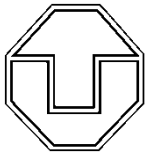


NORAH-Studie zu Krankheitsrisiken (alle drei Lärmarten)

*Musik wird oft nicht schön gefunden,
Weil sie stets mit Geräusch verbunden*

Wilhelm Busch: »*Dideldum! Der Maulwurf*«, 1874.



Gliederung



- 1. NORAH-Fallkontrollstudie: Studiendesign und Ergebnisse**
- 2. Überlegungen zur Verkehrslärm-bezogenen Grenzwertsetzung**

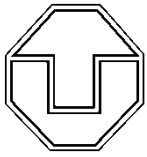
Veröffentlichungen der NORAH-Fallkontrollstudie (Auswahl):

Seidler A, Wagner M, Schubert M, Dröge P, Hegewald J, 2016. Sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie mit vertiefender Befragung. NORAH (Noise-related annoyance, cognition and health): Verkehrslärmwirkungen im Flughafenumfeld. Endbericht, Band 6, geringfügig modifizierte 2. Aufl.

http://www.laermstudie.de/fileadmin/files/Laermstudie/NORAH-Fallkontrollstudie_Endbericht_16mai12_Auflage_2.pdf

Seidler A, Wagner M, Schubert M, Dröge P, Pons-Kühnemann J, Swart E, Zeeb H, Hegewald J, 2016. Herzinfarktrisiko durch Flug-, Straßen- und Schienenverkehrslärm. Deutsches Ärzteblatt 113, 407-14. *Impact-Faktor = 3,738*

Seidler A, Wagner M, Schubert M, Dröge P, Römer K, Pons-Kühnemann J, Swart E, Zeeb H, Hegewald J, 2016. Aircraft, road and railway traffic noise as risk factors for heart failure and hypertensive heart disease – a case-control study based on secondary data. International Journal of Hygiene and Environmental Health (zur Veröffentlichung angenommen am 16.09.2016). *Impact-Faktor = 3,980*



Macht Verkehrslärm krank?

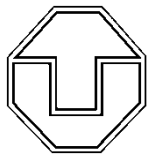


»Tief in die Stunden des Schlafes hinein tönt der Lärm fort. Das Rasseln der Wagen, das Sausen und Stöhnen der Elektrischen, sie beschäftigen unser Gehirn auch im Schlafe.«

Wilhelm Stekel. Hygiene der Straße. Wiener Bilder 1905;32.

„... Auf das stolze Zeitalter der stinkenden Steinkohlenbahn und lärmenden Dampfmaschine ist die lautere und stinkendere Periode der Kraftaufspeicherungs- oder Explosivmaschinen gefolgt. Der Zylindertyp weicht dem Turbinentyp, der Kohlengeruch dem Benzingestank. Niemals hat sich der Mensch mit mehr Gelärm, unter schrecklicherem Geruch über die Erde bewegt... Die heilige Theresia hat die Hölle als den Ort definiert, »wo es stinkt und man nicht liebt«. Vielleicht hat sie an die Friedrichstrasse in Berlin gedacht.“

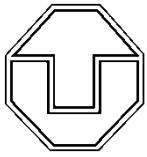
Theodor Lessing 1908: Kampfschrift gegen die Geräusche unseres Lebens



Hypothese: Direkte und indirekte Stressreaktionen → Herz-Kreislauf-Erkrankungen

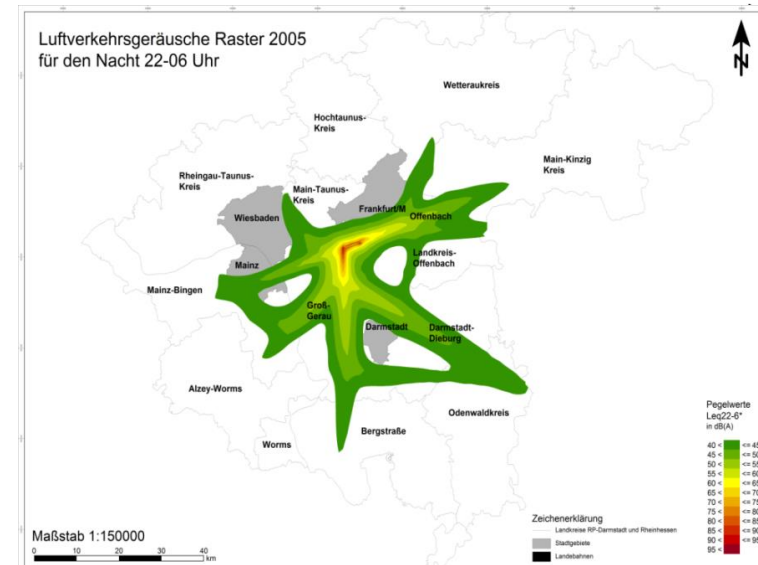


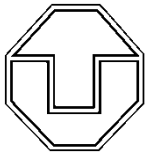
- 1. Aktivierung des **Sympathikus-Nebennierenmark-Systems**, v.a. erhöhte Herzfrequenz- u. Blutdruck-Reaktivität, erhöhte Thrombozyten-Adhäsivität
- 2. Entzündliche und hämostatische Prozesse, z.B. NF- κ B → TNF $_{\alpha}$, IL-6 → CRP, Fibrinogen
- 3. Vegetative Dysfunktion, v.a. verminderte Herzfrequenz-Variabilität (HRV)
- 4. Aktivierung der **Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse** mit gestörten zirkadianen Cortisol- und Serotonin-Mustern → Insulinresistenz, Hypertonus



Methodik: sekundärdatenbasierte Fallkontrollstudie

- Routinedaten von drei großen gesetzlichen Krankenkassen im Rhein-Main-Gebiet (soweit verfügbar einschließlich **Wohnvorgeschichte 1996 bis 2005**)
- Einschluss **mindestens 40-jähriger Fälle und Kontrollpersonen** (insgesamt n= 1.026.658 Personen)
- Adressbezogene Zuordnung von **Fluglärm, Straßenverkehrslärm und Schienenverkehrslärm** (Dauerschallpegel für 24 h und für definierte Zeitscheiben, Maximalpegel) für das Jahr 2005 sowie für Wohnvorgeschichte
- **Stationäre und ambulante** (bei Herzinsuffizienz und depressiven Störungen) **Neu-Diagnosen** 2006 bis 2010
- Risikoschätzer (Odds Ratios) für
 - Herzinfarkt (n=19.632)
 - Schlaganfall (n=25.495)
 - Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit (n=104.145)
 - Depressionen (n=77.295)
 - Brustkrebs bei Frauen (n=6.643)

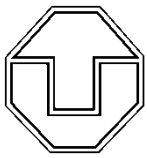




Methodik (III): vertiefende Befragung



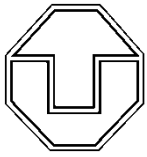
- Individuelle Befragung von Fällen und Kontrollpersonen
- Zufallsstichprobe von Fällen und Kontrollpersonen wurde von der Auswertungsstelle aus Versicherten-Datensatz gezogen
- „Pseudonymisierte“ Versichertennummern wurden den Krankenkassen mitgeteilt
- Anschreiben durch gesetzliche Krankenkassen, Befragung war möglich per schriftlichem Fragebogen, Telefoninterview oder Internet-Fragebogen
- 1. Ziel der vertiefenden Befragung: Ergebnisverzerrung durch „Störfaktoren“ (Confounder) überprüfen (Sozialstatus, Tabakkonsum, Gewicht, Alkoholkonsum, Nachtschichtarbeit, Arbeitslärm und körperliche Aktivität)
- 2. Ziel der vertiefenden Befragung: Innenraumpegel-Ergebnisse mit den Außenpegel-Ergebnissen vergleichen
- für die Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit (= weitaus größte Fallgruppe der Herz-Kreislauf-Erkrankungen) konnten Ziele 1. und 2. erreicht werden, da die Ergebnisse der (allein) sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie trotz der niedrigen Antwortrate von 5,5% in der vertiefenden Befragung reproduzierbar waren



