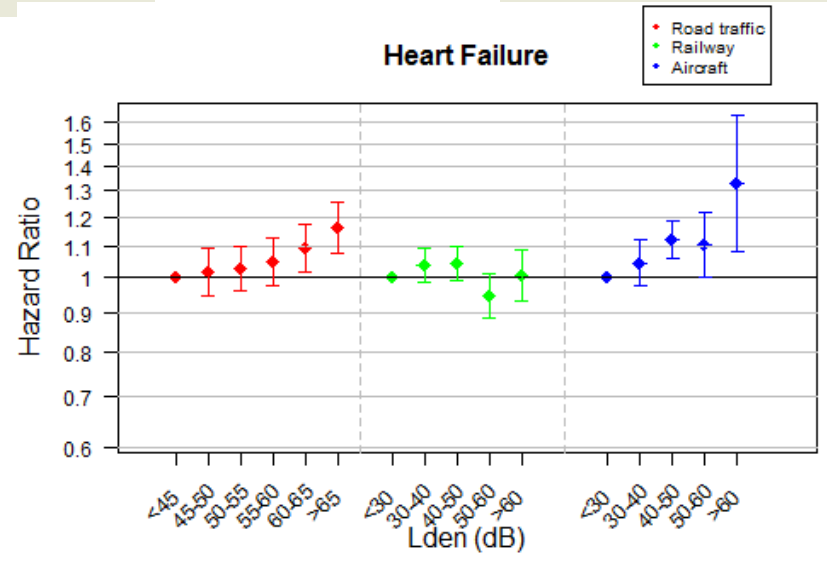
Herzinfarkt und Fluglärm



-0.7% (-3.4 – 2.0) pro 10 dB

Von <http://www.laermstudie.de>

SIRENE



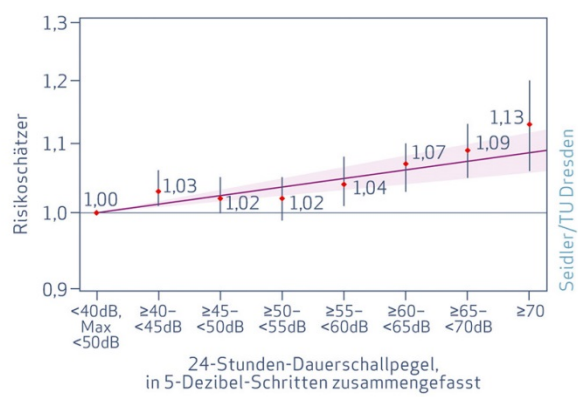
Héritier et al, 2017

+5.1% (2.7 – 7.4) pro 10 dB
+2.4% (1.6 – 3.2) pro 10 dB

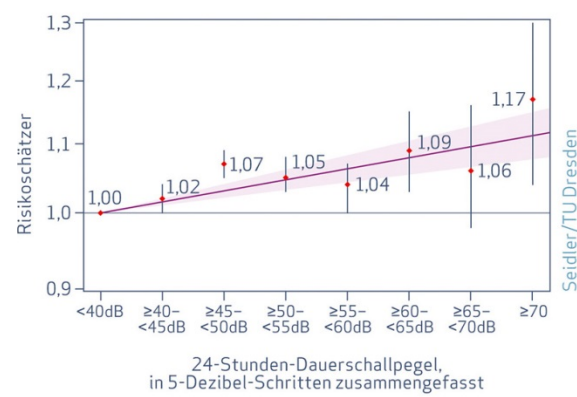
-0.3% (-2.0 – 1.4) pro 10 dB
+3.1% (2.2 – 4.1) pro 10 dB

+5.6 % (2.8 – 8.5) pro 10 dB
+1.6 % (0.3 – 3.0) pro 10 dB

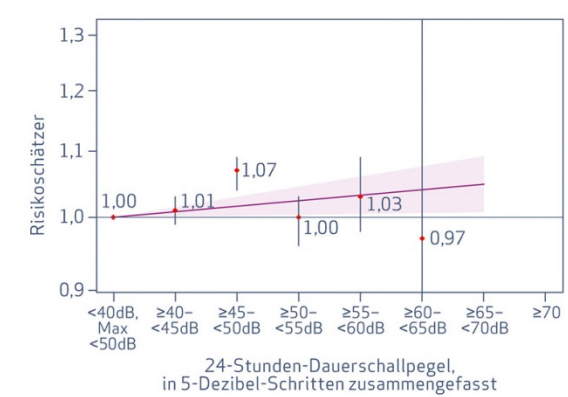
Herzinsuffizienz und Straßenlärm



Herzinsuffizienz und Schienenlärm



Herzinsuffizienz und Fluglärm



Risikozunahme pro 10 dB

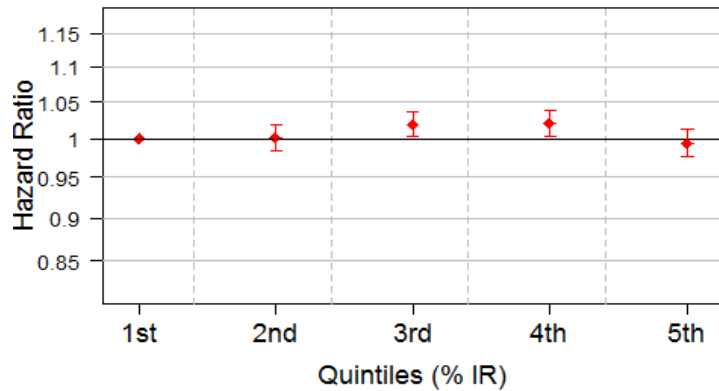
Todesursache	Quelle	Risiko (%)	95% Konfidenzintervall	
Alle Kardio- vaskuläre	L _{den} Strasse	2.5	1.8	3.2
	L _{den} Bahn	0.5	0.0	1.0
	L _{den} Flugzeug	-0.6	-1.5	0.2
Ischämische	L _{den} Strasse	2.3	1.2	3.4
	L _{den} Bahn	1.2	0.5	2.0
	L _{den} Flugzeug	-0.9	-2.2	0.3
Bluthochdruck bedingt	L _{den} Strasse	5.3	3.0	7.5
	L _{den} Bahn	1.1	-0.5	2.7
	L _{den} Flugzeug	1.2	-1.5	3.9
Herzinsuffizienz	L _{den} Strasse	5.1	2.7	7.4
	L _{den} Bahn	-0.3	-2.0	1.4
	L _{den} Flugzeug	5.6	2.8	8.5
Schlaganfall*	L _{den} Strasse	1.1	-0.7	2.8
	L _{den} Bahn	-0.5	-1.7	0.8
	L _{den} Flugzeug	-0.9	-4.9	3.2

* Ischämischer Schlaganfall mit Strassen- und Fluglärm assoziiert.

