



# Neues zu Lärmwirkungen:

die WHO Leitlinien für Umgebungslärm

# Womit befassen sich die WHO Leitlinien für Umgebungslärm?

- Erhebung von adversen Lärmeffekten auf die menschliche Gesundheit
- Empfehlungen für den Schutz der menschlichen Gesundheit vor der Belastung durch Umgebungslärm aus verschiedenen Quellen

## **QUELL-Spezifisch:**

Verkehrslärm (Straßenverkehrs-, Schienenverkehrs- und Fluglärm)

**Lärm von Windenergieanlagen**

*Freizeitlärm.*



Bildnachweis: <https://www.windindustrie-in-deutschland.de/fachartike/das-planungsrecht-in-der-windenergie-eine-einfuehrung/>

Welcome to the GRADE working group

From evidence to recommendations – transparent and sensible

### Entstehungsschritte der WHO ENG

1. Formulierung des Geltungsbereichs und der Schlüsselfragen der Richtlinien
2. Durchsicht der einschlägigen Literatur
3. Auswahl der vorrangigen Maßnahmen zur Messung der gesundheitlichen Auswirkungen
4. systematische Überprüfung der Evidenz
5. Bewertung der „Gewissheit“ der aus systematischen Übersichten resultierenden Evidenz
6. Identifikation der Expositionswerte
7. Festlegung der Stärke der Empfehlungen

### Acht systematische Reviews:

1. kardiovaskuläre Auswirkungen (CVD)
2. metabolische Auswirkungen
3. Belästigung
4. Auswirkungen auf den Schlaf
5. kognitive Beeinträchtigungen
6. Hörschäden und Tinnitus
7. nachteilige Auswirkungen auf die Geburt
8. Nachteilige Auswirkungen auf die Lebensqualität, die psychische Gesundheit und das Wohlbefinden

# Was ist Lärm?

Schall

-

Wird gemessen

Geräusch

-

Wird gehört

Lärm

-

Subjektive Bewertung  
des Geräuschs\*

\* ist abhängig von:

- Persönlicher Sensitivität
- Vorerfahrungen (Assoziation, Verstehen der Notwendigkeit, Möglichkeiten der Einflussnahme)
  - Akuter Kontext (Sport, Aufgabe welche Konzentration erfordert, Kommunikation)
    - Ort des Erlebens (Großveranstaltung, Zuhause)

# Die Lärmindizes der WHO ENG

$L_{DEN}$  : Tag-Abend-Nacht-Lärmindex über 24 Stunden (Tages- (6 – 18 Uhr), den Abend- (18 – 22 Uhr) und den Nachtzeitraum (22 – 6 Uhr) umfasst.

Hierfür werden zunächst die Mittelungspegel der einzelnen Zeitbereiche berechnet. Anschließend werden diese zeitanteilig zu einem **24-Stunden-Pegel** zusammengefasst, wobei auf den Mittelungspegel für den **Abend 5 dB(A)** und auf den Mittelungspegel für die **Nacht 10 dB(A)** zugeschlagen werden.

$L_{night}$  : Nacht-Lärmindex zur Bewertung von Schlafstörungen.  
beschreibt die Belastung in der **Nacht zwischen 22 und 6 Uhr**

- **meist verwendete** Lärmindikatoren
  - werden im Allgemeinen von den Behörden bei **Expositionsabschätzung** in Studien über **gesundheitliche Auswirkungen** verwendet
- können aus ihren Komponenten ( $L_{day}$ ,  $L_{evening}$ ,  $L_{night}$ ) konstruiert werden
- Exposition an der am **stärksten exponierten Fassade** im Freien