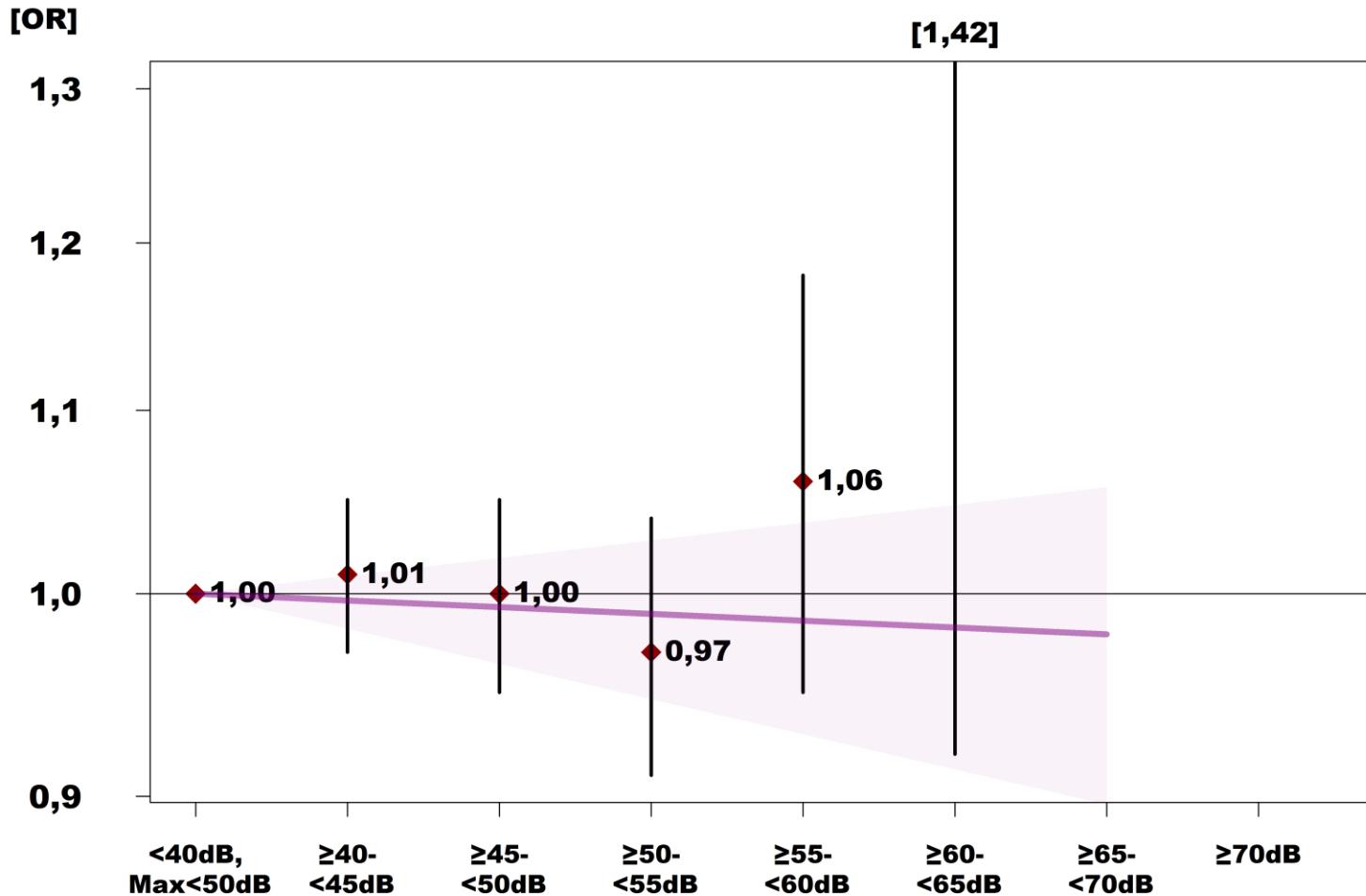
Auswertung der sekundärdaten- basierten Fallkontrollstudie



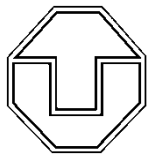
- Berechnung von Odds Ratios (OR) als Effektschätzer des **relativen Erkrankungsrisikos** mit 95%-Konfidenzintervallen (KI) für **jede Lärmart einzeln** und kombiniert
- Analyse **kategorisierter Lärmpegel**: **≤40 dB als Referenzkategorie**; für Fluglärm: separate Kategorie für **nächtliche Maximalpegel ≥50 dB (NAT6)**
- Analyse der **kontinuierlichen Lärmpegel**: Vergleich linearer Modelle mit Polynomen 3. Grades, Startpunkt 35 dB.
- **Confounder** („Störfaktoren“): Alter, Geschlecht, städtische Wohnumgebung (nur für Depression), regionaler Anteil der Empfänger von Sozialleistungen nach SGB II als Infikator für sozioökonomischen Status (SES), individueller SES (Bildung, Berufstitel), wenn verfügbar



Herzinfarkt - Fluglärm



Anmerkung: In der nicht dargestellten Kategorie mit Berücksichtigung nächtlicher Maximalpegel <40dB, Maximalpegel ≥50 dB (NAT6) beträgt der Risikoschätzer **1,05 (95% KI 0,98-1,11)**

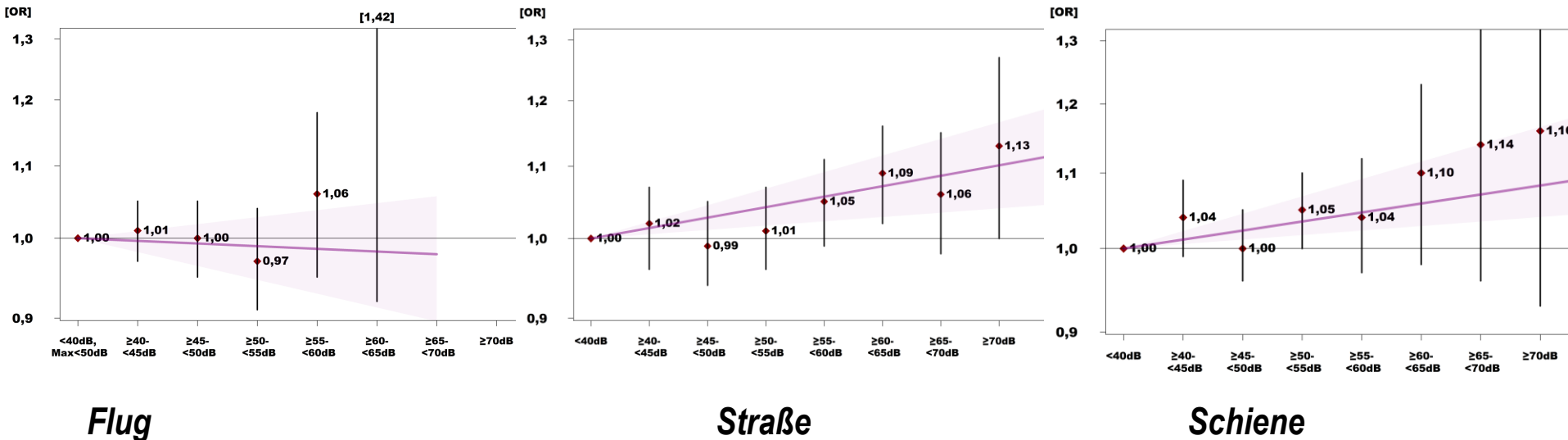


Herzinfarkttrisiko der einzelnen Verkehrslärm-Arten im Vergleich

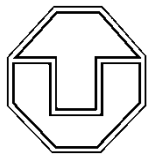


- statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen 24 Stunden-Dauerschallpegel des Straßenverkehrslärms und Schienenverkehrslärms, nicht des Fluglärms mit der Diagnose eines Herzinfarktes
- Fluglärm-bezogene 24 Stunden-Dauerschallpegel ab 60 dB mit erhöhtem Herzinfarkt-Risiko verbunden (bei Einschränkung der Analyse auf verstorbene Herzinfarkt-Patienten statistisch signifikant)