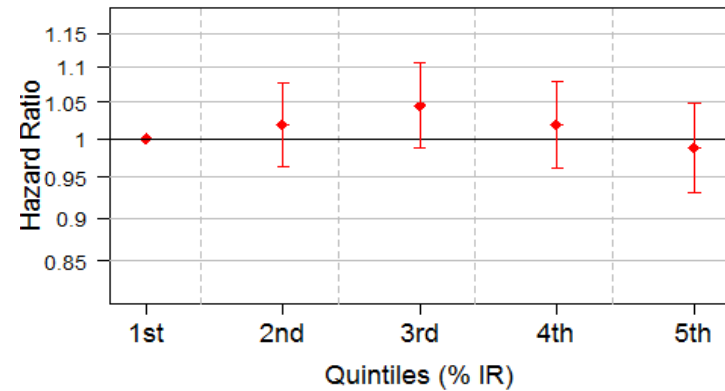
Héritier, EJE, 2017

Intermittenz (IR): höchstes Risiko bei mittlerer IR (ausser Herzinsuffizienz)

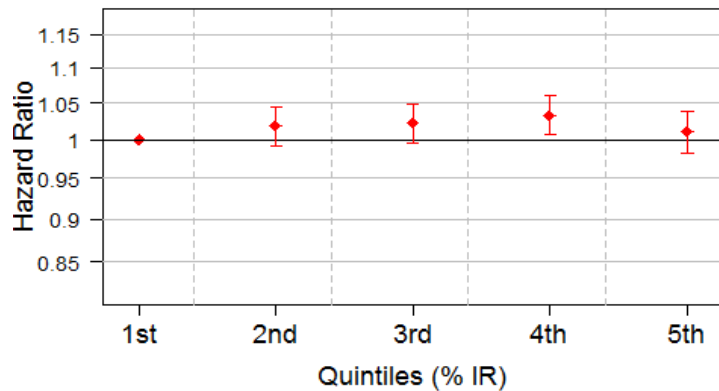
CVD



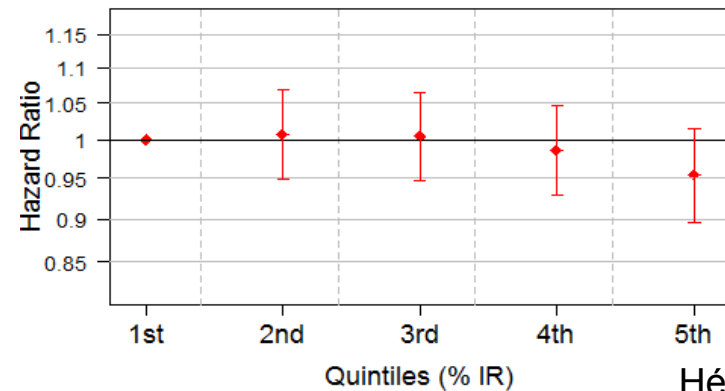
Myocardial Infarction



BP



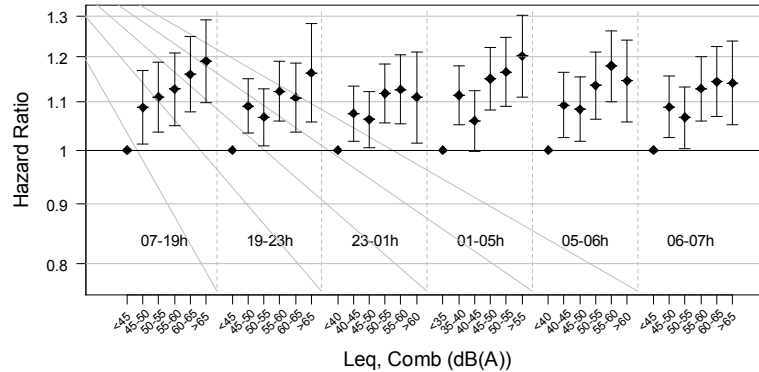
Heart Failure



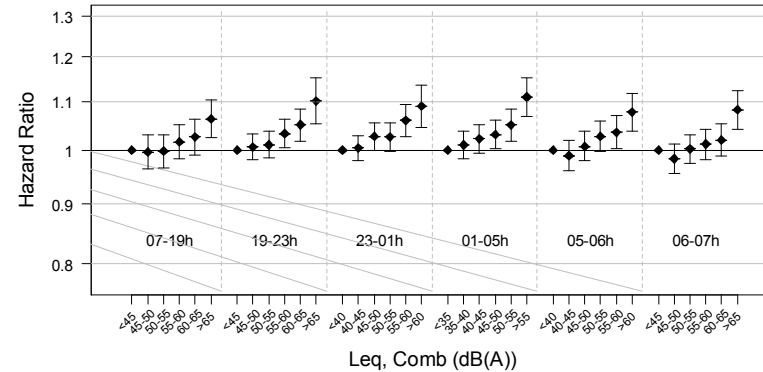
Héritier,
EJE, 2017

Effekt von Lärm zu verschiedenen Tageszeiten

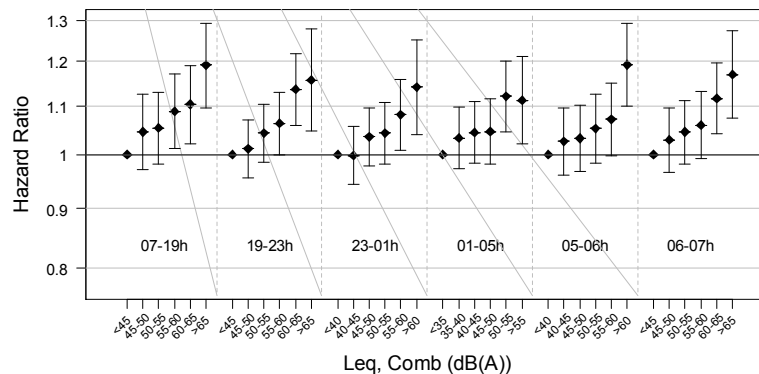
Hypertensive Diseases



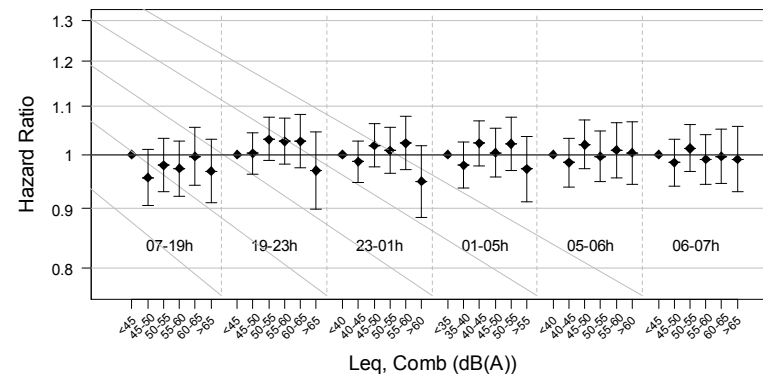
Ischemic Heart Diseases



Heart Failure



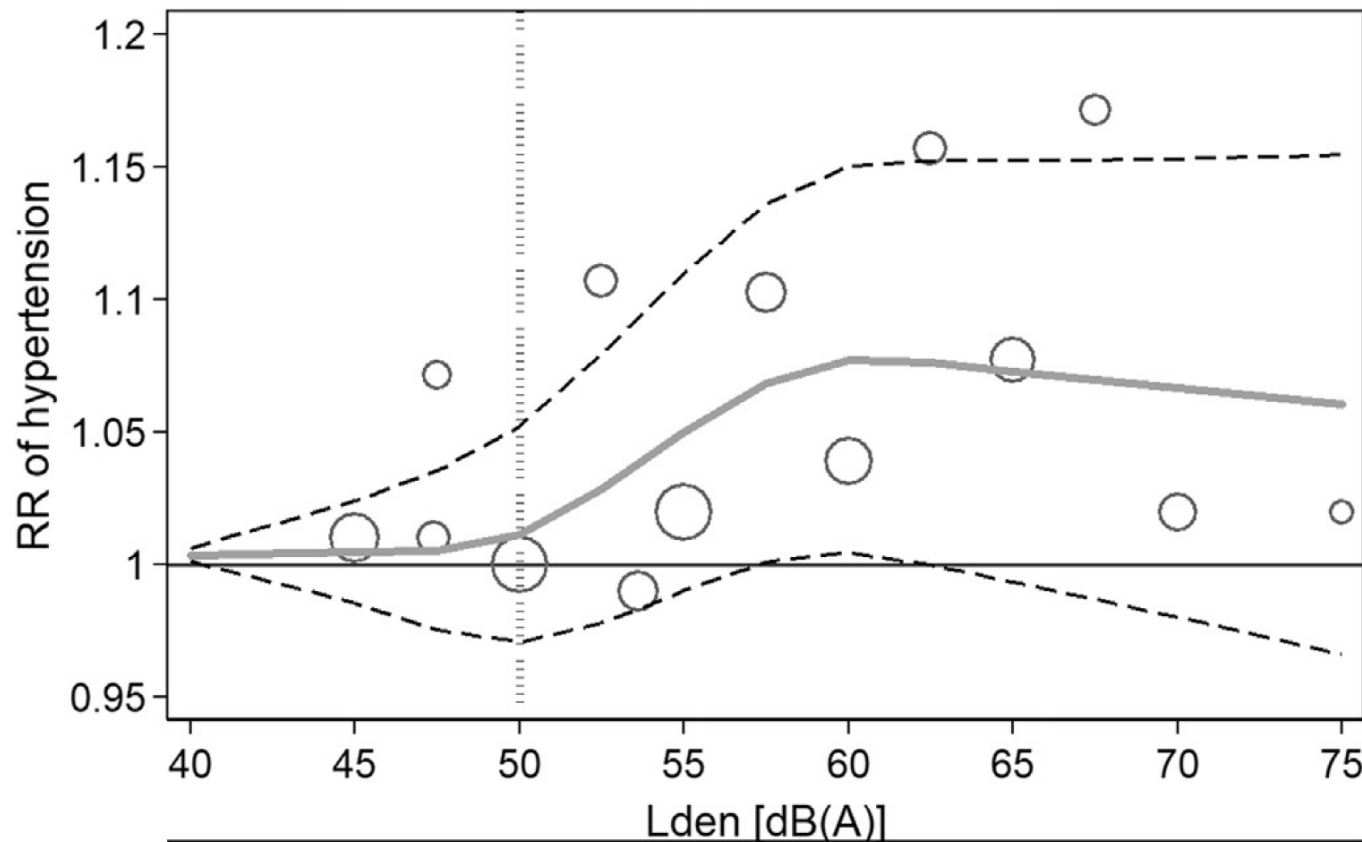
Stroke



Erhöhte Risiken in der Kernnacht (01:00-05:00) ab 35 dB.

Strassenlärm und Bluthochdruck

9 Studien publiziert zwischen 2011 und 2017



Dzhambow et al,
Env Poll 2018

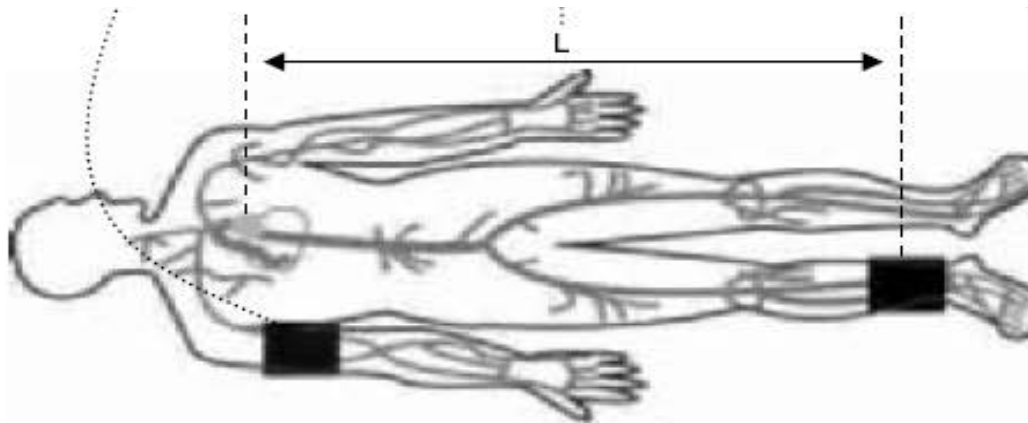
WHO Review (Studien bis 2015)

“A majority of the studies concerned traffic noise and **hypertension**, but most were cross-sectional and suffering from **a high risk of bias**. The **most comprehensive evidence** was available for road traffic noise and **Ischemic Heart Diseases (IHD)**. Combining the results of 7 longitudinal studies revealed a Relative Risk (RR) of 1.08 (95% CI: 1.01–1.15) per 10 dB (LDEN) for the association between road traffic noise and the incidence of IHD. We rated the **quality of this evidence as high**. Only a few studies reported on the association between transportation noise and **stroke, diabetes, and/or obesity**. The quality of evidence for these associations was rated from moderate to very low, depending on transportation noise source and outcome.”

Van Kempen et al,
IJERPH 2018

SAPALDIA Studie (Swiss study on Air Pollution and Lung Disease in adults)