# LOAEL vs „relevanter Risikoanstieg“

## Relevante Risikoanstiege für die Bemessung der Leitlinienwerte nach Definition der WHO

Entscheidende Gesundheitliche Auswirkung*	Relevanter Risikoanstieg für die Festlegung des empfohlenen Leitlinienwerts
Inzidenz ischämische Herzerkrankung	Anstieg des relativen Risikos um 5 %
Inzidenz Bluthochdruck	Anstieg des relativen Risiko um 10 %
# %-Anteil hoch belästigte Personen	Anstieg des absoluten Risikos auf 10 %
%-Anteil hoch schlafgestörte Personen	Anstieg des absoluten Risikos auf 3 %
Dauerhafte Gehörschäden und Tinnitus	Keine Risikoerhöhung durch Umgebungslärm
Verzögerung beim Erwerb der Lesekompetenz und des Hörverständnisses	Ein Monat Verzögerung hinsichtlich des ‚Lesealters‘

**# In einer Befragung von 68 Lärmexperten nannte etwa jeder zweite „Belästigung“ als bedeutendsten gesundheitlichen Effekt von Lärm (Guski et al., 2017)**

# Definition: Belästigung ist...

- ...eine “komplexe Reaktion” welche bezüglich einer oft wiederholten Störung durch Lärm besteht und welche oft auch mit Verhaltensantworten kombiniert ist, welche dazu dienen die Störung zu minimieren (Guski et al. 2017)

„**Belästigung**“ ist eine **retrospektive** Bewertung vergangener Erfahrungen mit einer Lärmquelle über eine bestimmte Zeitspanne.



„**Belästigung**“ ist eine **retrospektive** Bewertung vergangener Erfahrungen mit einer Lärmquelle über eine bestimmte Zeitspanne.

### Lärmbelästigungsreaktion aus i.d.R. drei Elementen:

1. Eine oft wiederholte Störung durch Lärm (wiederholte Störungen beabsichtigter Aktivitäten durch Lärm, bspw. Kommunikation mit anderen Personen, Musik hören oder fernsehen, Lesen, Arbeiten, schlafen)
2. Eine emotionale Reaktion (Ärger über den Lärm, negative Haltung ggü. der Lärmquelle)
3. **Eine kognitive Antwort**  
→ die beunruhigende Einsicht, dass man nichts gegen die ungewollte Situation tun kann (erlernte Hilflosigkeit)





# LEITLINIEN FÜR UMGEBUNGSLÄRM

für die Europäische Region

ZUSAMMENFASSUNG



LANUV 12.04.2021

Empfehlungen werden entweder als **„stark empfohlen“** oder **„bedingt empfohlen“** eingestuft.

**„starke Empfehlung“:** abgesicherte Erkenntnis, sollte in den meisten Fällen politisch umgesetzt werden.

**„bedingte Empfehlung“:** erfordert vor der Umsetzung einen politischen Entscheidungsprozess mit substanzieller Diskussion und Einbeziehung verschiedener Akteure.



## Straßenverkehrslärm

### Empfehlung

Für die durchschnittliche Lärmbelastung empfiehlt die LEG stark, durch Straßenverkehr bedingte Lärmpegel auf weniger als **53 Dezibel (dB)  $L_{den}$**  zu verringern, weil Straßenverkehrslärm oberhalb dieses Wertes mit schädlichen gesundheitlichen Auswirkungen verbunden ist.

Für die nächtliche Lärmbelastung empfiehlt die LEG stark, durch Straßenverkehr bedingte Lärmpegel auf weniger als **45 dB  $L_{night}$**  zu verringern, weil nächtlicher Straßenverkehrslärm oberhalb dieses Wertes mit Beeinträchtigungen des Schlafes verbunden ist.

Zur Verringerung der gesundheitlichen Auswirkungen empfiehlt die LEG stark, dass die Politik geeignete Maßnahmen zur Verringerung der Lärmbelastung durch Straßenverkehr für die Bevölkerung ergreift, deren Lärmbelastung die Leitlinienwerte für die durchschnittliche und nächtliche Lärmbelastung übersteigt. Was konkrete Maßnahmen betrifft, empfiehlt die LEG, Lärm sowohl an der Quelle als auch auf der Strecke zwischen der Quelle und der betroffenen Bevölkerung durch Veränderungen in der Infrastruktur zu verringern.