Herzinfarkt-Risikoschätzer, lineares Modell (ohne Berücksichtigung der Maximalpegel)



Anmerkung: vergleichsweise größere Unsicherheiten im Risikoverlauf beim Fluglärm (siehe auch Breite der 95%-Konfidenz-bereiche!) aufgrund der vergleichweisen „Seltenheit“ höherer Schallpegel (24 Stunden-Dauerschallpegel über 55 dB beim Fluglärm nur bei 1,9% der Kontrollpersonen gegenüber 26,4% beim Straßenverkehrslärm und 7,1% beim Schienenverkehrslärm)

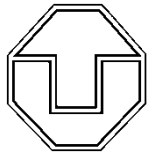


Fluglärm und Herzinfarkt-Fälle, die im Studienverlauf verstorben sind*



	Fälle n	%	Kontrollen n	%	OR, Basismodell 3
24Std Dauerschallpegel					
<40dB, Max. <50dB	4.021	39,0	328.815	39,4	1,00 -
<40dB, Max. ≥50dB	703	6,8	52.825	6,3	1,07 (0,98-1,16)
≥40-<45dB	3.121	30,3	249.666	29,9	1,06 (1,01-1,12)
≥45-<50dB	1.649	16,0	134.464	16,1	1,08 (1,01-1,15)
≥50-<55dB	605	5,9	52.923	6,3	1,03 (0,94-1,12)
≥55-<60dB	198	1,9	15.845	1,9	1,09 (0,94-1,27)
≥60dB	5	0,1	196	>0,05	2,70 (1,08-6,74)
Kontinuierlich (pro 10 dB)					1,032 (0,944-1,071) p=0,097

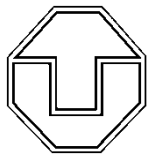
* Personen die einen Herzinfarkt erlitten haben und vor der Durchführung der vertiefenden Befragung verstarben (tatsächliche Todesursachen nicht ermittelt)



Nächtlicher Fluglärm und Herzinfarkt



- Unterschiedliche Nachtscheiben (gesetzliche Nacht 22-06 Uhr, Zeitraum 23-05 Uhr, EU-Nacht 23-07 Uhr): statistisch nicht signifikant erhöhte Risikoschätzer ab 50 dB



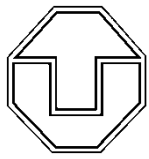
Nächtlicher Fluglärm und Herzinfarkt



- Unterschiedliche Nachtscheiben (gesetzliche Nacht 22-06 Uhr, Zeitraum 23-05 Uhr, EU-Nacht 23-07 Uhr): statistisch nicht signifikant erhöhte Risikoschätzer ab 50 dB
- bei einem Fluglärmpegel von 55 bis 60 dB zwischen 5 und 6 Uhr ist das Herzinfarkt-Risiko um 25% erhöht. Dieses Ergebnis ist statistisch signifikant.

	Fälle n	%	Kontrollen n	%	Odds Ratio	(95% KI)
Mittelungspegel in der Einzelstunde 5 bis 6 Uhr						
<40dB, Max. <50dB	9233	47,03	386450	46,30	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	6930	35,30	292746	35,07	1,00	(0,97-1,04)
≥40-<45dB	1958	9,97	87848	10,52	0,96	(0,91-1,01)
≥45-<50dB	961	4,90	46062	5,52	0,94	(0,88-1,01)
≥50-<55dB	404	2,06	16332	1,96	1,04	(0,93-1,15)
≥55-<60dB	146	0,74	5294	0,63	1,25	(1,05-1,48)
≥60dB	0	0,00	2	0,00	-	-



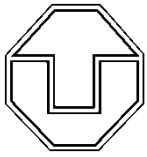


Nur Personen mit Verkehrslärm-Dauerschallpegel <40dB in Referenzkategorie



Herzinfarkt-Risiken

	Fluglärm		Straßenlärm		Schienenlärm	
<40dB Verkehrslärm	1,00	-	1,00	-	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB Fluglärm	1,09	1,00-1,18				
<40dB, mindestens eine andere Verkehrslärmquelle ≥40dB	1,05	0,98-1,12	1,06	0,97-1,15	1,04	0,97-1,10
≥40-<45dB	1,05	0,98-1,12	1,04	0,98-1,12	1,07	1,00-1,15
≥45-<50dB	1,04	0,97-1,12	1,02	0,96-1,09	1,04	0,96-1,11
≥50-<55dB	1,01	0,93-1,10	1,04	0,97-1,11	1,08	1,01-1,17
≥55-<60dB	1,10	0,98-1,12	1,08	1,00-1,16	1,07	0,98-1,18
≥60-<65dB	1,48	0,65-3,39	1,12	1,03-1,21	1,14	1,00-1,29
≥65-<70dB	-	-	1,09	1,00-1,19	1,18	0,99-1,46
≥70dB	-	-	1,16	1,02-1,32	1,20	0,95-1,51