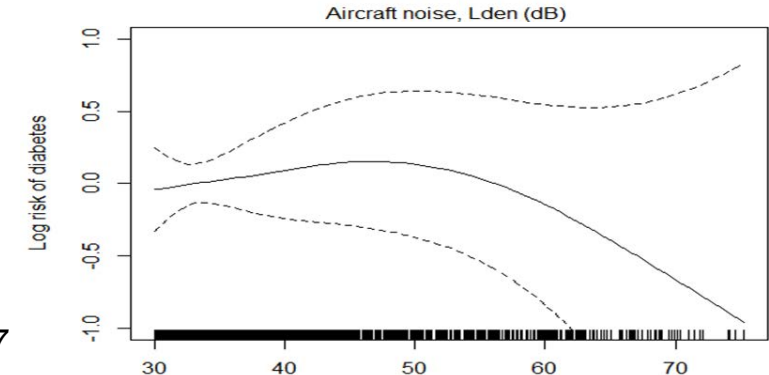
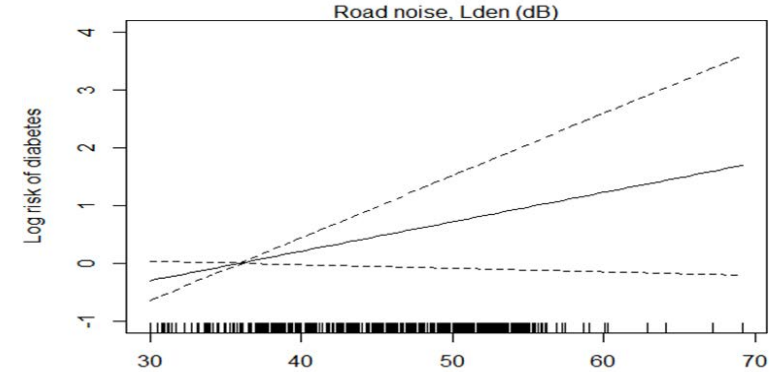
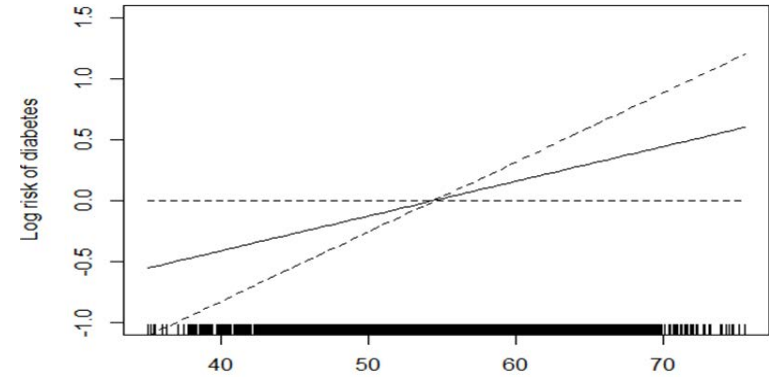
- **Sample:** 2,775 Teilnehmende (49–81 Jahre) bei der 2. Untersuchung (2010–2011)
- **Auswirkung:** **Arterielle Steifheit** (n=2,775 in 2010/2011 und **Diabetes** (110 neue Fälle zwischen 2001 und 2011 von 2,631 Personen)
- **Statistische Analyse:** Multiexpositionsmodell für Lden (Strasse, Bahn, Flug) adjustiert für viele soziodemographische und Lebensstilfaktoren (z.B. Rauchen, Alkohol, Bewegung, etc.) sowie Luftbelastung.



Shirai K et al J Atheroscler Thromb. 2006 Apr;13(2)101-7

Diabetes

Quelle	Relatives Risiko (%)	95% Konfidenz-interval	
L _{den} Strasse	1.35	1.02	1.78
L _{den} Flugzeug	1.86	0.96	3.59
L _{den} Bahnlärm	0.94	0.71	1.24



Eze IC et al. *Int J Epidemiol*, 2017

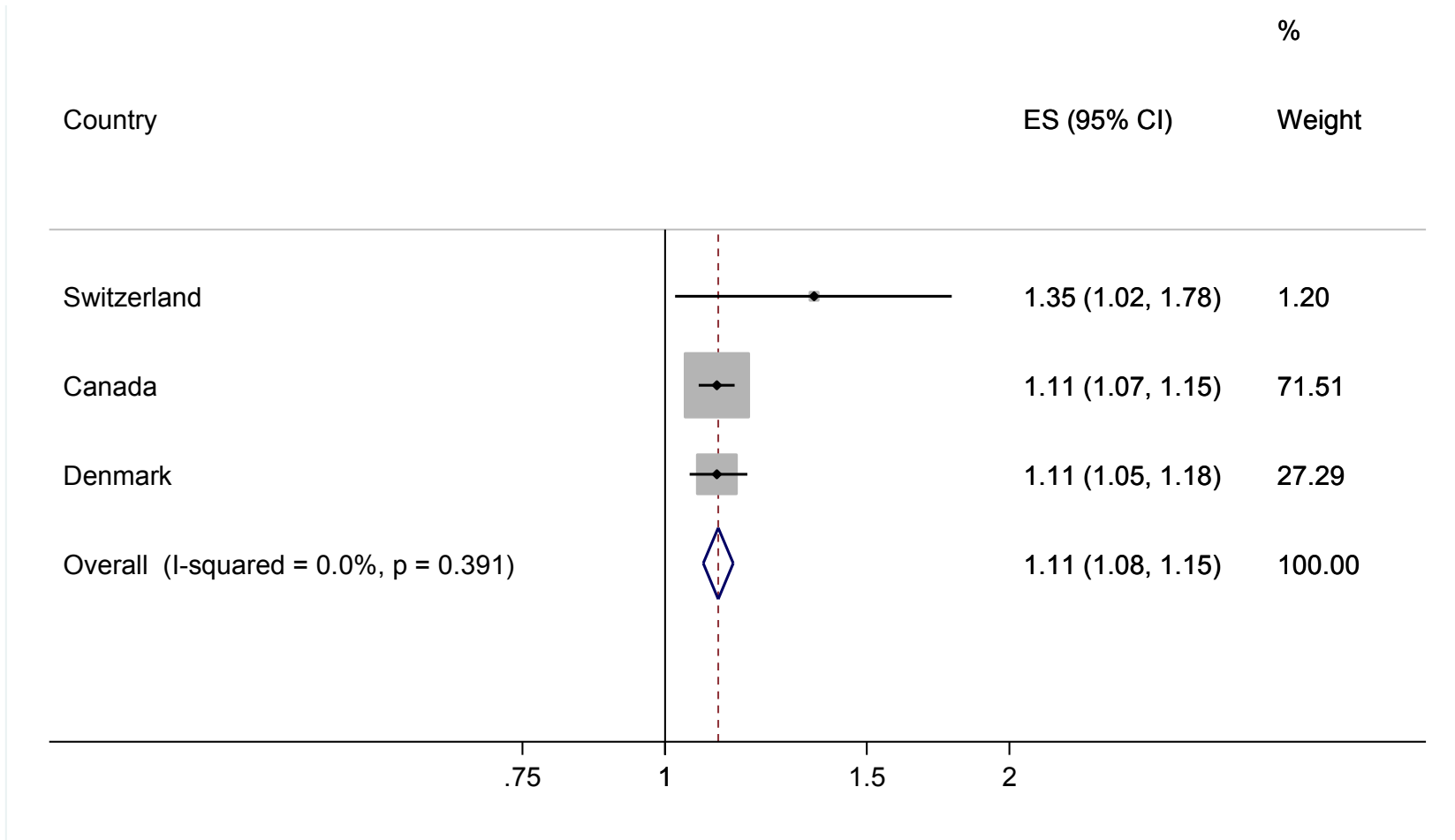
Effektmodifikatoren

- **Lärmbelästigung** und **Lärmsensitivität** spielt keine Rolle.
- Hinweise für grössere Risiken für **Männer**, **schlechte Schläfer** und Personen mit **offenen Fenstern** in der Nacht.

