



Swiss TPH



VCS Webinar, 27.04.2022

Gesundheitliche Folgen von Verkehrslärm

Martin Rösli, Schweizerisches Tropen- und Public Health-Institut

E-mail: martin.roosli@swisstph.ch

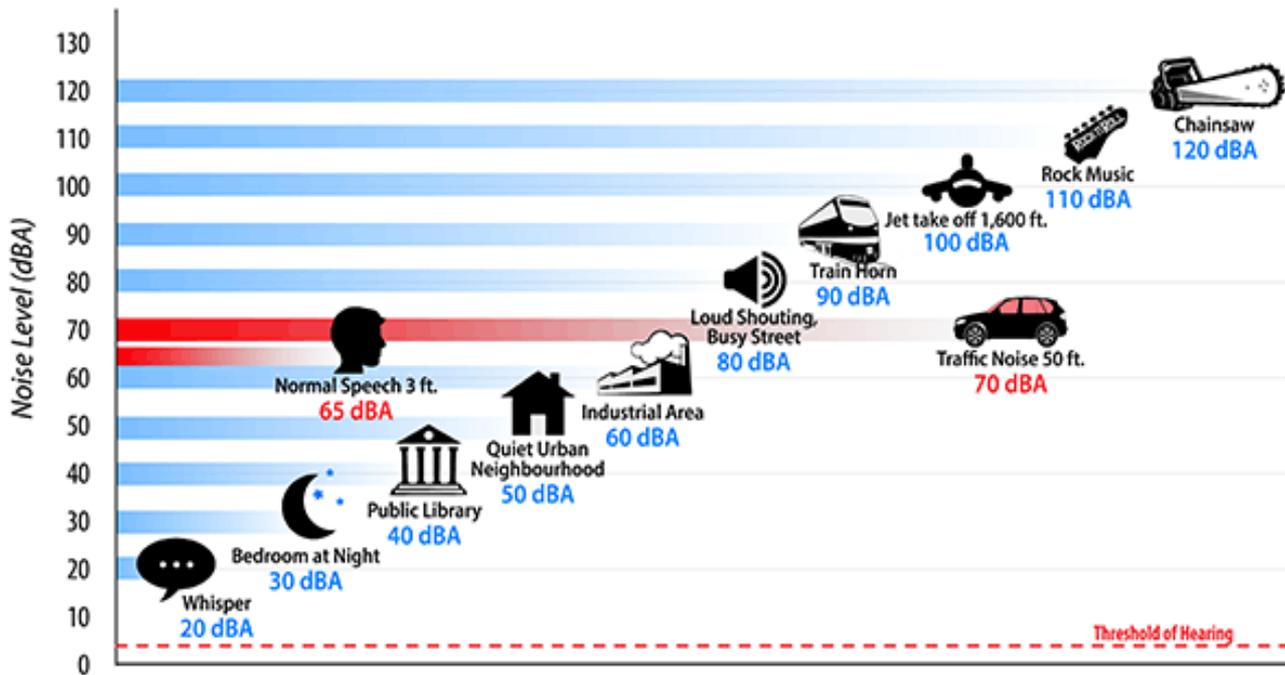
 [@MartinRoosli](https://twitter.com/MartinRoosli)

Inhalt

- Lärmbelastung in der CH
- Vom Geräusch zum Lärm
- Belästigung durch Lärm
- Gesundheitliche Auswirkungen
 - Herz-Kreislauf
 - Metabolismus: Diabetes
 - Depression
 - Auswirkungen bei Kindern und Jugendlichen
- Kosten von Lärm
- Lärmschutzmassnahmen

Lärm

COMMON INDOOR/OUTDOOR NOISE LEVELS



From Seminole Manor

dB(A):

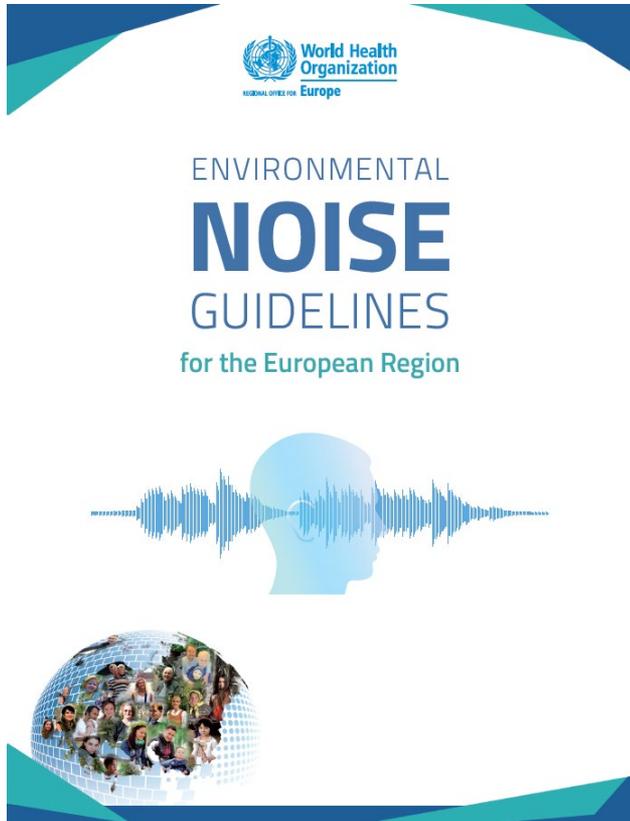
- Wird in Dezibel (dB) gemessen. Logarithmische Skala: Ein Anstieg um 3dB entspricht einer Verdoppelung des Schalldrucks
- Frequency weighting according to human hearing capability

Lden:

(day-evening-night)

L_{den}: **day**, **evening**, **night**;
Zuschlag von 5dB am Abend (19.00-23.00) und 10dB in der Nacht (23.00-7.00)

WHO Richtwerte, 2018



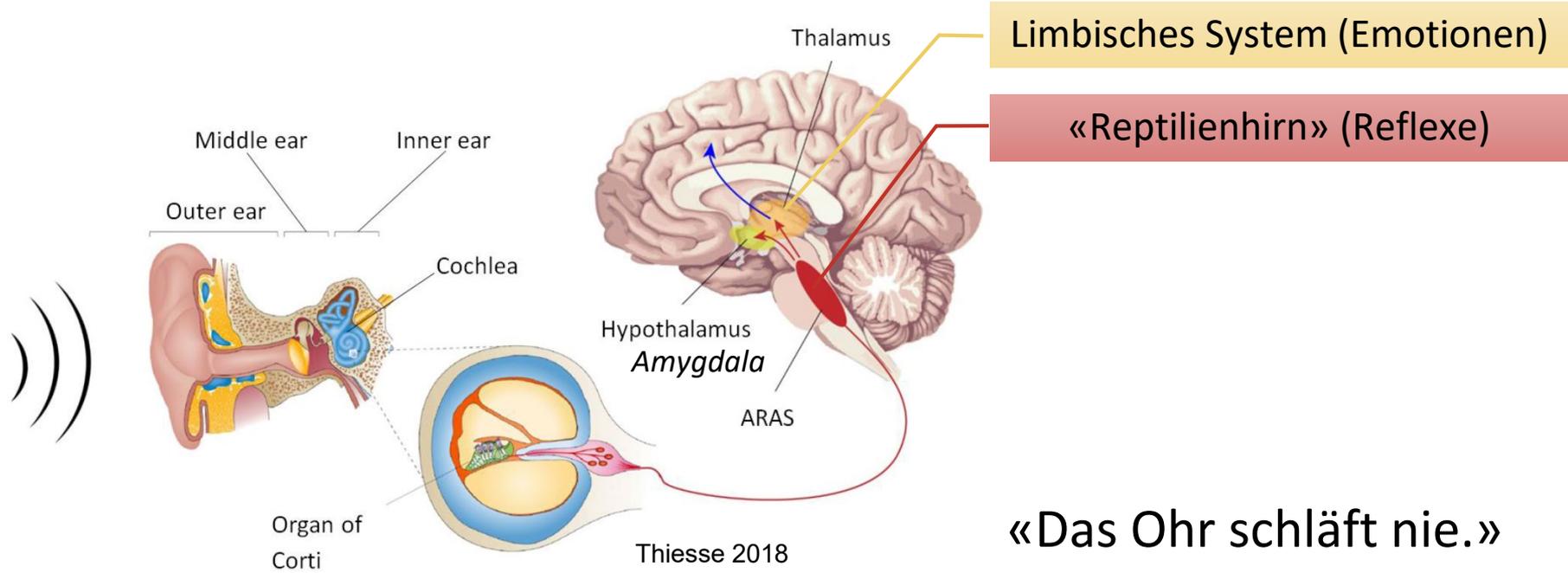
Quelle	Nacht	Lden
Strasse	45 dB	53 dB
Bahn	44 dB	54 dB
Flug	40 dB	45 dB
Windkraft	-	45 dB

Schweizer Grenzwerte:

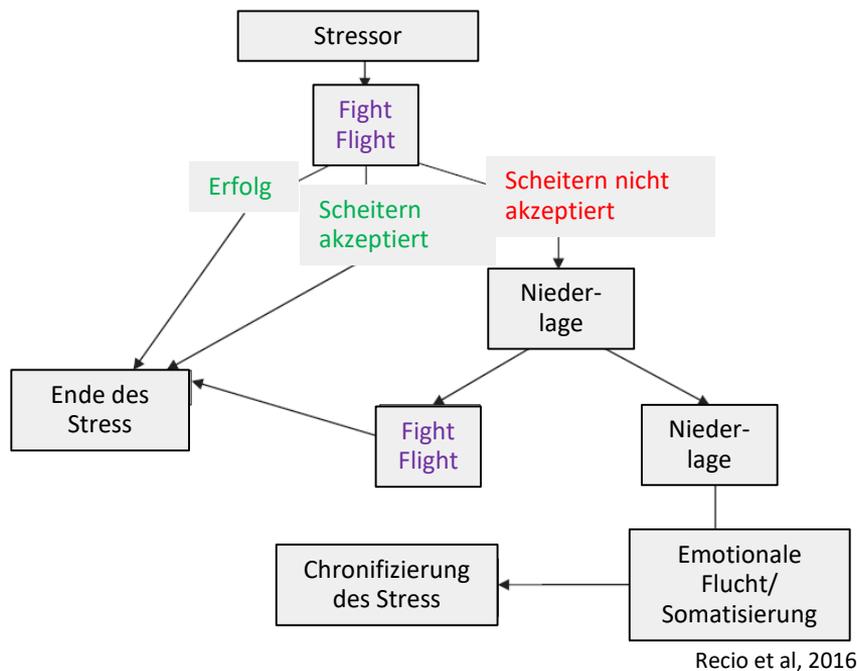
Nacht: 45-60 dB

Tag: +10 dB

Vom Geräusch zu Lärm



Stressreaktion

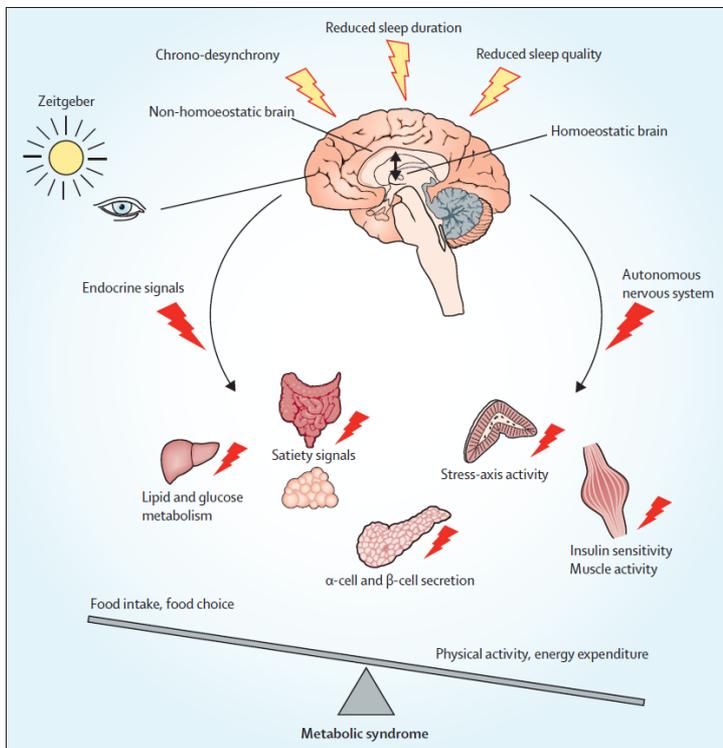


Lärm \equiv **alarm**
-> *all'arme (ital.):*
zu den Waffen

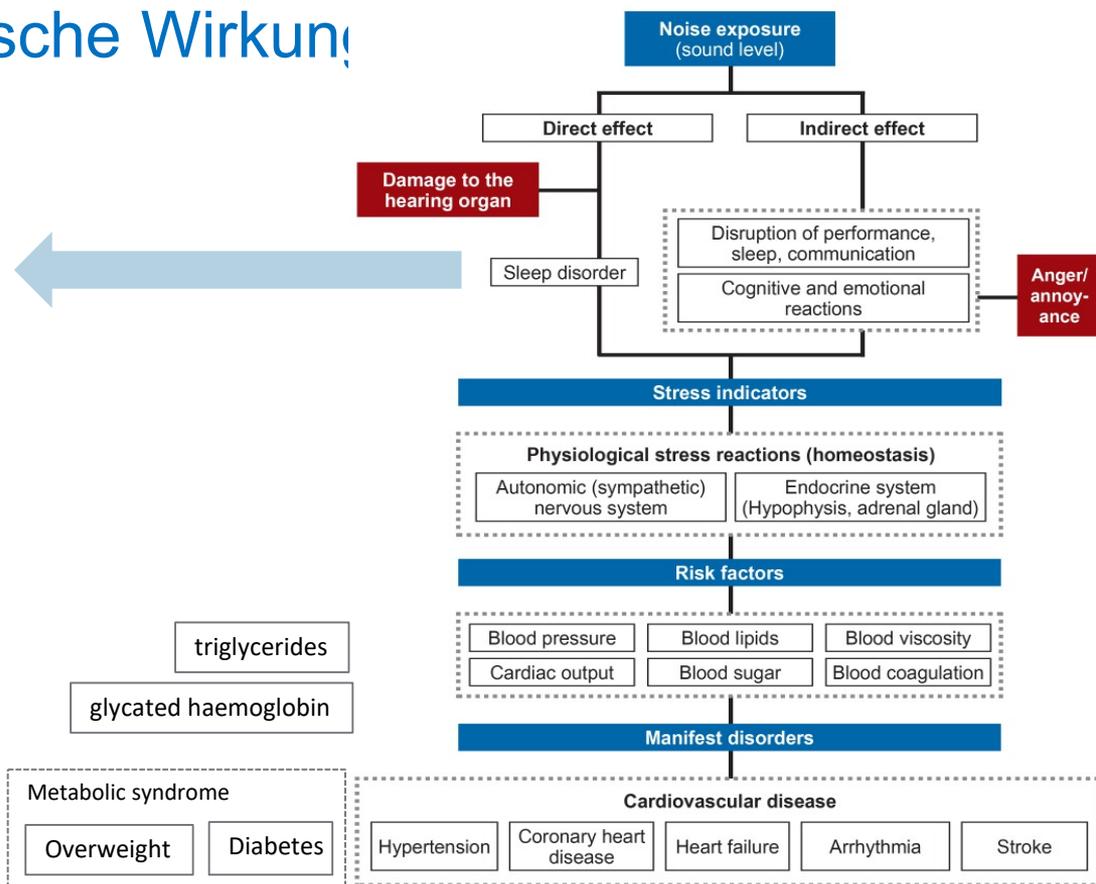


- Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse (HPA)
- Sympathikus-Nebennierenmark-Achse (SNN)

Lärm und kardiometabolische Wirkung



Schmid et al, 2015

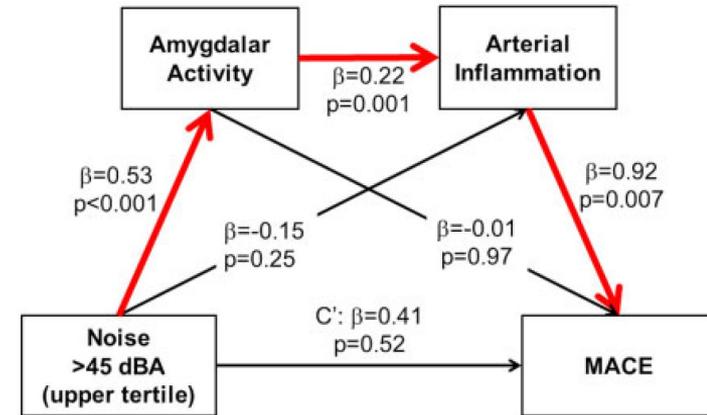
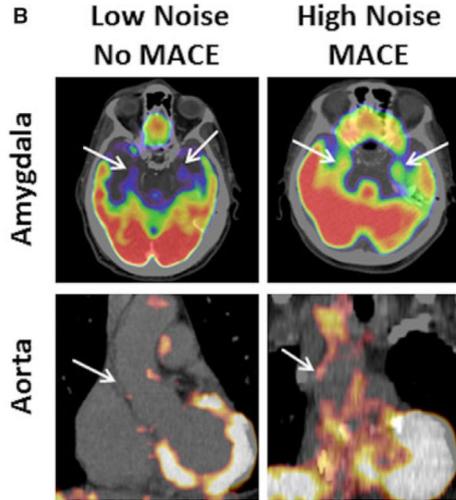
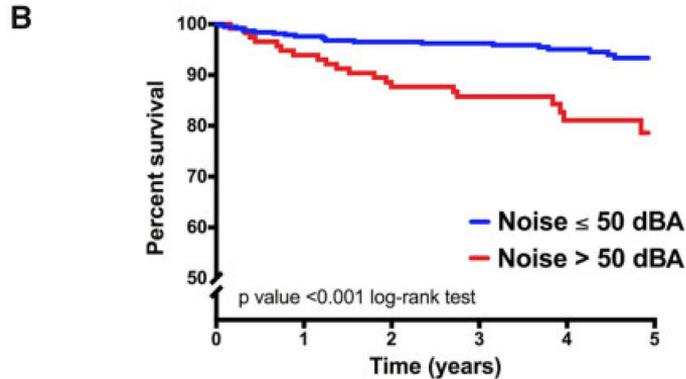


adapted from Hahad et al, 2019

Neurobiologischer Mechanismus (Osborne, EHJ, 2020)