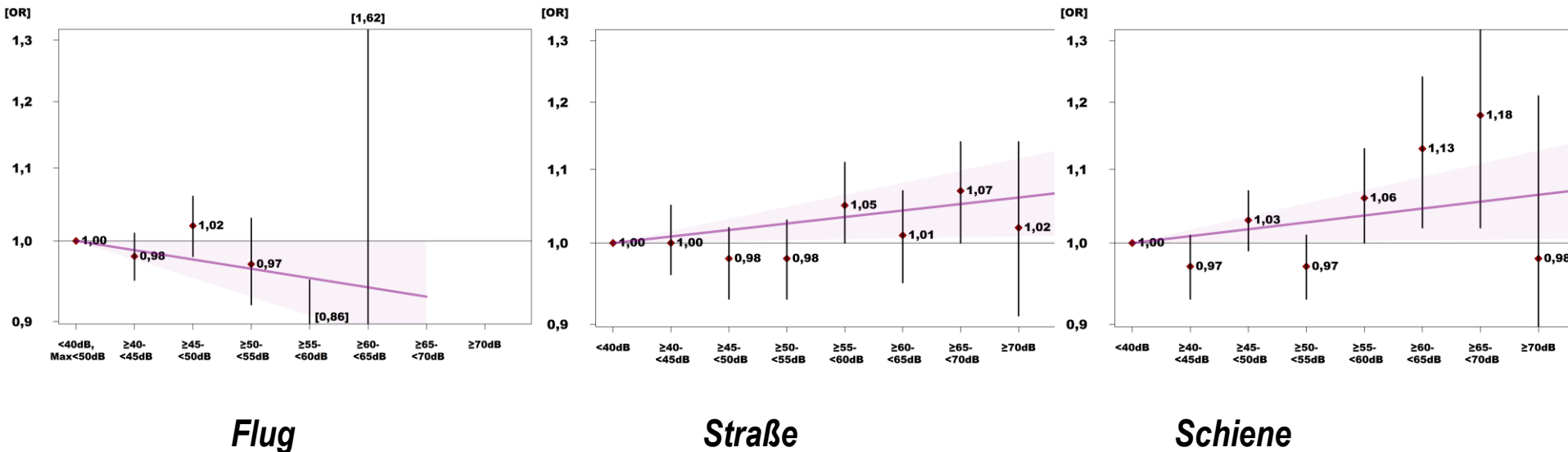


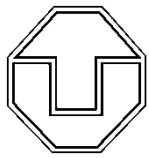
Schlaganfall



- statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen 24 Stunden-Dauerschallpegel des Straßenverkehrslärms und Schienenverkehrslärms, nicht des Fluglärm mit der Diagnose eines Schlaganfalls
- statistisch signifikant erhöhtes Risiko für Versicherte, die bei niedrigen Fluglärm-bezogenen 24 Stunden-Dauerschallpegeln einzelne nächtliche Lärmereignisse (Maximalpegel) von 50 dB oder mehr aufweisen – relevante neue Risikogruppe für Herz-Kreislauf-Erkrankungen?

Schlaganfall-Risikoschätzer, lineares Modell (ohne Berücksichtigung der Maximalpegel)



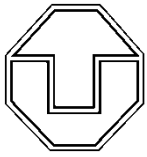


Bedeutung der Maximalpegel: Beispiel Schlaganfall



Fluglärm und Schlaganfall

	Fälle n	%	Kontrollen n	%	OR, Basismodell 3
24Std Dauerschallpegel					
<40dB, Max. <50dB	10.595	41,6	325.613	39,3	1,00 -
<40dB, Max. ≥50dB	1.732	6,8	52.373	6,3	1,07 (1,02-1,13)
≥40-<45dB	7.304	28,6	247.877	30,0	0,98 (0,95-1,01)
≥45-<50dB	3.973	15,6	133.244	16,1	1,02 (0,98-1,06)
≥50-<55dB	1.470	5,8	52.507	6,3	0,97 (0,92-1,03)
≥55-<60dB	413	1,6	15.792	1,9	0,86 (0,77-0,95)
≥60dB	8	<0,05	195	<0,05	1,62 (0,79-3,34)
Kontinuierlich (pro 10 dB)					0,976 (0,953-1,000) p = 0,048

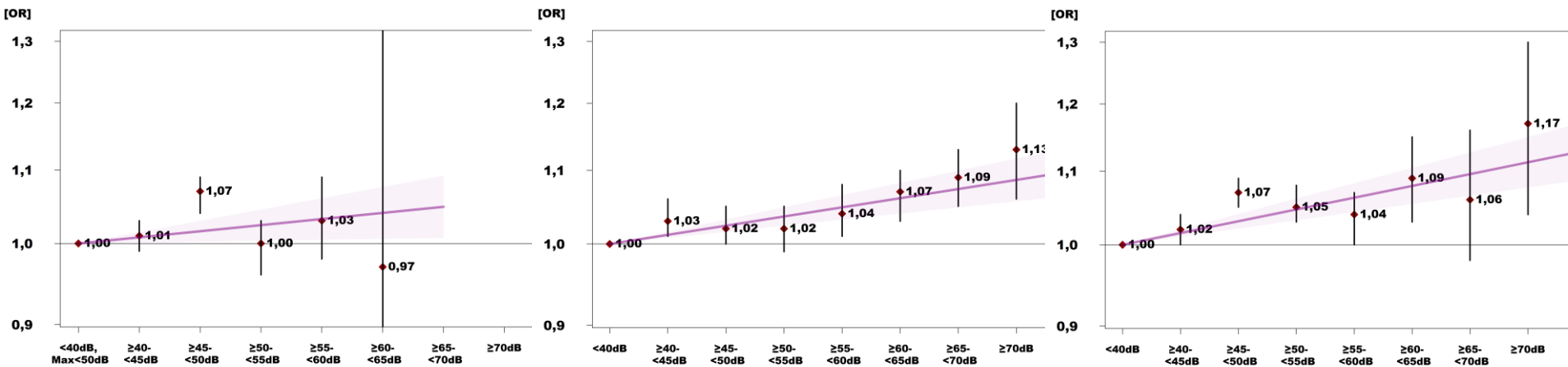


Herzinsuffizienz/ hypertensive Herzkrankheit



- statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen Fluglärm, Straßenverkehrslärm und Schienenverkehrslärm und der Diagnose einer Herzinsuffizienz/hypertensiven Herzkrankheit
- tendenziell geringere Risiken für Fluglärm (bei „fehlenden“ Pegelwerten von 65 dB oder höher)

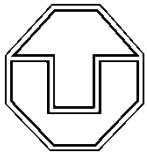
Herzinsuffizienz-Risikoschätzer, lineares Modell (ohne Berücksichtigung der Maximalpegel)



Flug: 1,6% pro 10 dB

Straße: 2,4% pro 10 dB

Schiene: 3,1% pro 10 dB



(Warum) ist der Risikoanstieg beim Fluglärm geringer als beim Straßen- u. Schienenlärm?

Flug: 1,6% pro 10 dB

Straße: 2,4% pro 10 dB

Schiene: 3,1% pro 10 dB

1. *Personen mit einem nächtlichen Fluglärm-Maximalpegel (NAT6) ≥ 50 dB bei einem 24h-Dauerschallpegel < 40 dB werden ausgeschlossen*

Flug: 2,1% pro 10 dB

Straße: 2,4% pro 10 dB

Schiene: 3,1% pro 10 dB

2. *Probanden mit einem Verkehrslärm-Pegel ≥ 60 dB werden ausgeschlossen*

Flug: 1,6% pro 10 dB

Straße: 1,3% pro 10 dB

Schiene: 3,3% pro 10 dB

3. *Der Startpunkt wird auf 40 statt auf 35 dB gesetzt*

Flug: 2,3% pro 10 dB

Straße: 2,6% pro 10 dB

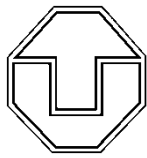
Schiene: 3,8% pro 10 dB

4. *1. bis 3. werden kombiniert*

Flug: 2,7% pro 10 dB

Straße: 1,4% pro 10 dB

Schiene: 4,1% pro 10 dB

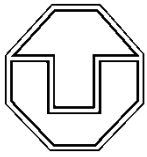


Ergebnisse der vertiefenden Befragung*

- *1. Ziel: Ergebnisverzerrung durch „Störfaktoren“ (Confounder) überprüfen (Sozialstatus, Tabakkonsum, Gewicht, Alkoholkonsum, Nachtschichtarbeit, Arbeitslärm und körperliche Aktivität)*

Vertiefende Befragung von etwa 8.500 Versicherten: keine wesentliche Verzerrung der Risikoschätzer für Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit durch eine unzureichende Berücksichtigung des Sozialstatus und des Lebensstils

*für die Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit (= weitaus größte Fallgruppe der Herz-Kreislauf-Erkrankungen) konnten Ziele 1. und 2. erreicht werden, da die Ergebnisse der (allein) sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie trotz der niedrigen Antwortrate von 5,5% in der vertiefenden Befragung reproduzierbar waren