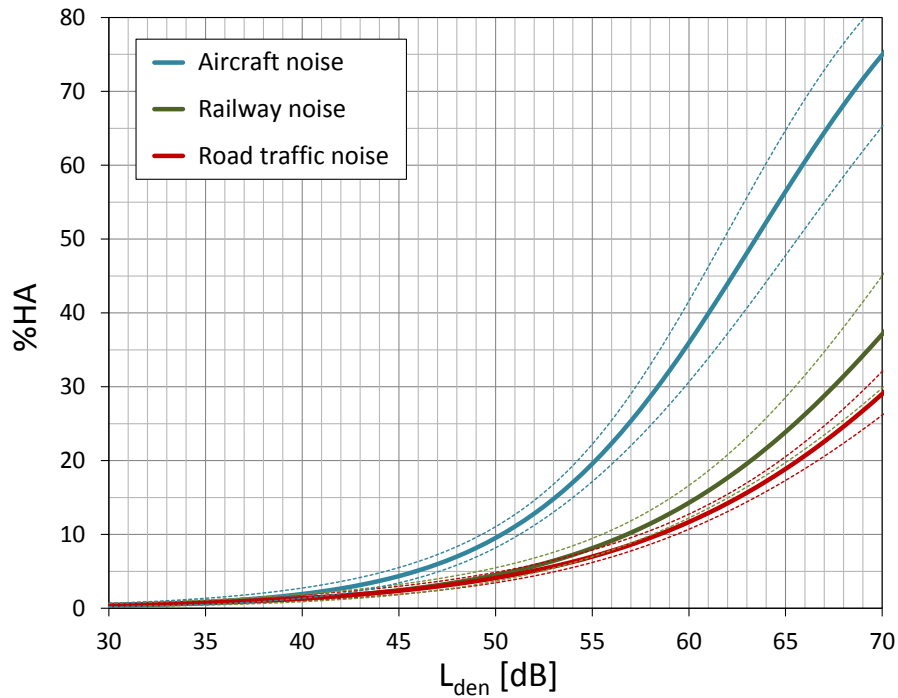
Characteristics	<i>n</i>	RR (95% CI)
Sex		
Males	1244	1.66 (1.08, 2.55)
Females	1387	1.17 (0.77, 1.77)
<i>P</i> -value of interaction		0.259
Sleep quality		
Good	2359	1.28 (0.95, 1.72)
Bad	272	2.05 (1.02, 4.12)
<i>P</i> -value of interaction		0.228
Noise annoyance		
≤ P50	1533	1.21 (0.83, 1.78)
> P50	1095	1.27 (0.85, 1.91)
<i>P</i> -value of interaction		0.872
Noise sensitivity score		
≤ P50	1144	1.20 (0.75, 1.92)
> P50	1091	1.19 (0.69, 2.06)
<i>P</i> -value of interaction		0.935
Sleeping with open windows		
Yes	2016	1.44 (1.02, 2.03)
No	544	0.64 (0.34, 1.19)
<i>P</i> -value of interaction		0.083