### Stärke

Stark

Stark

Stark



## Verkehrslärmschutzverordnung (16. Bundes-Immissionsschutzverordnung) Immissionsgrenzwerte für den Lärmschutz an Verkehrswegen:

### A) in reinen und allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten

tags: 59 dB(A)  
nachts: 49 dB(A)

### B) in Kerngebieten, Dorfgebieten und Mischgebieten

tags: 64 dB(A)  
nachts: 54 dB(A)

A) ca. 15 %HA, ca. 5 %  
relevanter  
Risikoanstieg für  
IHD, ca. 4 %HSD

B) ca. 20 %HA, ca. >7 %  
relevanter  
Risikoanstieg für  
IHD, ca. 6 %HSD

Stärke

Stark

Stark

Stark



## Schienerverkehrslärm

### Empfehlung

### Stärke

Für die durchschnittliche Lärmbelastung empfiehlt die LEG stark, durch Schienenverkehr bedingte Lärmpegel auf weniger als **54 dB  $L_{den}$**  zu verringern, weil Schienenverkehrslärm oberhalb dieses Wertes mit schädlichen gesundheitlichen Auswirkungen verbunden ist.

Stark

Für die nächtliche Lärmbelastung empfiehlt die LEG stark, durch Schienenverkehr bedingte Lärmpegel auf weniger als **44 dB  $L_{night}$**  zu verringern, weil nächtlicher Schienenverkehrslärm oberhalb dieses Wertes mit negativen Auswirkungen auf den Schlaf verbunden ist.