Ergebnisse der vertiefenden Befragung*

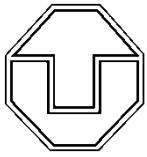
- *1. Ziel: Ergebnisverzerrung durch „Störfaktoren“ (Confounder) überprüfen (Sozialstatus, Tabakkonsum, Gewicht, Alkoholkonsum, Nachtschichtarbeit, Arbeitslärm und körperliche Aktivität)*

Vertiefende Befragung von etwa 8.500 Versicherten: keine wesentliche Verzerrung der Risikoschätzer für Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit durch eine unzureichende Berücksichtigung des Sozialstatus und des Lebensstils

- *2. Ziel: Innenraumpegel-Ergebnisse mit den Außenpegel-Ergebnissen vergleichen*

Innenraumpegel-bedingte Risikoschätzer für Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit liegen für alle drei untersuchten Verkehrslärm-Arten höher als die entsprechenden Risikoschätzer für die Außenpegel: spricht grundsätzlich für einen ursächlichen Beitrag der Verkehrslärm-Exposition zu der Entstehung einer Herzinsuffizienz

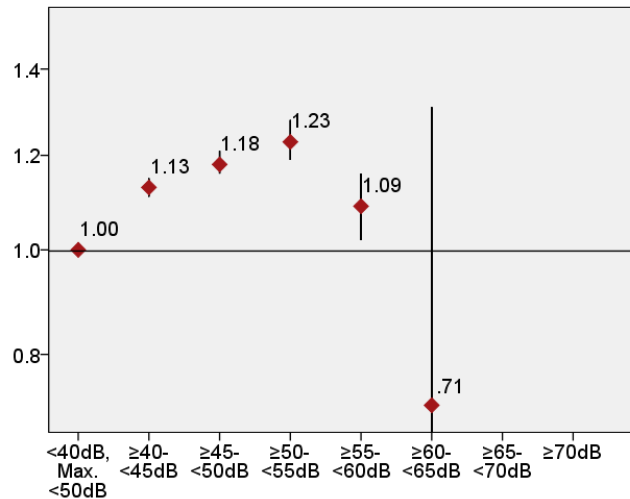
*für die Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit (= weitaus größte Fallgruppe der Herz-Kreislauf-Erkrankungen) konnten Ziele 1. und 2. erreicht werden, da die Ergebnisse der (allein) sekundärdatenbasierten Fallkontrollstudie trotz der niedrigen Antwortrate von 5,5% in der vertiefenden Befragung reproduzierbar waren



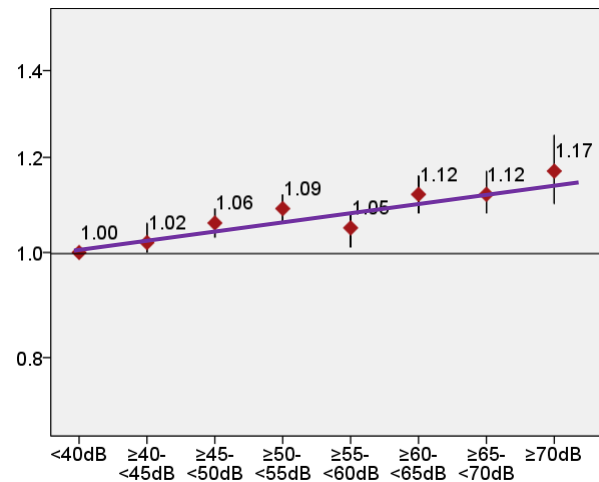
Depression



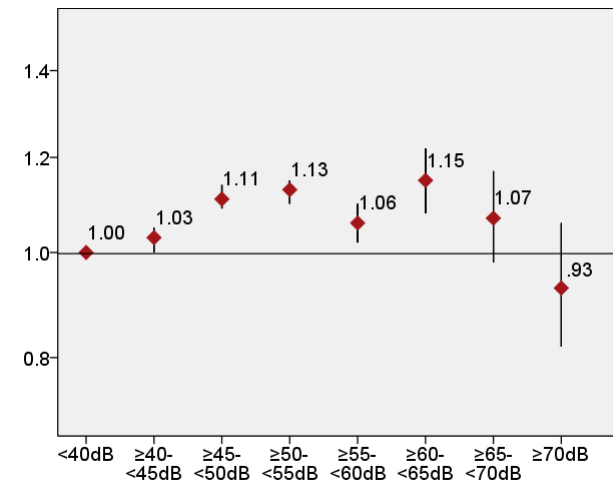
Fluglärm



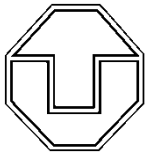
Straßenverkehrslärm



Schienenverkehrslärm



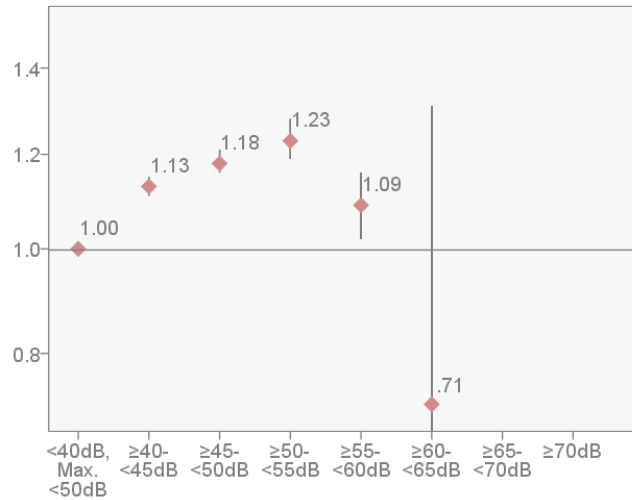
- Fluglärm: maximale OR von 1,23 (95 % KI 1,19-1,28) bei 50 bis 55 dB, wieder abnehmende Risiken in höheren Expositionskategorien (umgekehrte „U“-Form)
- Straßenverkehrslärm: maximale OR von 1,17 (95 % KI 1,10-1,25) bei ≥70 dB, 3,7% Risikoanstieg pro 10 dB Straßenverkehrslärm
- Schienenverkehrslärm: maximale OR von 1,15 (95 % KI 1,06-1,19) bei 60 bis 65 dB, abnehmende Risiken in höheren Expositionskategorien (umgekehrte „U“-Form)



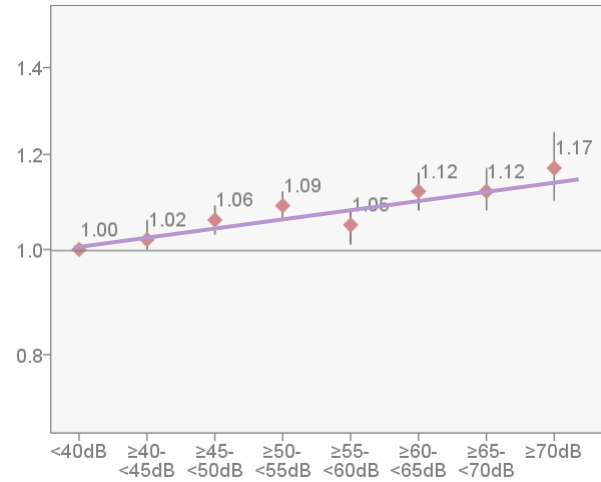
Einschränkung auf Personen mit bekanntem SES (40% der Fälle, 41% der Kontrollpersonen)