Eze et al. *Int J Epidemiol*, 2017

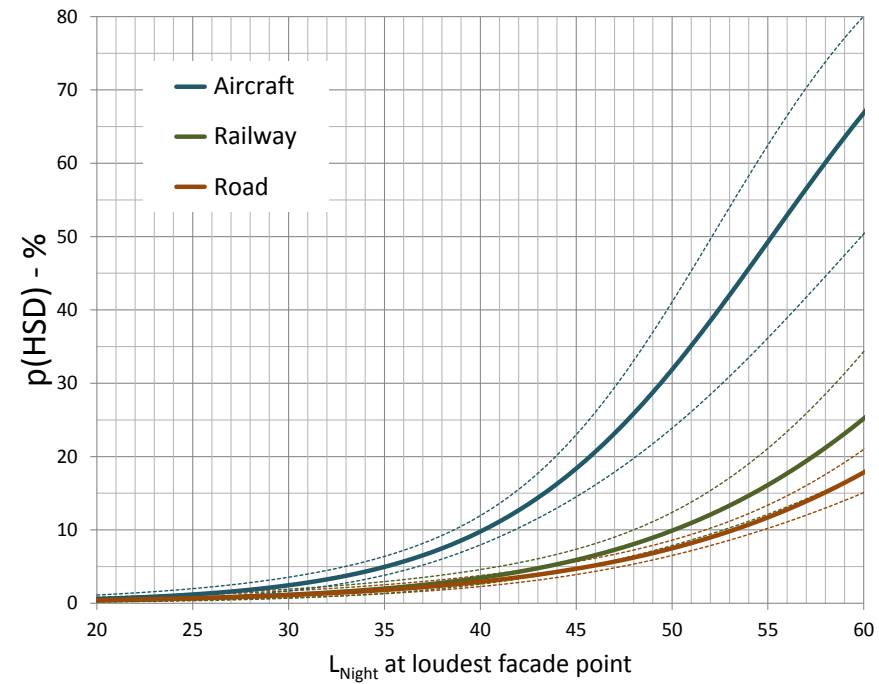
Vergleich mit anderen Studien



Anteil Lärm-Belästigte vs. L_{den}

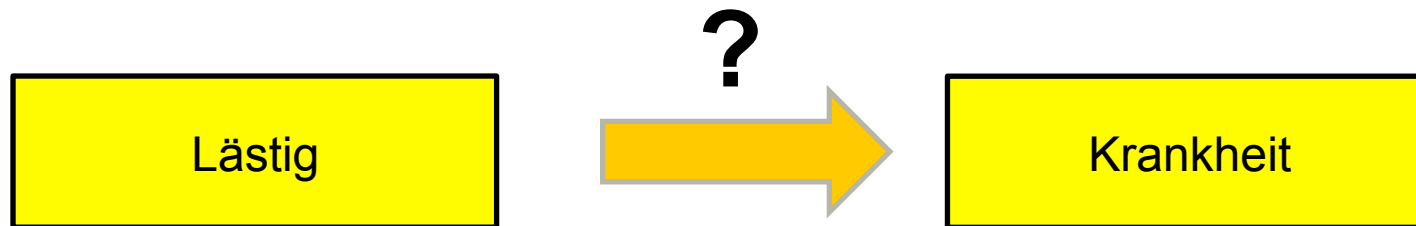


Anteil lärmbedingte Schlafproblem vs. L_{night}

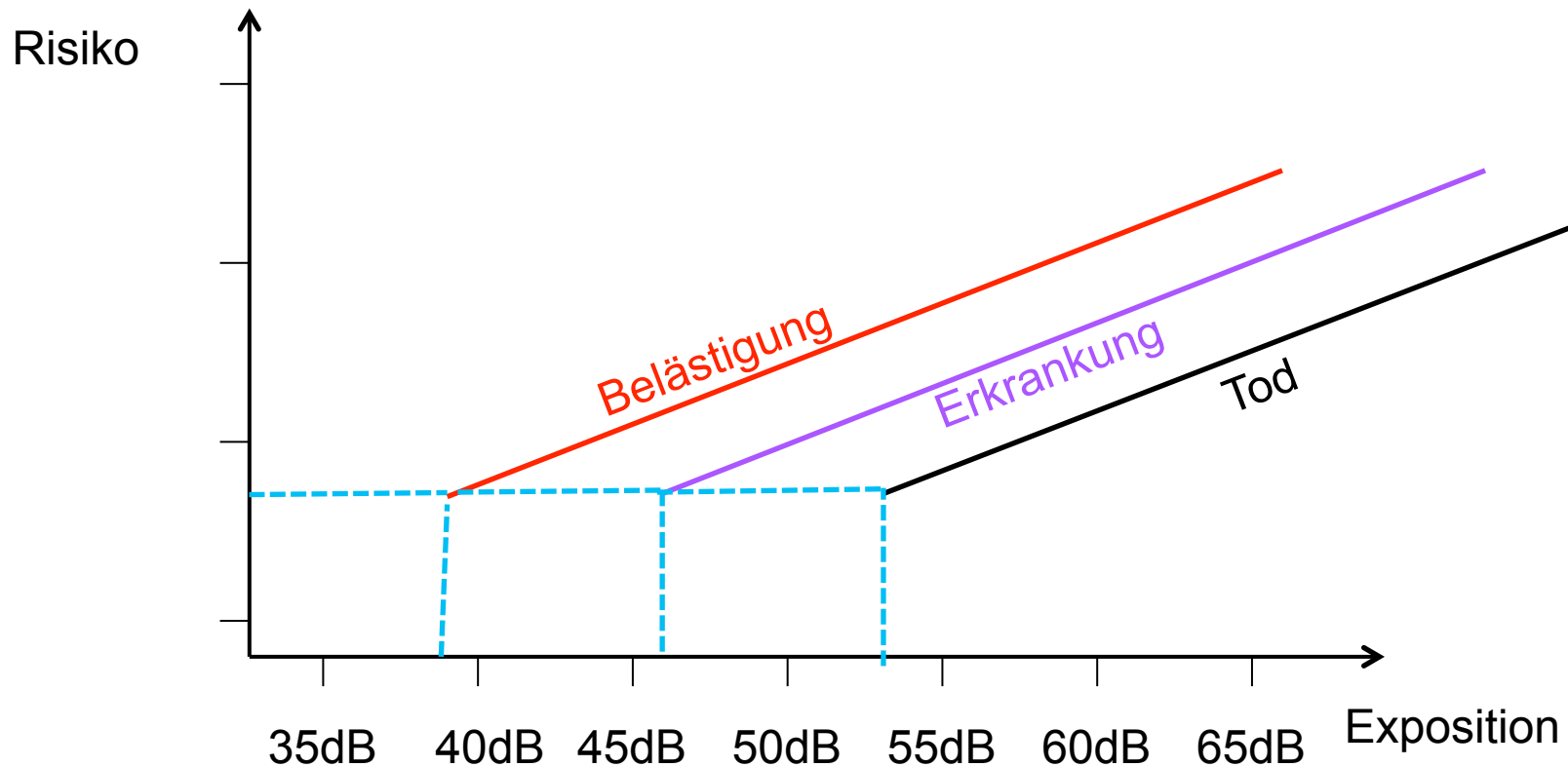


Störend, lästig oder schädlich

- Kann ein (gesundheitlicher) Schaden bereits bei einer Lärmbelastung auftreten kann, die noch nicht als "lästig" eingestuft wird

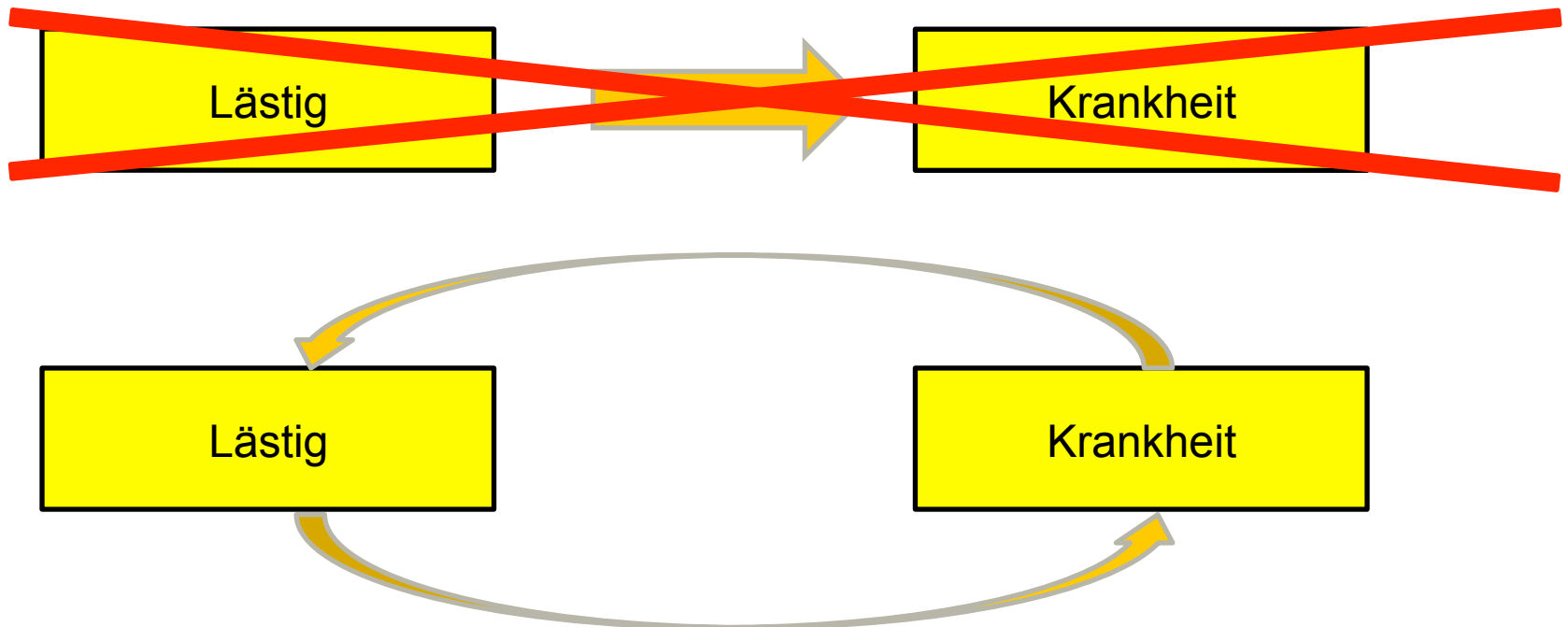


Hypothetische Expositions-Wirkungsbeziehung?