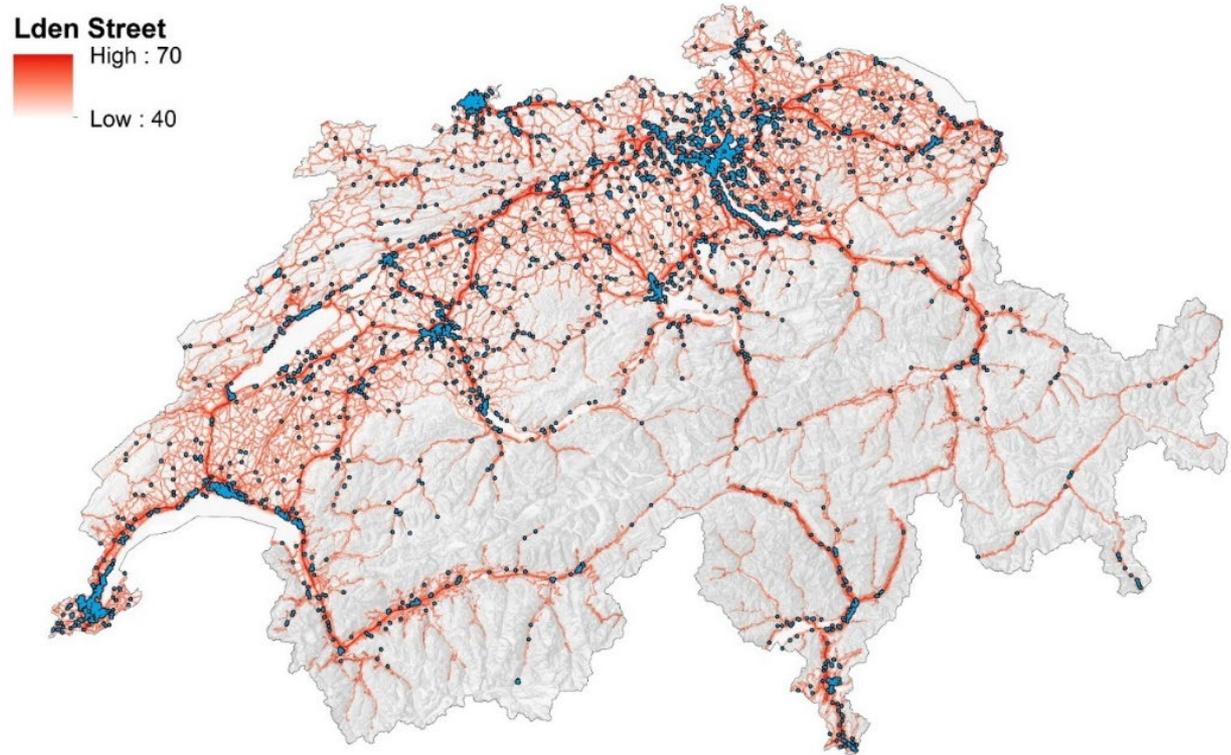
- 498 Erwachsene (N= 498) ohne CVD oder Krebs, metabolische Aktivität der Amygdala und erhöhte arterielle Entzündung wurde gemessen, Verkehrslärm zuhause modelliert.
- 40 “major adverse cardiovascular disease events” (MACE) innerhalb von 4 Jahren.

Number at risk	0	1	2	3	4	5
Noise > 45 dBA	170	154	141	126	81	43
Noise ≤ 45 dBA	328	315	293	244	174	88



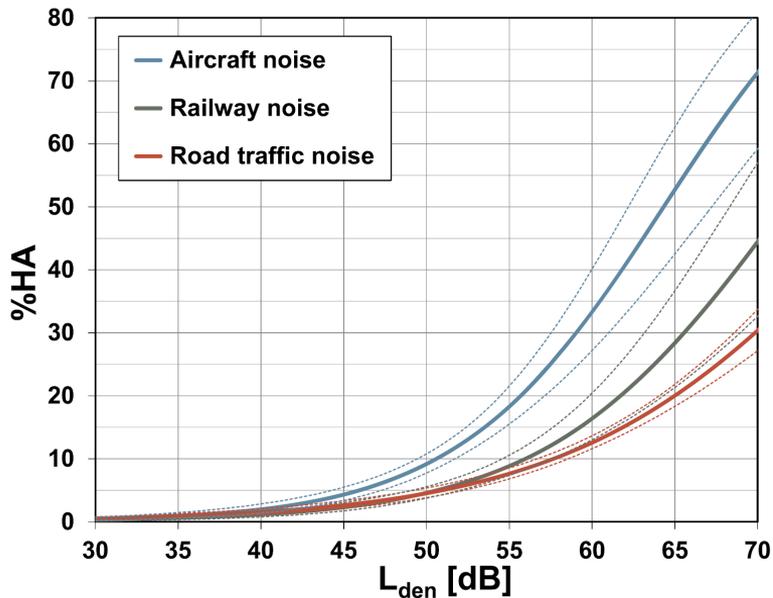
Lärmbelastung: Repräsentative Befragung in der Schweiz

- 4 Wellen in jeder Jahreszeit von Nov 2014 bis Aug 2015
- Eingeladen N=18'000, Teilnehmende: 5'592 (=31%)
- Faktorielles Design nach Lärmexposition



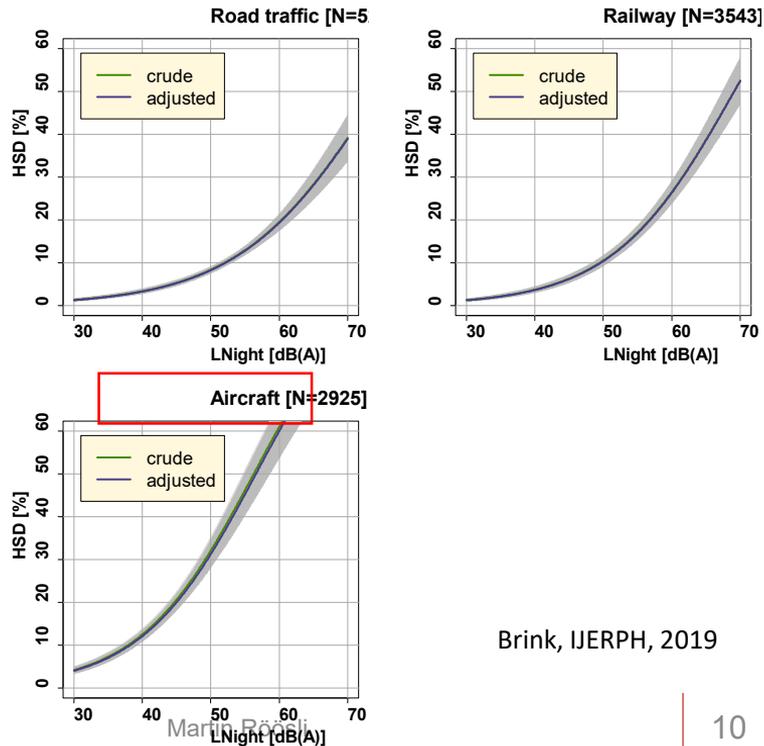
Bevölkerung fühlt sich durch Fluglärm starker belästigt und im Schlaf gestört als für Strassen- und Bahnlärm