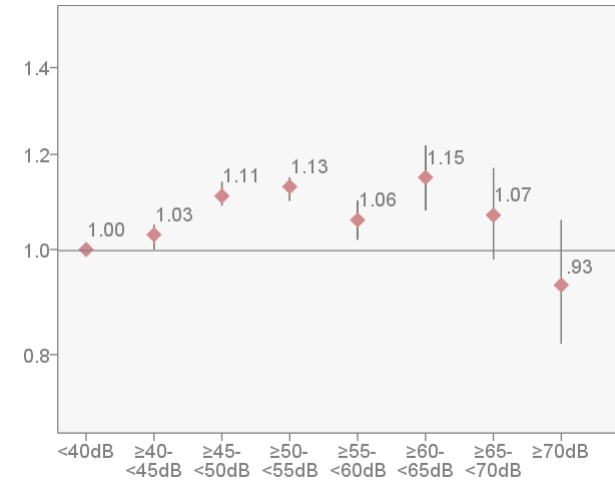
Fluglärm

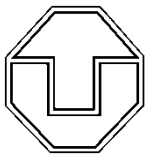


Straßenverkehrslärm



Schienenverkehrslärm





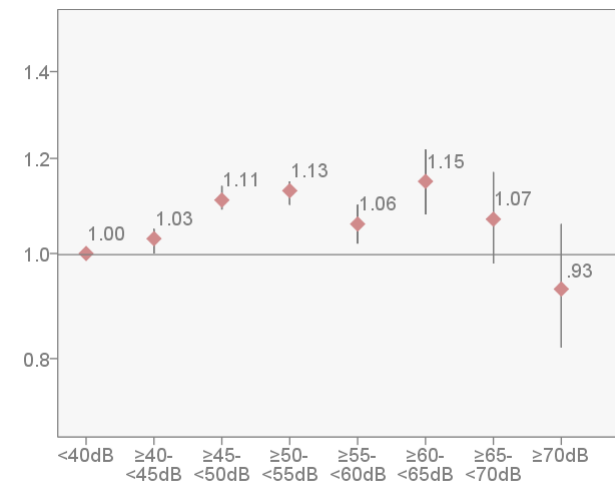
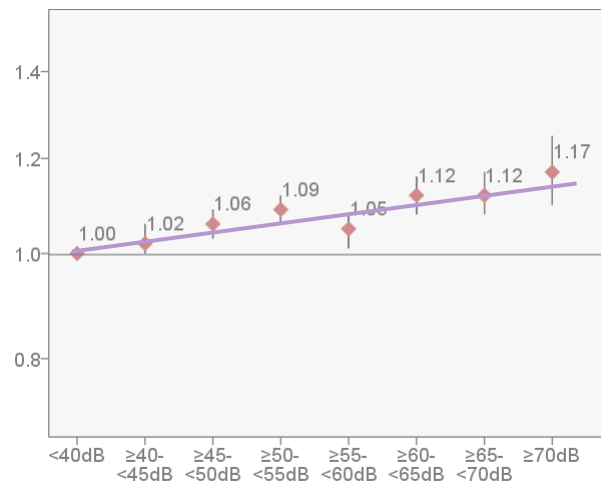
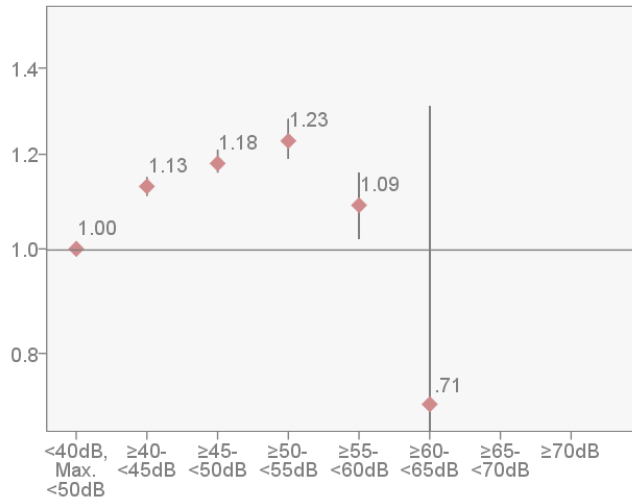
Einschränkung auf Personen mit bekanntem SES (40% der Fälle, 41% der Kontrollpersonen)



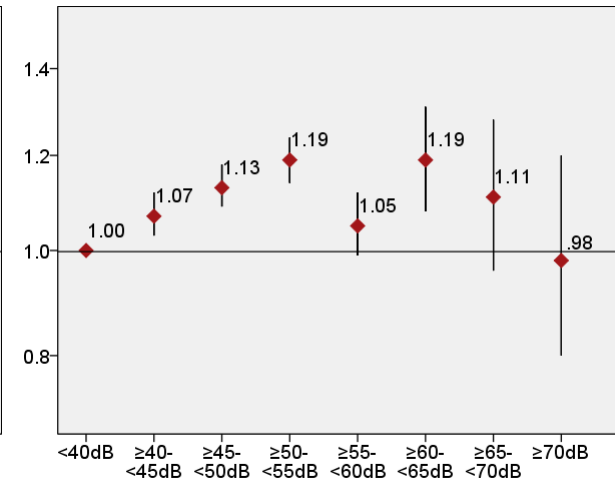
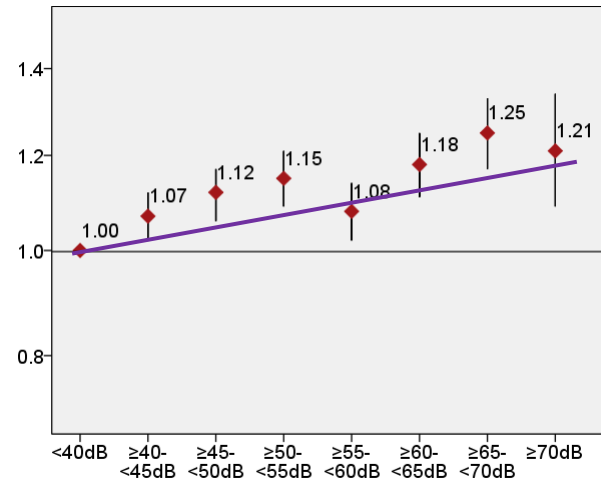
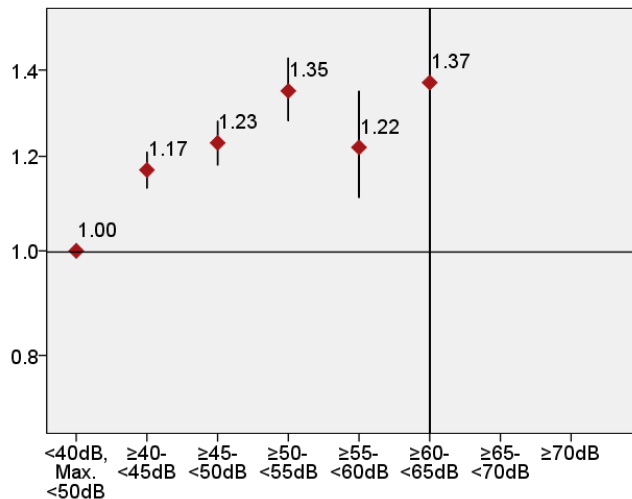
Fluglärm

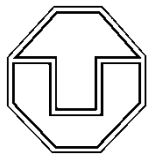
Straßenverkehrslärm

Schieneverkehrslärm



Nur Personen mit bekanntem individuellem Sozialstatus (40% der Fälle, 41% der Kontrollpersonen):

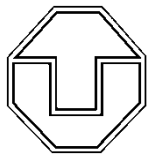




Kombinierte Exposition gegenüber verschiedenen Verkehrslärm-Quellen



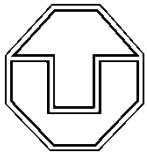
Heißt auch: nur Personen mit 24 Std.-Dauerschallpegeln
<40dB werden in Referenzkategorie eingeschlossen