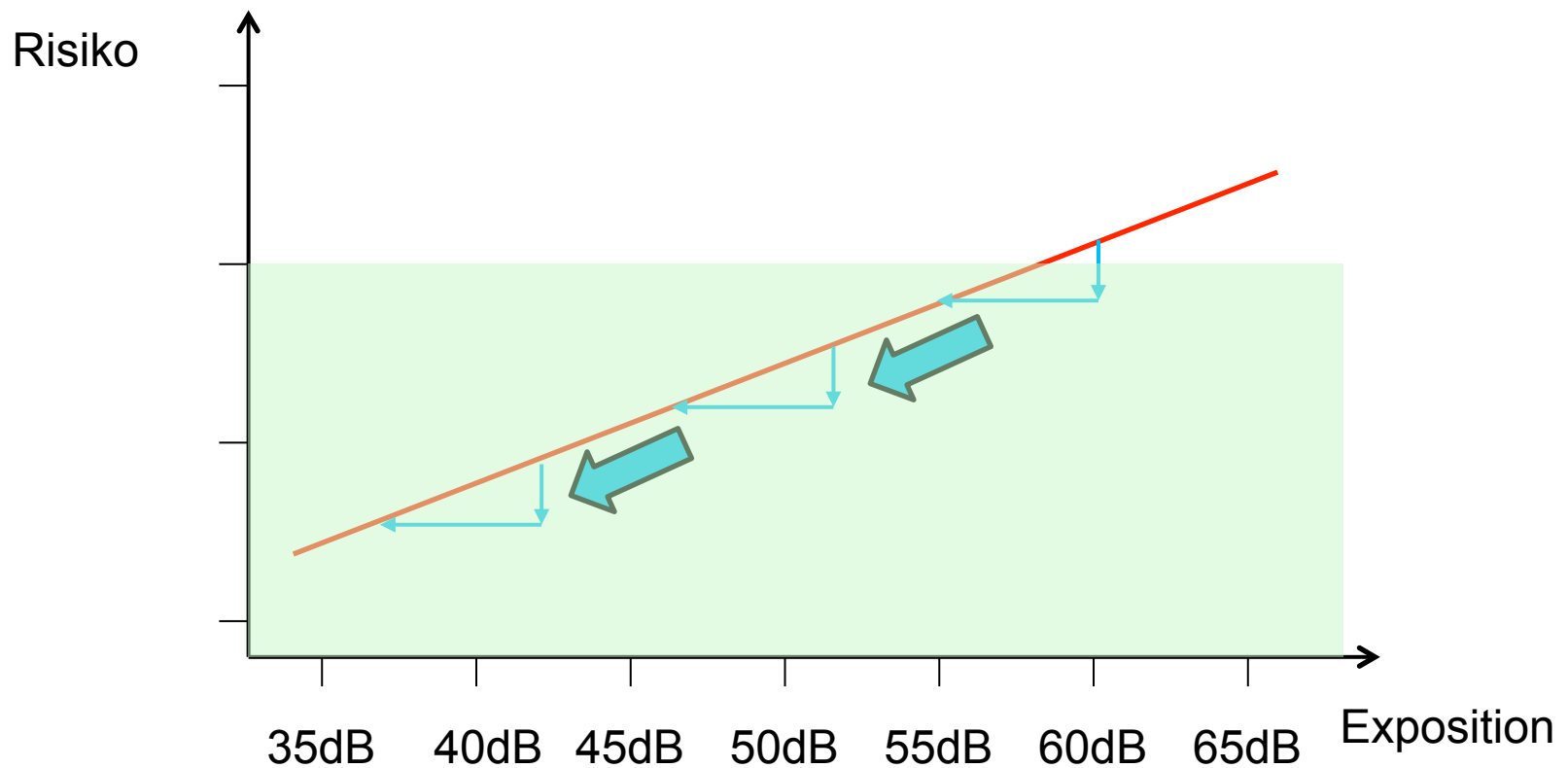
Störend, lästig oder schädlich

- Kann ein (gesundheitlicher) Schaden bereits bei einer Lärmbelastung auftreten kann, die noch nicht als "lästig" eingestuft wird

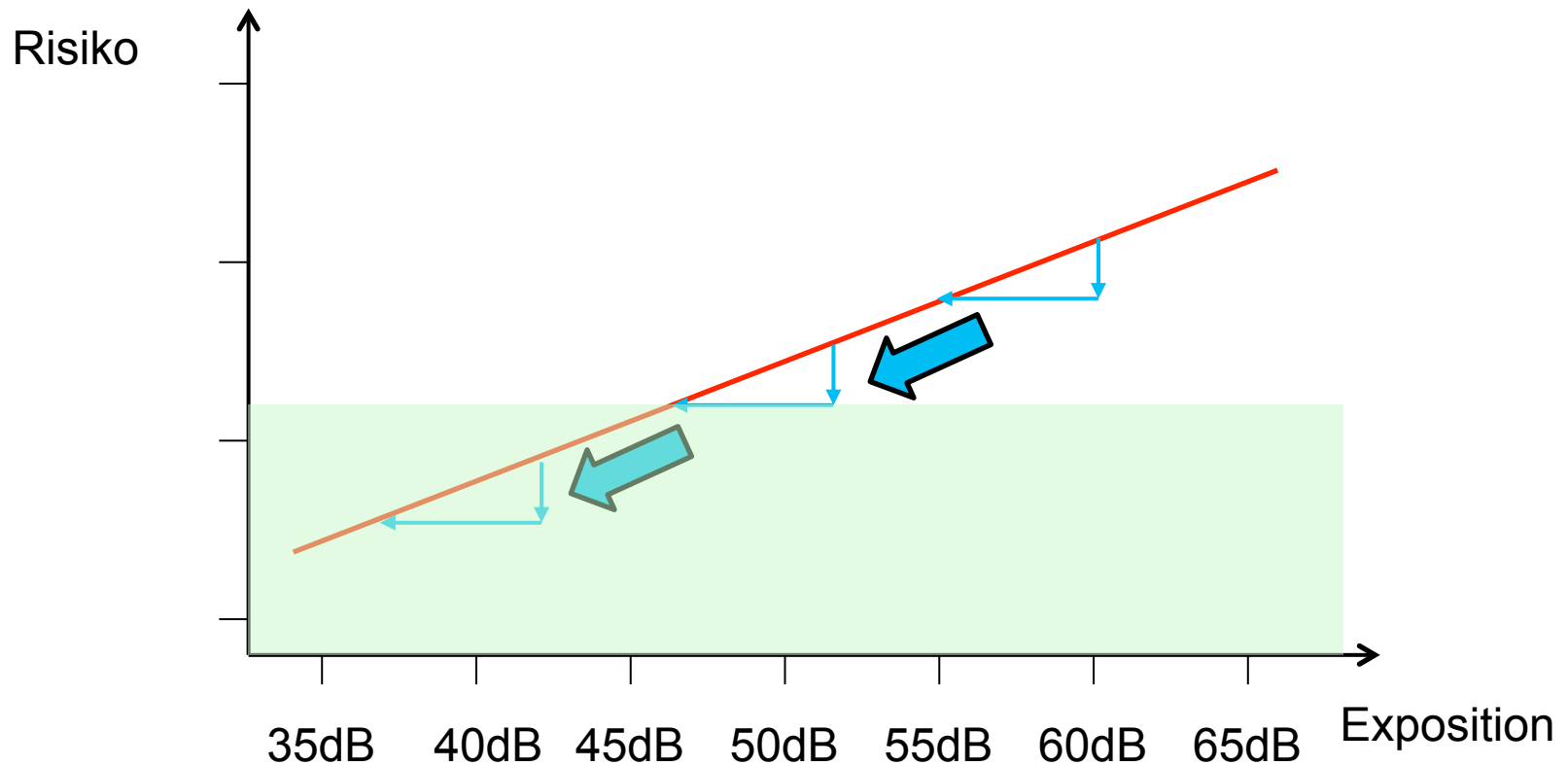


Viele Krankheiten und Arten von Lästigkeit, Schweregrad, Subjektivität, etc.