Stark Lärm belästigt



Brink, Env Int, 2019

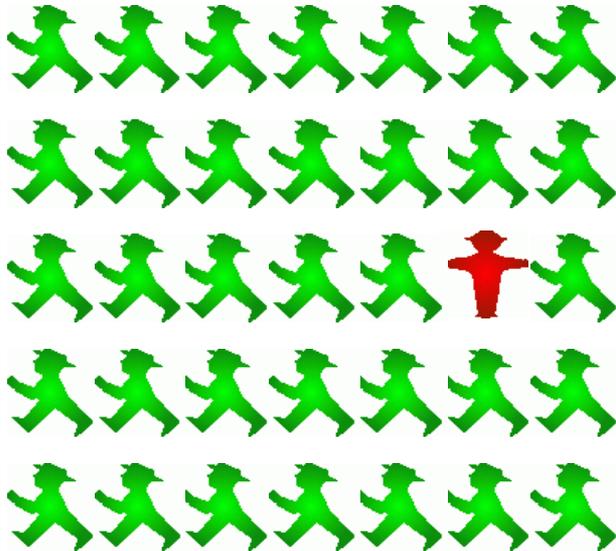
Stark im Schlaf gestört



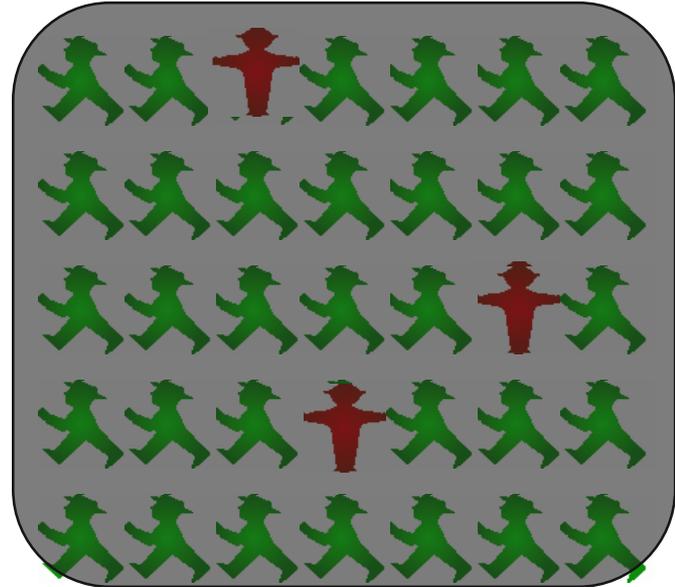
Brink, IJERPH, 2019

Ideale epidemiologische Studie

Universum 1 mit Exposition=0

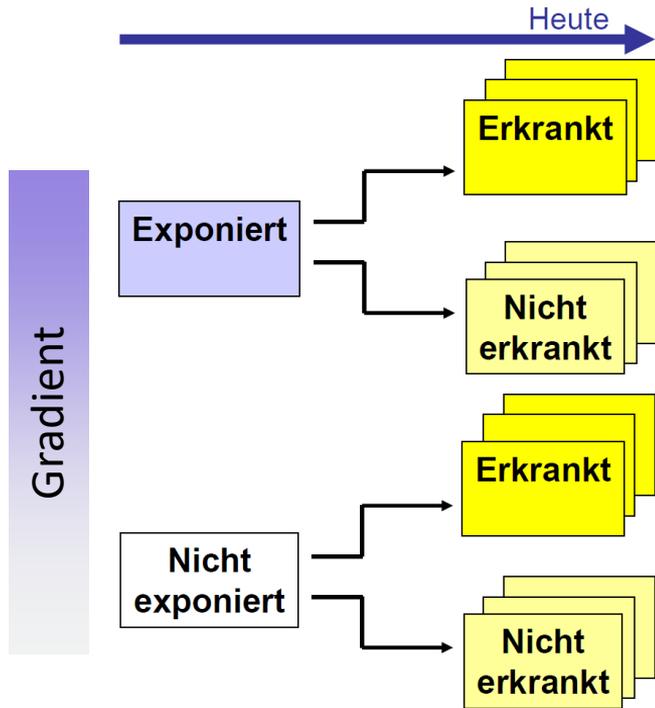


Paralleluniversum mit E=1



$$\text{Relatives Risiko (RR)} = \frac{\text{Erkrankungsrate (E)}}{\text{Erkrankungsrate (nE)}} = \frac{3/35}{1/35} = 3$$

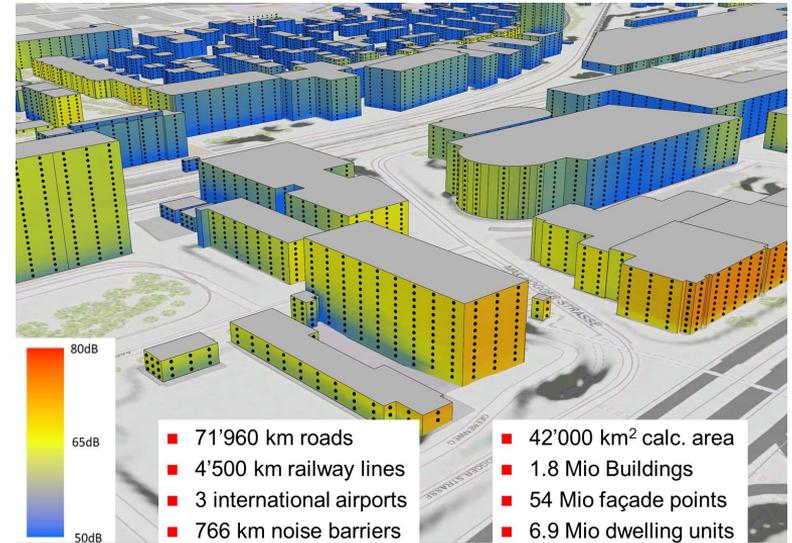
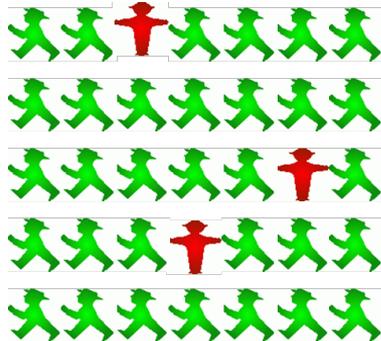
Kohortenstudie



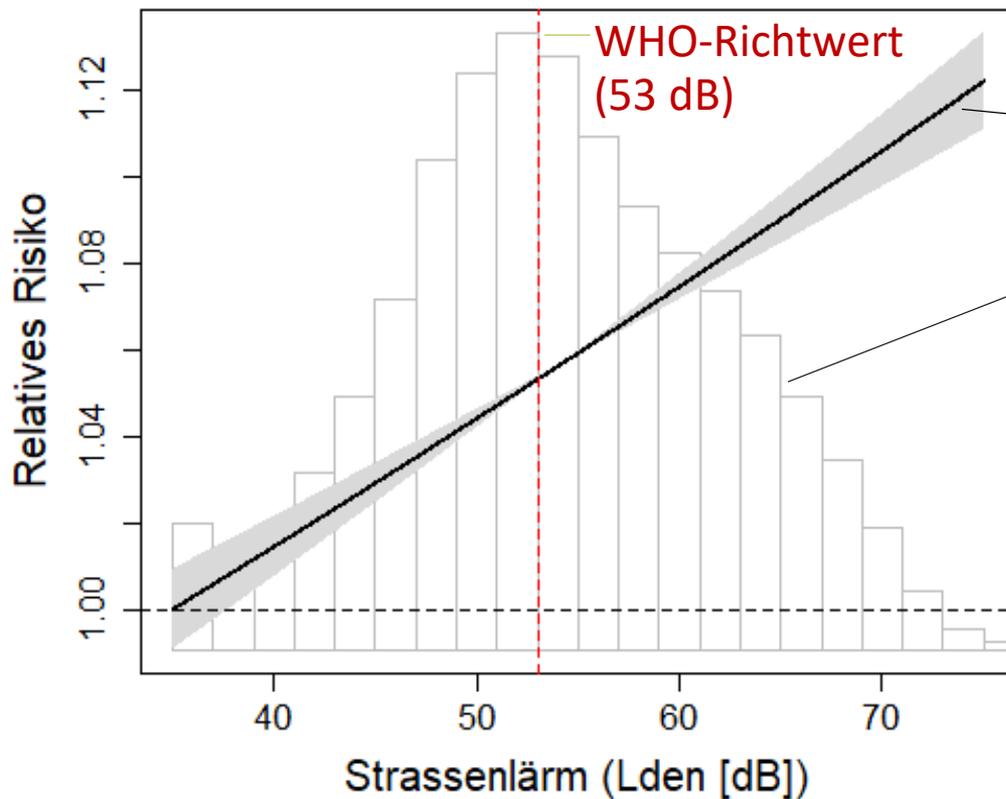
Eine definierte Personengruppe (eine Kohorte) wird über einen bestimmten Zeitraum beobachtet, um zu untersuchen, wie viele Personen eine gewisse Erkrankung entwickeln. Unterschiede zwischen den Gruppen werden statistisch kontrolliert.

Schweizerische Nationale Kohortenstudie (2000-2015)

- Alle Einwohner der Schweiz (4.41 Millionen Personen im Alter von >30 Jahre)
- Todeszertifikate mit Volkszählungsdaten verknüpft
 - Geschlecht, Zivilstand, Bildung Muttersprache, Nationalität
 - Nachbarschafts-, Gemeinde- und regionaler sozioökonomischer Status und Arbeitslosenrate
 - Lärm: Strasse, Bahn, Flug
 - Luftschadstoffe (PM2.5)



Kardiovaskuläre Sterblichkeit

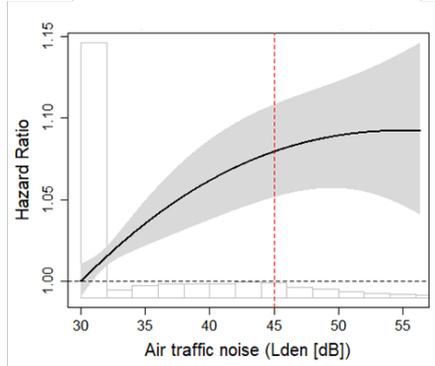
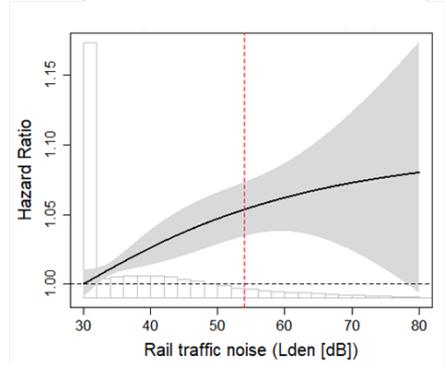
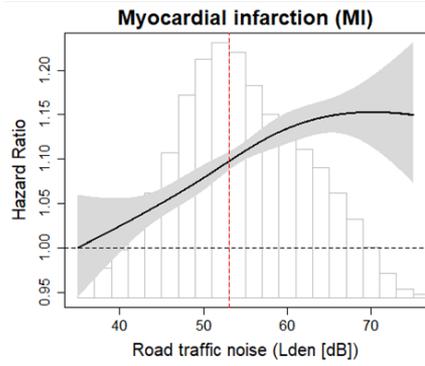
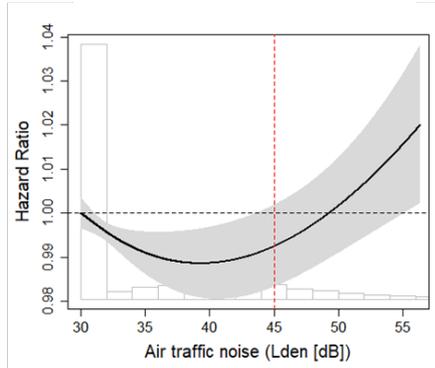
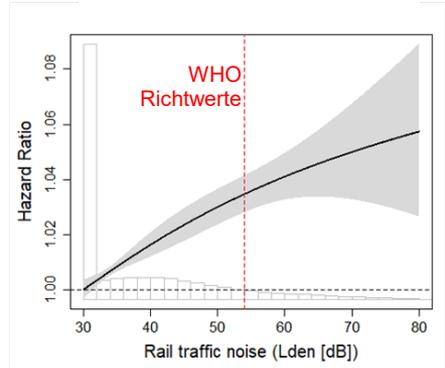
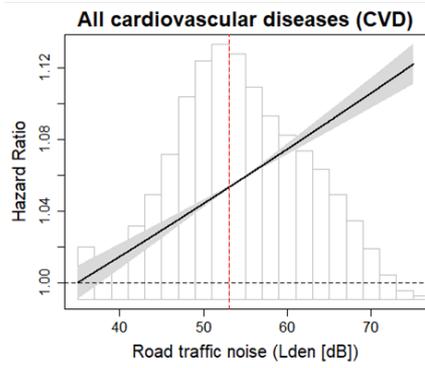