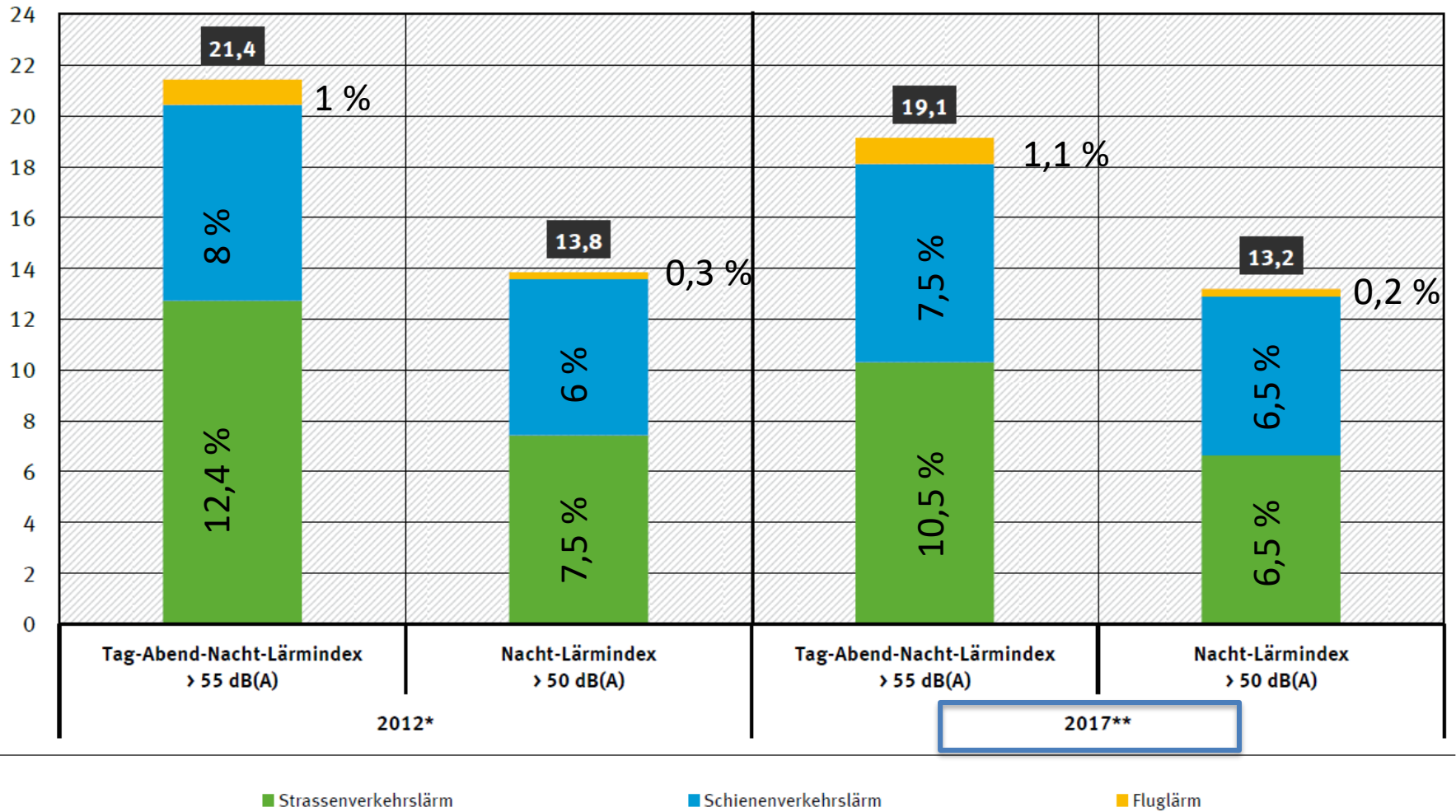
Stark

Zur Verringerung der gesundheitlichen Auswirkungen empfiehlt die LEG stark, dass die Politik geeignete Maßnahmen zur Verringerung der Lärmbelastung durch Schienenverkehr für die Bevölkerung ergreift, deren Lärmbelastung die Leitlinienwerte für die durchschnittliche und nächtliche Lärmbelastung übersteigt. Es gibt jedoch zu wenig Effizienz, um eine Art von Maßnahme gegenüber einer anderen vorzuziehen.