Kombinierte Exposition gegenüber verschiedenen Verkehrslärm-Quellen



	Fälle	Kontroll- personen	Odds Ratio für Depression	
24 Std.-Dauerschallpegel				
<40dB Verkehrslärm, max. Fluglärm <50dB	3.994	33.632	1,00	-
≥40dB mindestens eine Verkehrslärm-Quelle oder nächtlicher Maximalpegel Fluglärm ≥50dB	29.408	225.394	1,09	1,05-1,13
≥50dB Fluglärm, andere Lärmarten <50dB	2.092	15.428	1,15	1,08-1,22
≥50dB Straßenverkehrslärm, andere Lärmarten <50dB	25.227	185.502	1,12	1,08-1,16
≥50dB Schienenlärm, andere Lärmarten <50dB	5.737	44.365	1,08	1,04-1,13
≥50dB Fluglärm und ≥50dB Straßenverkehrslärm	2.073	15.772	1,12	1,06-1,19
≥50dB Fluglärm und ≥50dB Schienenverkehrslärm	1.076	6.280	1,28	1,19-1,38
≥50dB Straßen- und ≥50dB Schienenverkehrslärm	6.280	42.371	1,21	1,16-1,26
≥50dB Fluglärm und ≥50dB Straßenverkehrslärm und ≥50dB Schienenverkehrslärm	1.408	8.544	1,42	1,33-1,52

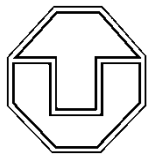


Brustkrebs



- Kein Zusammenhang zwischen 24 Stunden-Dauerschallpegel des Fluglärms, Straßenverkehrslärms, Schienenverkehrslärms und Brustkrebs-Diagnose
- Statistisch signifikant erhöhtes Brustkrebs-Risiko bei Fluglärmpegeln ab 55 dB zwischen 23 und 5 Uhr bei geringen Felderbelegungen (n=6 Fälle, 139 Kontrollpersonen)

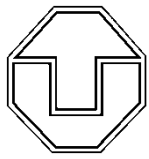
	Fälle	%	Kontrollen	%	OR, Basismodell	
Zeitraum 23-05h						
<40dB, Max. <50dB	3.124	47,0	218.467	46,3	1,00	-
<40dB, Max. ≥50dB	2.028	30,5	145.118	30,8	0,99	(0,93,1,05)
≥40-<45dB	960	14,5	68.471	14,5	1,00	(0,93,1,08)
≥45-<50dB	414	6,2	30.586	6,5	0,98	(0,88,1,09)
≥50-<55dB	111	1,7	8.815	1,9	0,94	(0,77,1,14)
≥55-<60dB	6	<0,05	139	<0,05	2,98	(1,31,6,79)



Diskussion: Sind die Ergebnisse bevölkerungsbezogen relevant?



Greiser & Glaeske 2013: 1.800 Todesfälle in 10 Jahren (Herz-Kreislauf-Erkrankungen insgesamt) auf nächtlichen Fluglärm zurückgeführt



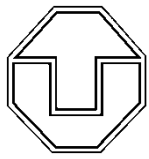
Abschätzung der Verkehrslärm-bedingten Herzinfarkt-, Schlaganfall- und Herzinsuffizienz-Fälle in 10 Jahren (Studiengebiet)



Lärmart (24 h; 2005)	NORAH-ORs	Fälle, 10 Jahre
Flug	Neue Fälle*	1.295
Flug, nachts	Neue Fälle*	1.874
Flug	Verstorbene Patient/innen§	2.005
Straße	Neue Fälle*	5.485
Straße, nachts	Neue Fälle*	3.624
Straße	Verstorbene Patient/innen§	913
Schiene	Neue Fälle*	4.430
Schiene, nachts	Neue Fälle*	3.463
Schiene	Verstorbene Patient/innen§	1.736

* akute Herzinfarkte sowie koronare Sterbefälle in Hessen: 347/100.000;
Schlaganfälle in Hessen: 568/100.000
Herzinsuffizienz-Fälle in Hessen: 141/100.000

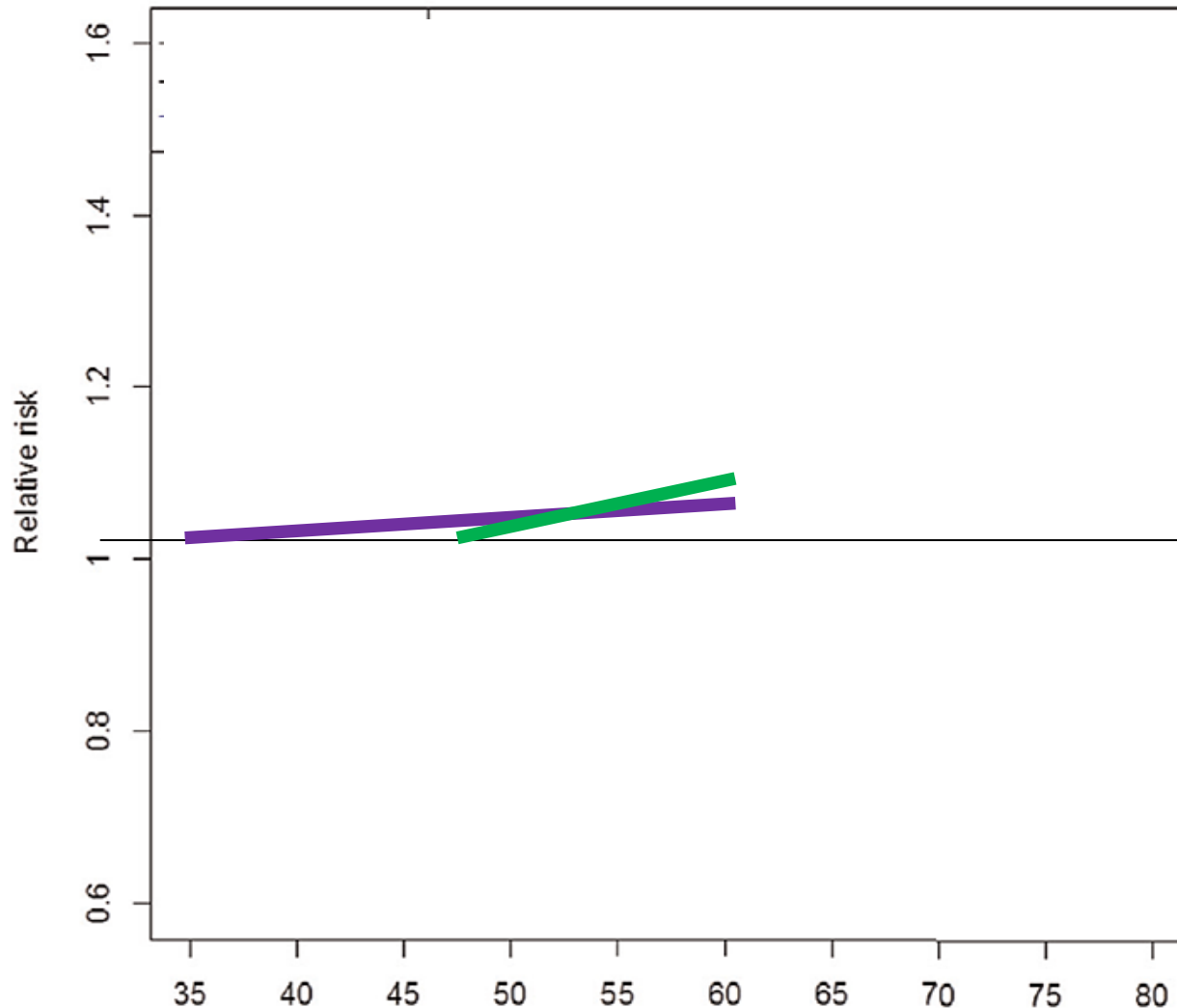
§ Sterblichkeit akuter Herzinfarkte in Hessen (2003): 71 je 100.000 Einwohner;
Sterblichkeit Schlaganfälle in Hessen (2003): 60 je 100.000 Einwohner
Sterblichkeit Herzinsuffizienz-Fälle in Hessen (2003): 69 je 100.000 Einwohner



Lassen sich 1,6% Risikoerhöhung und 6% Risikoerhöhung pro 10 dB vergleichen?