Nicht-parametrische
Expositions-Wirkungskurve

Histogramm: Strassenlärm-
verteilung in der Schweiz

Vienneau et al, 2022
(<https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106974>)

Lärm vs. kardiovaskuläre und Herzinfarkt-Sterblichkeit



Quelle	Zusatzrisiko per 10 dB (%)
L _{den} Strasse	2.9 (2.4-3.4)
L _{den} Bahn	1.3 (1.0-1.7)
L _{den} Flug	0.3 (-0.4-1.0)

Quelle	Zusatzrisiko per 10 dB (%)
L _{den} Strasse	4.3 (2.9-5.8)
L _{den} Bahn	2.0 (1.0-3.0)
L _{den} Flug	4.0 (2.0-6.0)

Vienneau et al, Env Int. 2022

Akute kardiovaskuläre Effekte?



ESC

European Society
of Cardiology

European Heart Journal (2021) 42, 835–843

doi:10.1093/eurheartj/ehaa957

CLINICAL RESEARCH

Epidemiology and Prevention

Does night-time aircraft noise trigger mortality? A case-crossover study on 24 886 cardiovascular deaths

Apolline Saucy ^{1,2}, Beat Schäffer ³, Louise Tangermann ^{1,2},
Danielle Vienneau ^{1,2}, Jean-Marc Wunderli ³, and Martin Röösli ^{1,2*}

¹Department of Epidemiology and Public Health, Swiss Tropical and Public Health Institute, Socinstrasse 57, Basel 4002, Switzerland; ²Faculty of Science, University of Basel, Petersplatz 1, Basel 4003, Switzerland; and ³Empa, Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology, Überlandstrasse 129, Dübendorf 8600, Switzerland

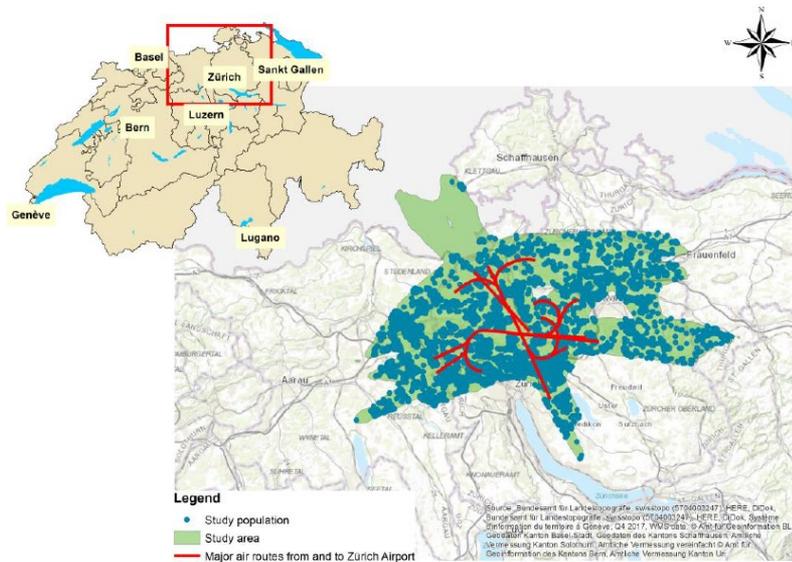
Received 29 July 2020; revised 6 October 2020; editorial decision 4 November 2020; accepted 11 November 2020; online publish-ahead-of-print 30 November 2020

See page 844 for the editorial comment on this article (doi: 10.1093/eurheartj/ehaa984)



Methode

24,886 kardiovaskuläre Todesfälle (2000-2015)
Schweizerische National Kohortenstudie

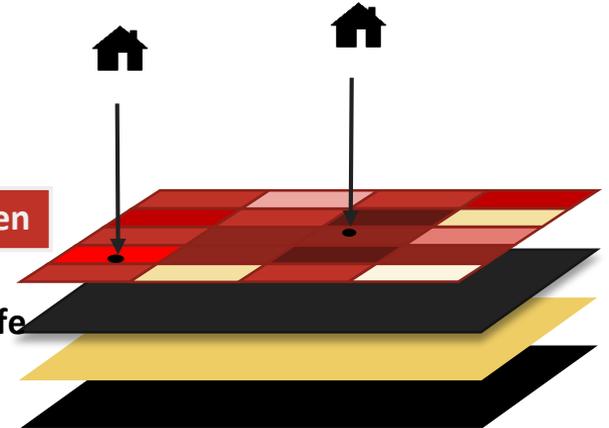


Kann **nächtlicher Fluglärm** einen kardiovaskulären Todesfall triggern?

Oder **Kälte**, **Hitze**, **Luftschadstoffe**?

Expositionsdaten

Fluglärm
Luftschadstoffe
Temperatur
Niederschlag

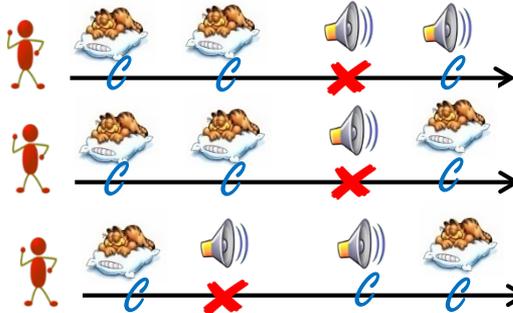


Studienpopulation und Landepisten am Flughafen Zürich

Slide: Apolline Saucy

Case-crossover Studie : Situation **A** oder Situation **B** häufiger?

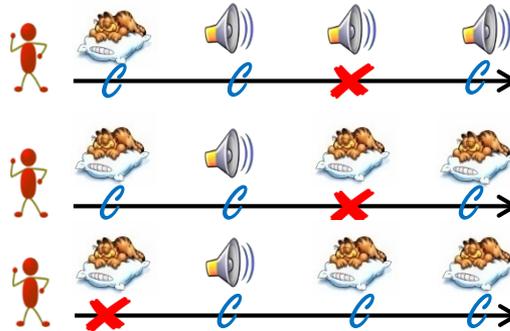
Bei Todesfällen (X)
ist es lauter als in
Kontrollnächten (C)



A

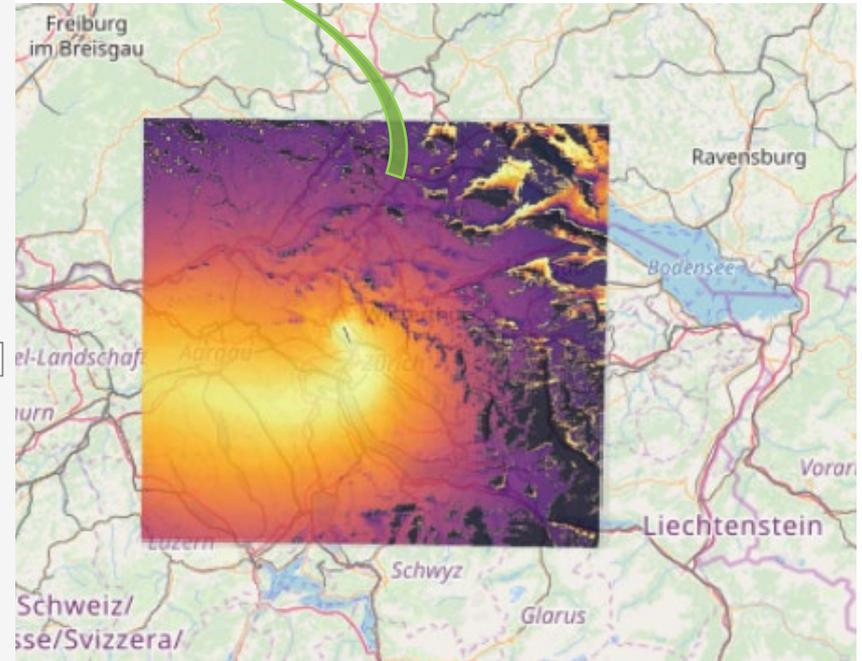
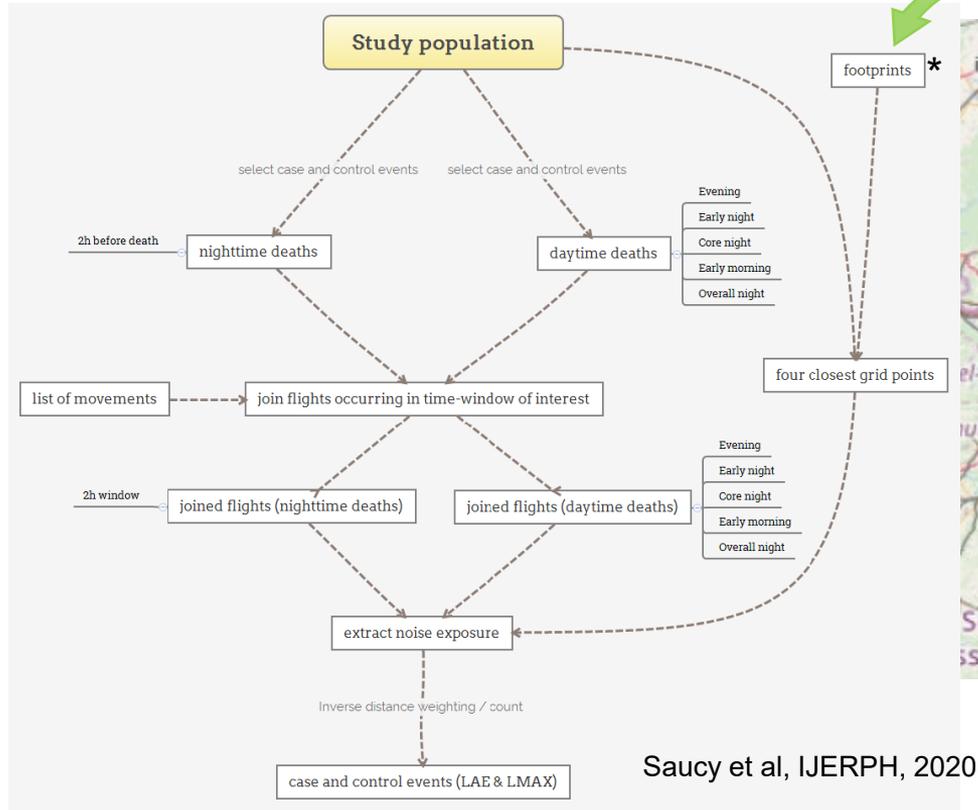
Kontrollnächte:
Gleicher Wochentag
im gleichen Monat