Stark

# Anteil der durch Verkehrslärm belasteten Bevölkerung

Prozent der Gesamtbevölkerung



\*Auswertungsstand der Lärmkartierung 2012: 29.02.2016

\*\*Auswertungsstand der Lärmkartierung 2017: 15.05.2020

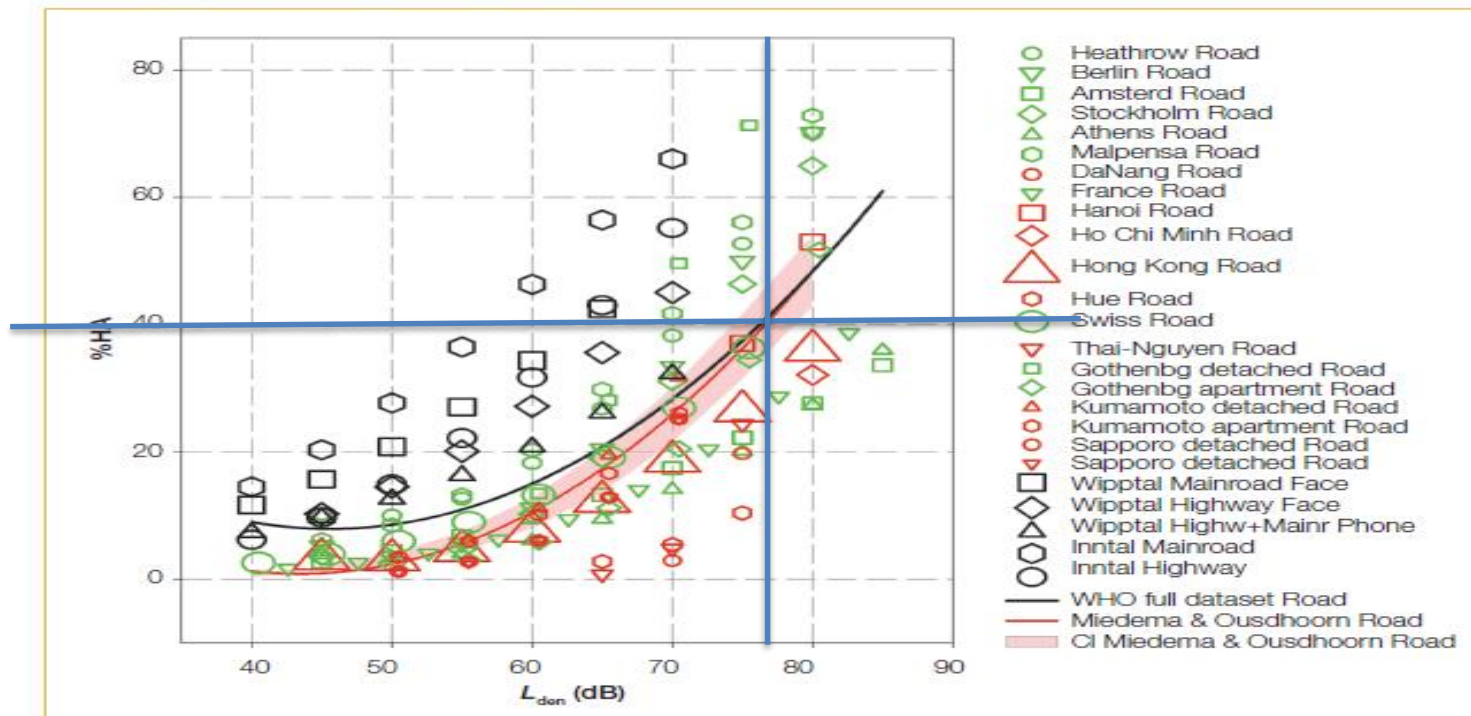
Quelle: Umweltbundesamt 2020, Daten der Lärmkartierungen 2012 und 2017, berechnet aus Mitteilungen der Bundesländer und des Eisenbahn-Bundesamtes entsprechend § 47c BImSchG, eigene Zusammenstellung



# Vergleich verschiedener Risiko- Wirkungskurven für Verkehrslärm

- Nähere Analyse der Belästigungskurven bzgl. Verkehrslärm in den WHO ENG (Straße, Flug, Schiene)

Fig. 6. Scatterplot and quadratic regression of the relationship between road traffic noise ( $L_{den}$ ) and annoyance (%HA)