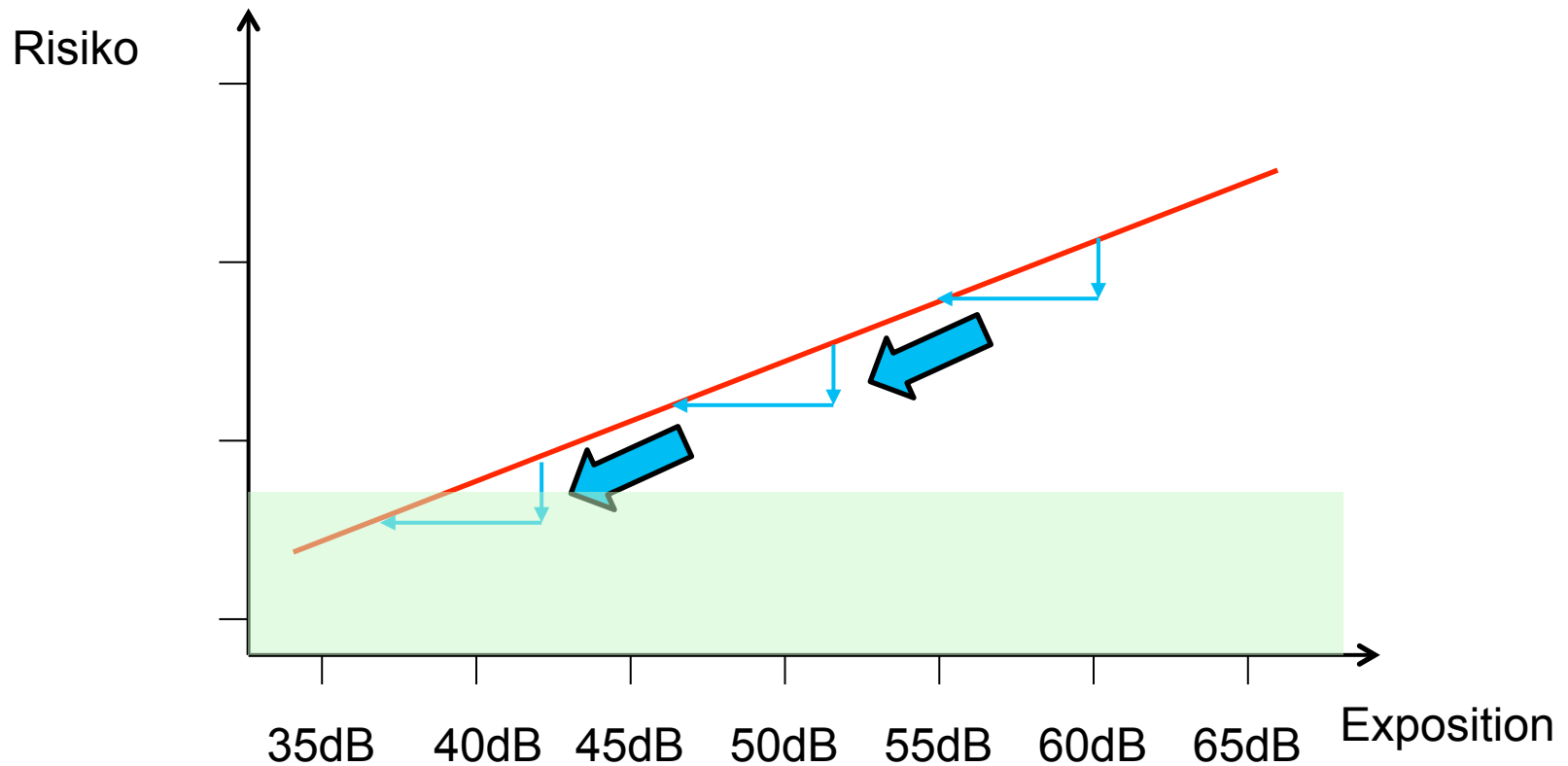
Kontinuierlich Expositionswirkungsbeziehung statt Schwellenwert



Kontinuierlich Expositionswirkungsbeziehung statt Schwellenwert



Kontinuierlich Expositionswirkungsbeziehung statt Schwellenwert



Zusammenfassung & Schlussfolgerung

- Lärm macht krank und ist nicht nur störend.
- Relativ lineare Zusammenhänge ab L_{den} von 40-50 dB.
- Von allen Krankheiten am konsistentesten für Herzinfarkt.
- Auch Zusammenhänge für Bluthochdruck, Herzinsuffizienz, Schlaganfälle, Diabetes, Übergewicht, Depressionen, kognitive Funktionen bei Kindern.
- Lärmcharakteristik (Intermittenz) spielt eine Rolle aber noch wenig verstanden. (Penalty, Bonus?).
- Nicht nur Nachtlärm kritisch.
- Individuelles Zusatzrisiko klein aber hohe Public Health Relevanz, da kardiovaskuläre Sterblichkeit in der Bevölkerung hoch.

Anzahl Fälle pro Jahr wegen Lärm: Hochrechnung von SiRENE

Attributable Fälle	Strassen- lärm	Bahn- lärm	Flug- lärm	Total	% Anteil aller Fälle
Herzinfarkt Todesfälle (95% Konfidenzintervall)	98 (52-143)	14 (5-24)	9 (2-16)	121 (59-183)	5%
Herz-Kreislauftodesfälle (95% Konfidenzintervall)	453 (327-579)	26 (0-53)	0 (0-5)	480 (327-633)	3%
Diabetes Erkrankungen (95% Konfidenzintervall)	2497* (1807-3308)	0 (-)	0 (0-7319)	2497* (1807-10627)	11%
Belästigte	617'000 (-)	183'000 (-)	141'000 (-)	942'000 (-)	14%
Lärmbedingte Schlafprobleme	413'000 (-)	167'000 (-)	53'000 (-)	633'000 (-)	9%

*Meta-Analyse Sapaldia, Danish Cohort, Canadian Cohort

Fragen?



SiRENE Studienteam: Mark Brink, Christian Cajochen, Ikenna Eze, Maria Foraster Pulido, Manuel Habermacher, Harris Héritier, Ioannis Karipidis, Micha Köpfl, Reto Pieren, Nicole Probst-Hensch, Martin Rösli, Franziska Rudzik, Emmanuel Schaffner, Laurie Thiesse, Danielle Vienneau, Jean Marc Wunderli

Zusätzliche Infos und Publikationen: www.sirene-studie.ch