Fall-Nächte
NICHT lauter
als
Kontrollnächte



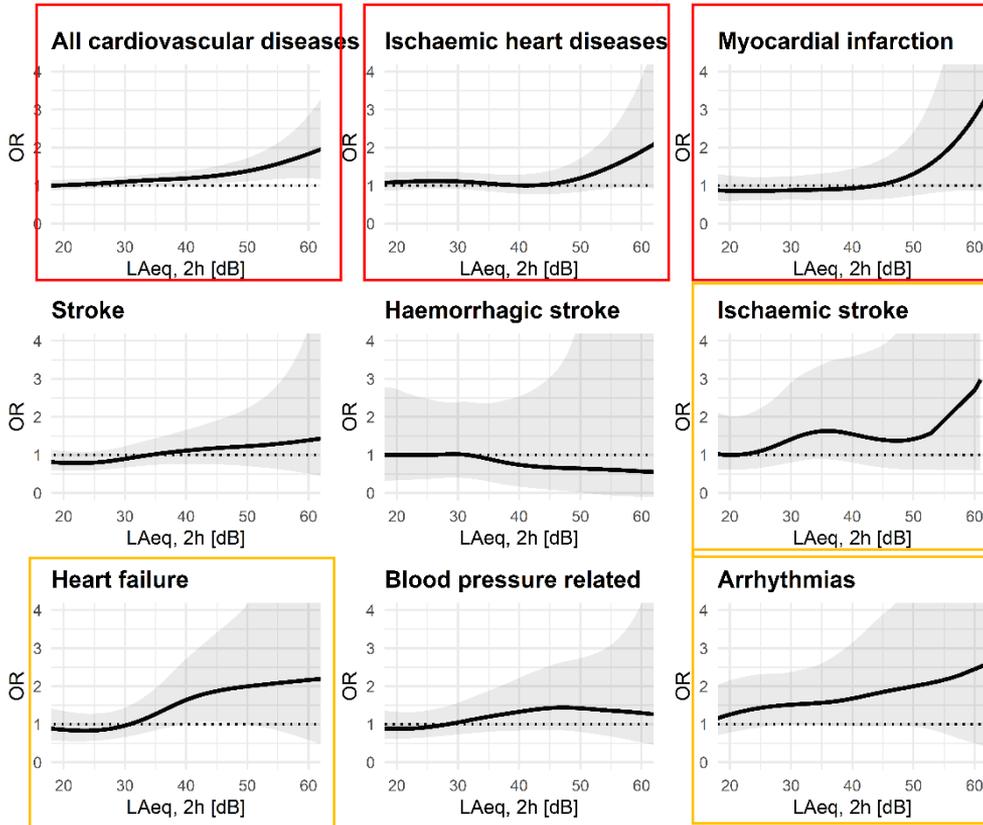
B

Lärmexposition (mit Empa)



*berücksichtigt Flugzeugtyp, Flugroute, Zeit und Jahr.

Kardiovaskuläre Sterblichkeit und Lärm innerhalb von 2 Stunden



- Kontinuierliche Risikozunahme für Todesfälle in der Nacht: v.a. für Herzinfarkt, ischämische Herzerkrankungen, Arrhythmien und Herzinsuffizienz.
- Vor allem ältere Personen betroffen
- Kein Zusammenhang für Todesfälle am Tag

Exposure groups	All cardiovascular diseases		
	n	OR	95% CI
<20 dB	4245	1	
20–30 dB	824	1.08	(0.92–1.26)
30–40 dB	1169	1.23	(1.00–1.51)
40–50 dB	1157	1.33	(1.05–1.67)
>50 dB	246	1.44	(1.03–2.04)
Trend			<i>P</i> for trend = 0.01

Berücksichtigt:
NO₂, Temperatur, Niederschlag und Festtage

Triggers of myocardial infarction or cardiovascular disease

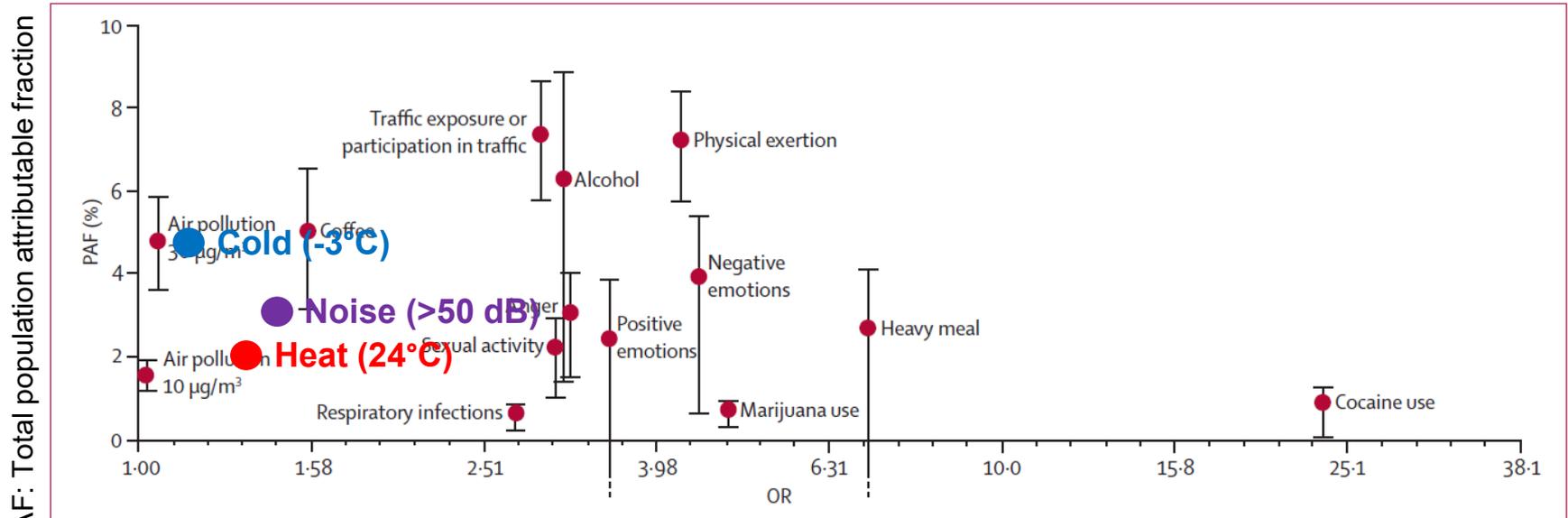


Figure 2: Relation between OR and the PAF for each studies trigger

Hohes individuelles Risiko! = Hohe Public Health Relevanz

Nawrot et al., Lancet, 2011

SAPALDIA- Studie

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

- **Endpunkte**

Diabetes: 110 neue Fälle zwischen 2001 und 2011 von 2'631 Personen

Depression: 410 neue Fälle zwischen 2001 und 2011 von 4'581 Personen

- **Statistische Analyse**

Multiexpositionsmodell für Lden (Strasse, Bahn, Flug) adjustiert für viele soziodemographische und Lebensstilfaktoren (z.B. Rauchen, Alkohol, Bewegung, etc.) sowie Luftbelastung.