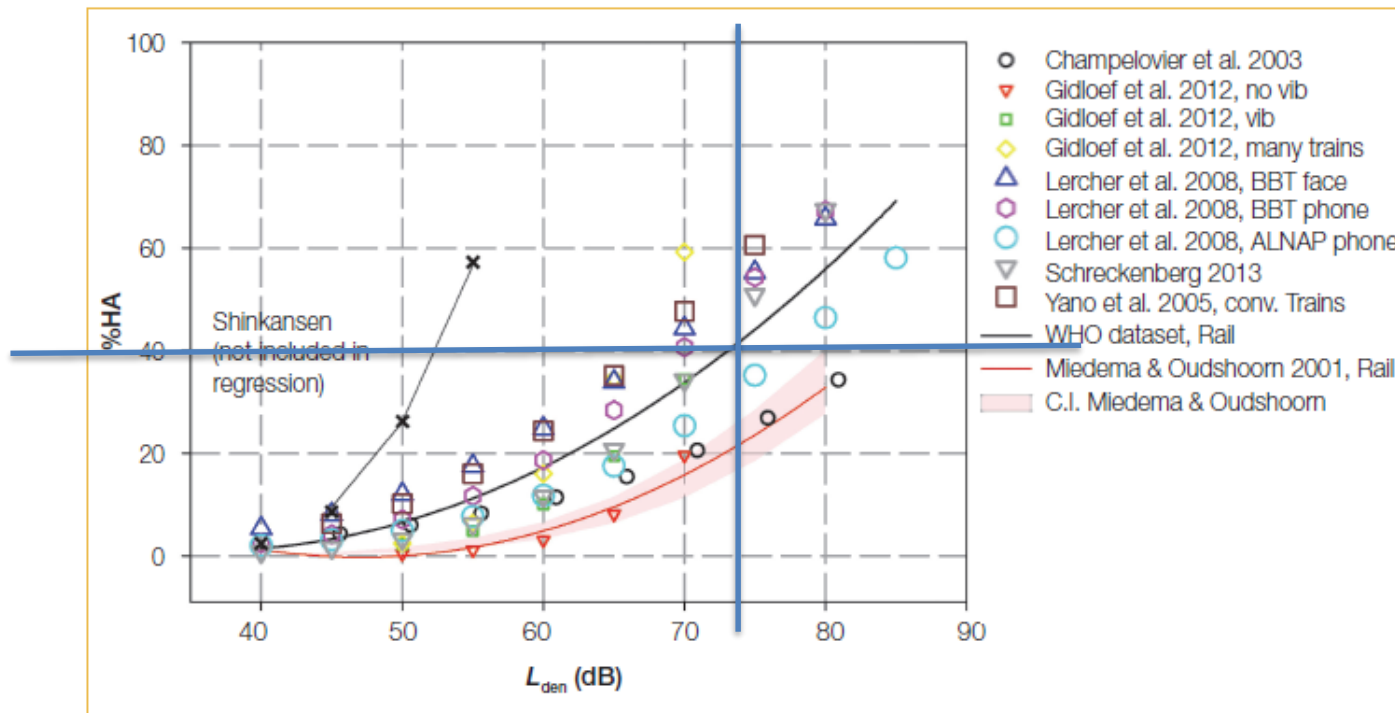


40 %HA bei ca. 77 dB(A)

# Vergleich verschiedener Risiko- Wirkungskurven für Verkehrslärm

- Nähere Analyse der Belästigungskurven bzgl. Verkehrslärm in den WHO ENG (Straße, Flug, Schiene)

Fig. 9. Scatterplot and quadratic regression of the relationship between railway noise ( $L_{den}$ ) and annoyance (%HA)