Fluglärm

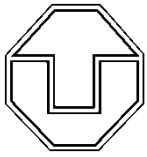


Grüne Linie =
zusammengefasstes
Risiko (mit
Metaanalyse)

Vienneau et al. (2015)
wählen L_{DEN} von 50 dB
als Startpunkt,
(entsprechend $L_{pAeq,24h}$
von 48,5 dB)

Lila Linie =
Herzinsuffizienz-Risiko
bei Seidler et al. (2015)

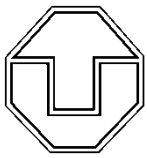
$L_{pAeq,24h}$ von 35 dB als
Startpunkt



Inhaltliche Zusammenschau der Ergebnisse



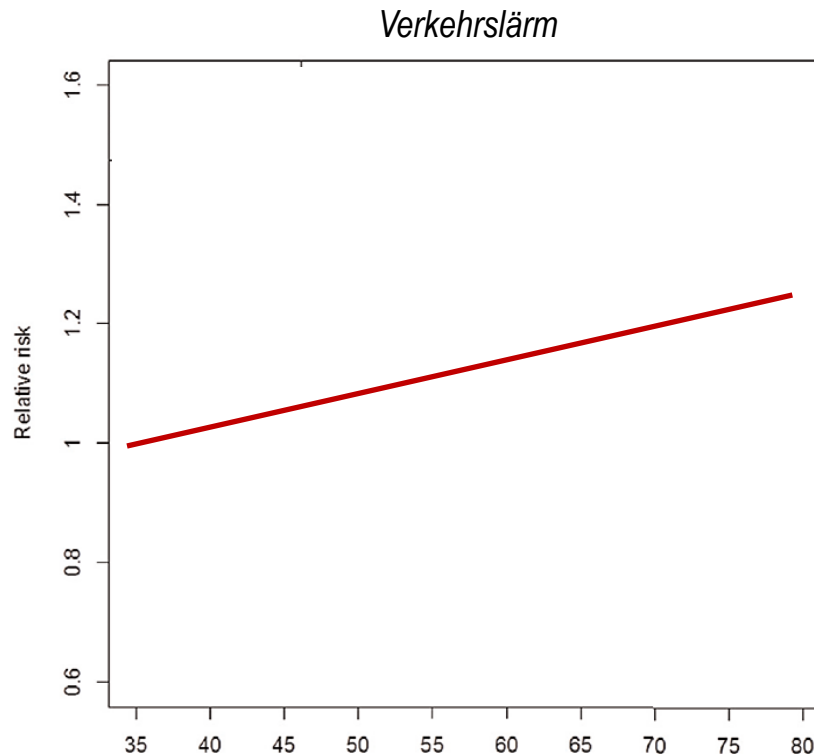
- In unserer Fallkontrollstudie stellt Verkehrslärm ein Risiko für die Entstehung von Herzinfarkten, Schlaganfällen, Herzinsuffizienz/hypertensive Herzkrankheit und Depressionen dar.
- Von der Größenordnung her stimmt die von Greiser abgeschätzte Zahl der durch Fluglärm verursachten Erkrankungen mit der Zahl überein, die sich auf Basis unserer Fallkontrollstudie ergibt. Aber: wir haben die Lärmbelastung im Jahr 2005 untersucht.
- Für den 24-Stunden-Dauerschallpegel gilt: Die Risikoerhöhung ist tendenziell deutlicher beim Bahnlärm und beim Straßenverkehrslärm als beim Fluglärm. Die Risiken für tödlich verlaufende Herzinfarkte sind bei den drei Verkehrslärm-Arten vergleichbar hoch.
- Bei einem Fluglärm-Dauerschallpegel von unter 40 dB ist das Schlaganfall-Risiko um 7% erhöht, wenn der nächtliche Maximalpegel über 50 dB liegt. Dieses Ergebnis ist statistisch signifikant.
- Bei einem Fluglärmpegel von 55 dB oder mehr zwischen 5 und 6 Uhr ist das Herzinfarkt-Risiko um 25% erhöht. Dieses Ergebnis ist statistisch signifikant.

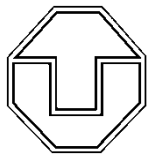


Zur Frage krankheitsbezogener Verkehrslärm-Grenzwerte



- Ein **linearer** Expositions-Risiko-Verlauf bedeutet: Es gibt oberhalb des Startpunktes kein Nullrisiko. Es gibt auch beim jetzigen Erkenntnisstand **keine Schwelle**, oberhalb derer das Risiko stärker ansteigt. *Allerdings: eine vertiefende Modellierung des Expositions-Risiko-Verlaufs (z.B. mit fraktionalen Polynomen höheren Grades) steht noch aus.*
- Damit bedarf es einer Konvention, welches Zusatzrisiko „tolerabel“, welches „akzeptabel“ ist.





Ein Blick in die Ableitung präventiver Grenzwerte für die Arbeitswelt...



TRGS 910: Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen (zuletzt geändert am 6.11.2015)

Auch genannt: „**Ampelkonzept**“: Absolutes Exzess Risiko ...

$>4:1.000$



$\leq 4:1.000$

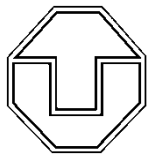
(Toleranzrisiko)



$\leq 4:10.000$ (2016)

(Akzeptanzrisiko)





Zur Frage krankheitsbezogener Verkehrslärm-Grenzwerte



- Ein **linearer** Expositions-Risiko-Verlauf bedeutet: Es gibt oberhalb des Startpunktes **kein Nullrisiko**. Es gibt auch beim jetzigen Erkenntnisstand **keine Schwelle**, oberhalb derer das Risiko stärker ansteigt. *Allerdings: eine vertiefende Modellierung des Expositions-Risiko-Verlaufs (z.B. mit fraktionalen Polynomen höheren Grades) steht noch aus.*
- Damit **bedarf es einer Konvention**, welches Zusatzrisiko „tolerabel“, welches „akzeptabel“ ist.
- Unstrittig dürfte sein: Tolerable bzw. akzeptable Umweltrisiken müssen deutlich **niedriger** liegen als tolerable bzw. akzeptable Arbeitsplatzrisiken.
- Bei **kombinierter Einwirkung mehrerer Verkehrslärm-Arten** scheint das Risiko (deutlich) höher zu liegen, als es bei einer akustischen Summation der Lärmpegel zu erwarten wäre. Daraus resultieren **besondere Präventionsbedarfe**. Darüber hinaus stellt sich die Frage der „**Umweltgerechtigkeit**“. *Allerdings: eine vertiefende Analyse der krankheitsbezogenen Kombinationswirkungen steht noch aus.*