Diabetes

Quelle	Relatives Risiko pro 10dB (%)	95% Konfidenz-interval	
L _{den} Strasse	1.35	1.02	1.78
L _{den} Flugzeug	1.86	0.96	3.59
L _{den} Bahn	0.94	0.71	1.24

Eze et al. Int J Epidemiol, 2017

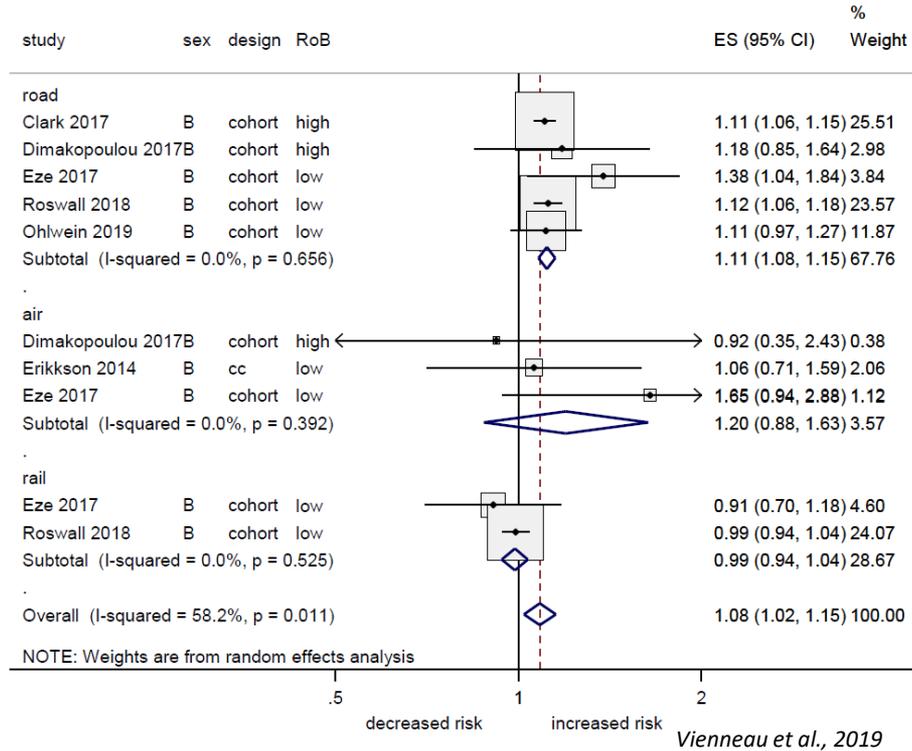
Depression

Quelle	Relatives Risiko pro 10dB (%)	95% Konfidenz-interval	
L _{den} Strasse	1.07	0.93	1.22
L _{den} Flugzeug	1.20	0.92	1.55
L _{den} Bahn	0.88	0.76	1.03

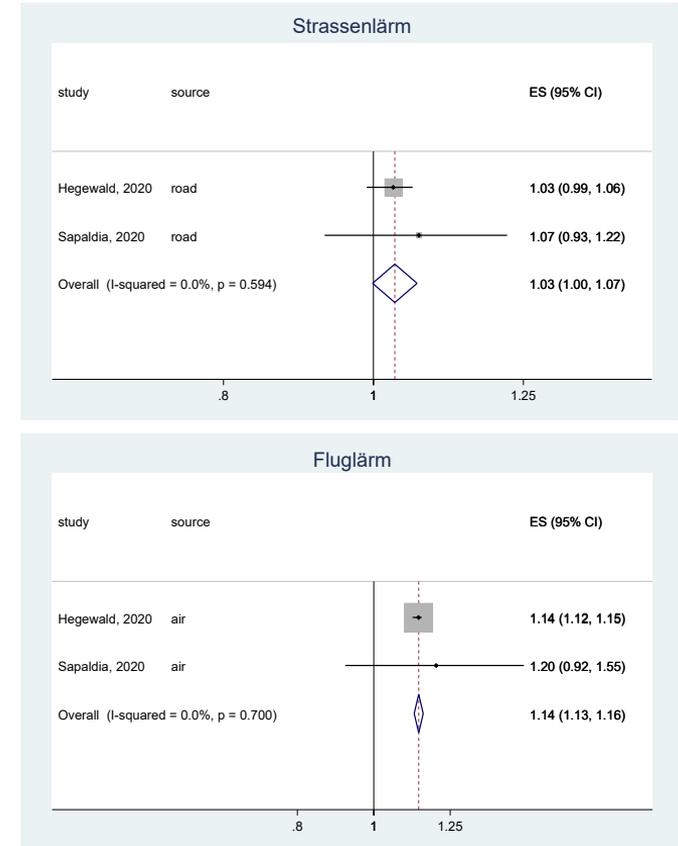
Eze et al. Environ Int, 2020

Meta-Analysen

Diabetes



Depression



Effektmodifikatoren

Diabetes

- **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

Experimentelle Schlafstudie: Protokoll

a. Less eventful group (LE), n=11 (5 women)



b. More eventful group (ME), n=10 (4 women)



c. Control group, n=6 (only men)



Night sleep at habitual bed time:

 **Noise-free nights:** Scenario 0
with an hourly LAeq of 30 dB

 **Less eventful noise nights (LE):** scenario A and B
 **More eventful noise nights (ME):** scenario C and D
with an hourly LAeq of 45 dB

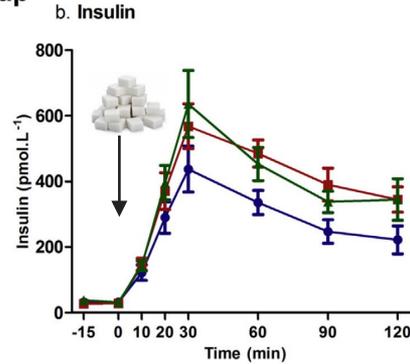
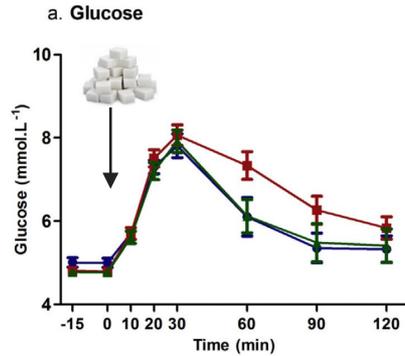
 **Oral Glucose Tolerance Test**

LE: road, low intermittence
LE: road, medium intermittence
ME: road, high intermittence
ME: train, high intermittence

Thiesse et al. Env Int, 2018

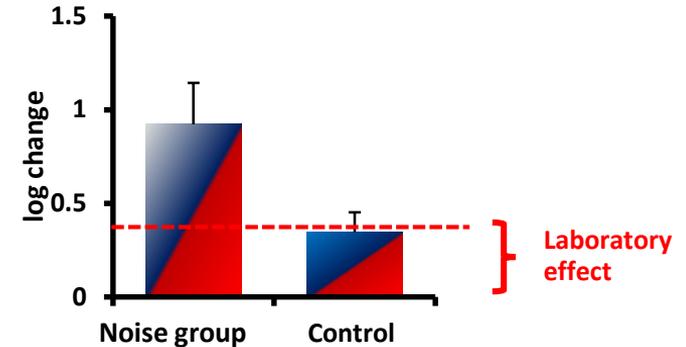
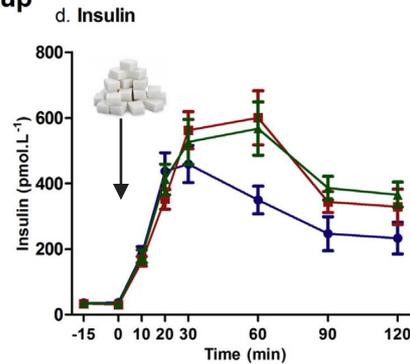
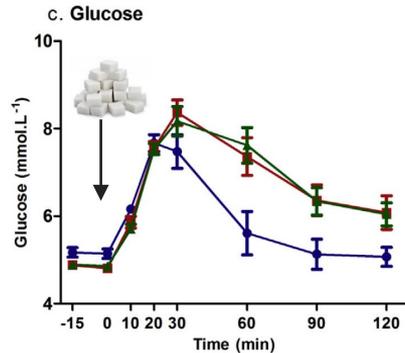
Glukosetoleranztest am Morgen

Less eventful group



- After baseline night
- After last noise-nights
- After recovery night

More eventful group



Thiesse et al. *Env Int*, 2018

Fluglärm und Lesefähigkeit bei Kindern

RANCH: Querschnittsstudie bei 2844 Kindern im Alter von 9–10 Jahre, welche eine von 89 Schulen in der Umgebung eine Flughafens in Holland, Spanien oder Grossbritannien besuchen.

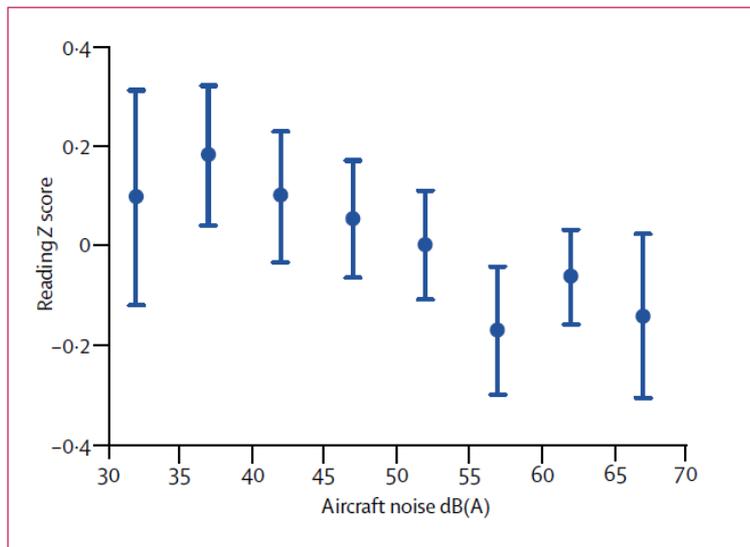
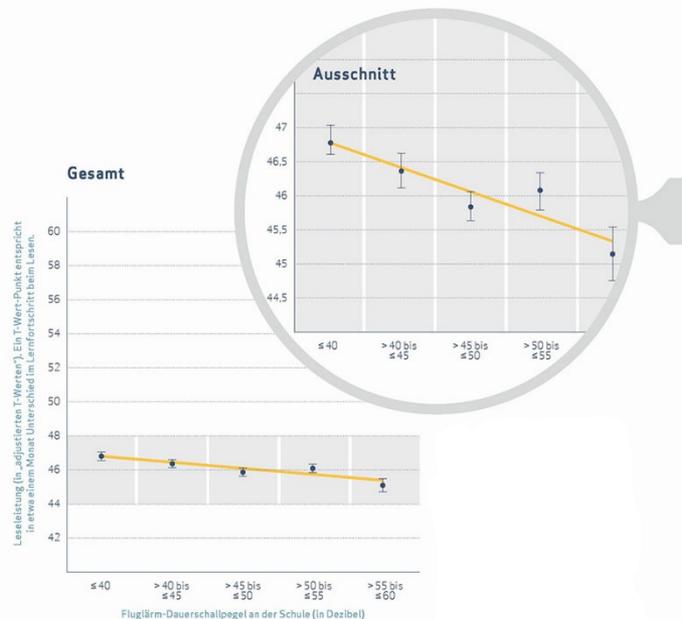


Figure 1: Adjusted mean reading Z score (95% CI) for 5 dB bands of aircraft noise (adjusted for age, sex, and country) Stansfeld et al., Lancet, 2005

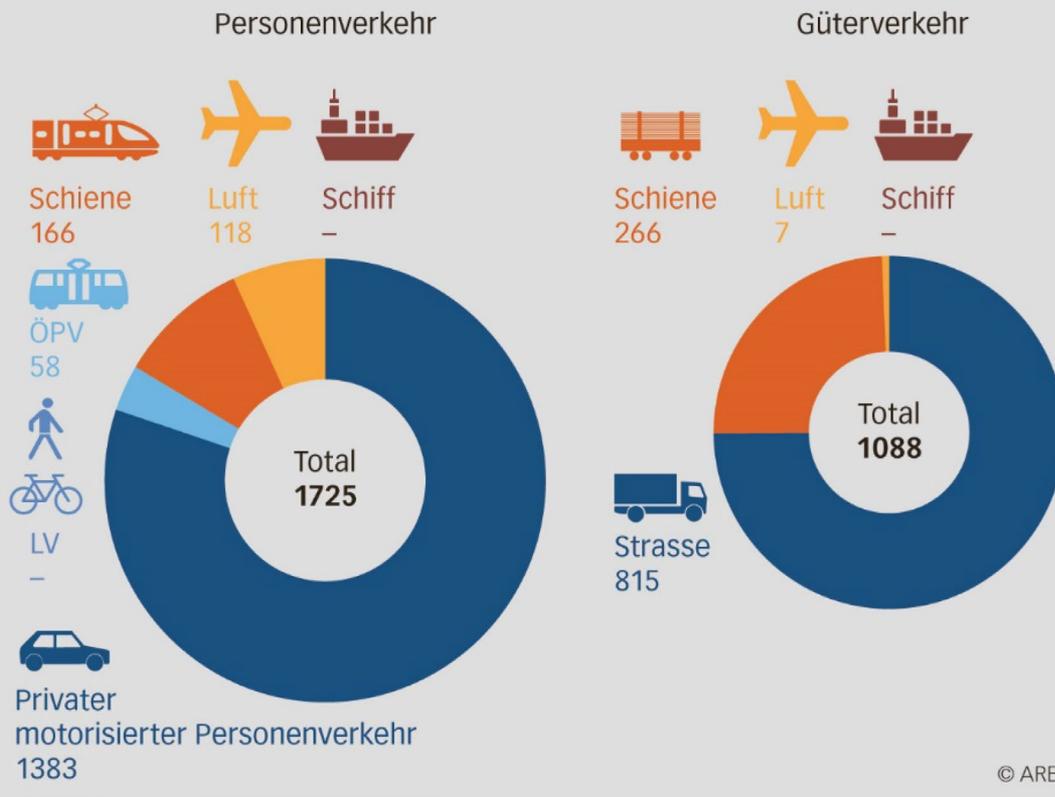
NORAH-Studie (Frankfurt): Querschnittsstudie im Jahr bei 2012: 1,243 Kindern, welche eine von 85 Schulen in der Umgebung eine Flughafens Frankfurt besuchten.



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

Externe Lärmkosten in der Schweiz

Externe Lärmkosten 2018, in Mio. Fr.



<https://www.are.admin.ch/are/de/home/medien-und-publikationen/publikationen/verkehr/externe-kosten-und-nutzen-des-verkehrs-in-der-schweiz.html>



Lärm schadet der Gesundheit

Aus Echo der Zeit vom 09.12.2021.

News >

Schweiz >

Tödlicher Strassenlärm

Lärm-Kommission fordert tiefere Grenzwerte und längere Nachtruhe

Noch muss eine Million Menschen in der Schweiz mit zu viel Lärm leben.
Herzinfarkte und Diabetes sind tödliche Risiken.

Christian von Burg

Donnerstag, 09.12.2021, 22:12 Uhr

EKLB: Vorschlag für neue Grenzwerte

Eidgenössische Kommission für Lärmbekämpfung

Lärmschutzverordnung (LSV): 1987)
(Grenzwerte Strasse, Bahn, Flugverkehr: 2001)

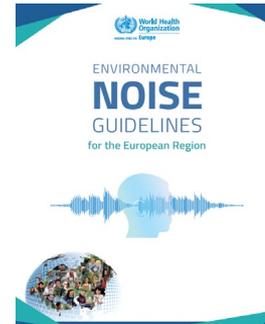
2008: EKLB/BAFU initiiert

"Vorstudie zur Überprüfung
der Immissionsgrenzwerte
für Lärm"



SNF-finanzierte
SiRENE-Studie
2013-2020

2014-2018



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössische Kommission für Lärmbekämpfung EKLB
Commission Fédérale pour le bruit contre le bruit CFB
Commissione Federale per il Rumore contro il Rumore CFR
Comissun Federala per il cumbrat cunter la canera CFC

**Grenzwerte für Strassen-, Eisenbahn-
und Fluglärm**

Empfehlungen der Eidgenössischen Kommission für
Lärmbekämpfung EKLB

Herausgegeben von der Eidgenössischen Kommission für
Lärmbekämpfung EKLB
Bern, 2021

[https://www.eklb.admin.ch/inhalte/
EKLB_2021_Grenzwerte_d.pdf](https://www.eklb.admin.ch/inhalte/EKLB_2021_Grenzwerte_d.pdf)



Überblick Grenzwerte (ES II und III)

	CH Tag	CH Nacht
Strassenlärm	60 dB	52 dB
Bahnlärm	59 dB	56 dB
Fluglärm	54 dB	22.00-23.00: 52 dB 23.00-24.00: 49 dB 00.00-05.00: Sperrzeit 05.00-06.00: 49 dB 06.00-07.00: 52 dB

Tabelle 13.1 und 13.2 im EKL B Bericht

Vergleich mit WHO-Richtwerten

	CH-EKLB Tag	CH-EKLB Nacht	WHO Tag*	WHO Nacht
Strassenlärm	60	52	51.5	45
Bahnlärm	59	56	48	44
Fluglärm	54	43	43.5	40

*Umgerechnet von L_{den} -Richtwerten

Empfehlungen zur Beurteilungsmethodik der LSV

1) Geltungsbereich

Fokus auf Wohnen; Flexibilisierung für Räume ohne langfristigen Wohnzweck (Büro, Hotel)

2) Ermittlungsort

Lautester Punkt auf der Gebäudehülle → Druck auf Massnahmen an der Quelle

3) Beurteilungszeiten

Ausdehnung der Nachtperiode auf 9 Stunden (22–07 Uhr) → Schutz des Schlafes
Zusätzlicher Einzelstundengrenzwert zwischen 06 und 07 Uhr für Fluglärm

4) Einheitlicher Schutz des Wohnens

Beibehaltung von Empfindlichkeitsstufen (ES); Gleichsetzung der Grenzwerte in ES II und III

5) Verzicht auf Korrekturen in Abhängigkeit der Verkehrsmenge

→ Strassen- und Bahnlärm

Zusammenfassung

- Lärm führt zu Belästigungen.
- Gewöhnung an Lärm ist subjektiv aber nicht objektiv messbar.
- Auch wer sich nicht gestört fühlt, zeigt physiologische Reaktionen.
- Lärm stört den Schlaf und die Erholung.
- Erhöhtes Risiko für ischämische Herzerkrankungen (Herzinfarkt) und Bluthochdruck und ev. andere Herz-Kreislaufkrankungen
- Einflüsse auf den Metabolismus inkl. Diabetes und Übergewicht
- Störungen des Lernens und der kognitiven Leistung (insbesondere auch Kinder)
- Veränderung der emotionalen Stimmungslage bis hin zu Depression.
- Auch unterhalb der Grenzwerte treten negative gesundheitliche Effekte auf.
- Lärmschutzmassnahmen an der Quelle sind zentral.

Swiss TPH



Fragen?

E-mail: martin.roosli@swisstph.ch

 @MartinRoosli

Vielen Dank an meine Kolleginnen und Kollegen: Mark Brink, Christian Cajochen, Harris Héritier, Nicole Probst-Hensch, Michelle Raess, Apolline Saucy, Beat Schäffer, Danielle Vienneau, Jean-Marc Wunderli und viele mehr