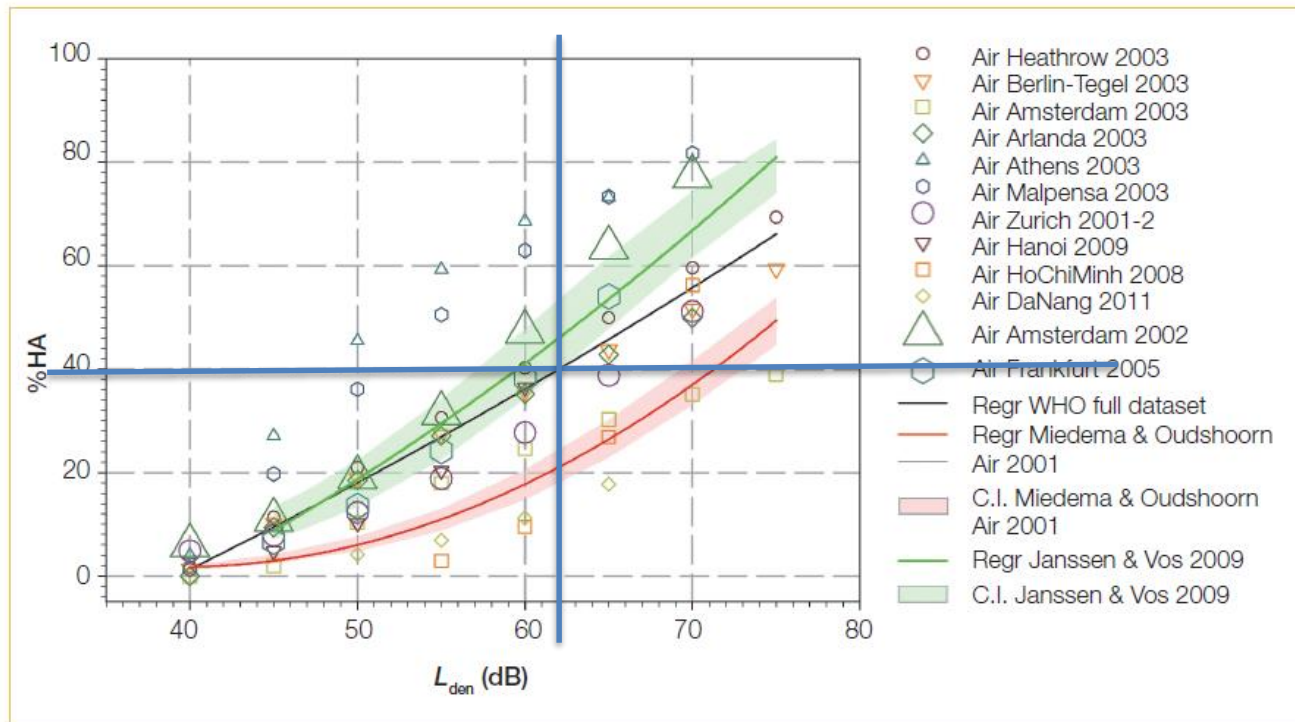


40 %HA bei ca. 74 dB(A)

# Vergleich verschiedener Risiko- Wirkungskurven für Verkehrslärm

- Nähere Analyse der Belästigungskurven bzgl. Verkehrslärm in den WHO ENG (Straße, Flug, Schiene)

Fig. 13. Scatterplot and quadratic regression of the relationship between aircraft noise ( $L_{den}$ ) and annoyance (%HA)



40 %HA bei ca. 62 dB(A)





## Empfehlung

Für die durchschnittliche Lärmbelastung empfiehlt die LEG stark, durch Flugverkehr bedingte Lärmpegel auf weniger als **45 dB  $L_{den}$**  zu verringern, weil Fluglärm oberhalb dieses Wertes mit schädlichen gesundheitlichen Auswirkungen verbunden ist.

Für die nächtliche Lärmbelastung empfiehlt die LEG stark, durch Flugverkehr bedingte Lärmpegel auf weniger als **40 dB  $L_{night}$**  zu verringern, weil nächtlicher Fluglärm oberhalb dieses Wertes mit negativen Auswirkungen auf den Schlaf verbunden ist.

Zur Verringerung der gesundheitlichen Auswirkungen empfiehlt die LEG stark, dass die Politik geeignete Maßnahmen zur Verringerung der Lärmbelastung durch Flugverkehr für die Bevölkerung ergreift, deren Lärmbelastung die Leitlinienwerte für die durchschnittliche und nächtliche Lärmbelastung übersteigt. Was konkrete Maßnahmen betrifft, empfiehlt die LEG, geeignete Veränderungen der Infrastruktur vorzunehmen.

## Stärke

Stark

Stark

Stark

→ Durchschnittlich soll Fluglärm maximal halb so laut wahrnehmbar sein wie Straße/Schiene  
→  $L_{DEN}$  von 55 dB(A) bzw.  $L_{night}$  von 50 dB(A) sind hier schlicht nicht aussagekräftig

In der Frankfurter Allgemeinen Zeitung wurde nach erscheinen der WHO ENG bzgl. untenstehender Empfehlung berichtet, dass diese in Deutschland lauter sein dürften als von den Lärmexperten gefordert und das dies zu Herz-Kreislauf Erkrankungen führen würde.



## Lärm von Windenergieanlagen

### Empfehlung

Für die durchschnittliche Lärmbelastung empfiehlt die LEG bedingt, durch Windenergieanlagen bedingte Lärmpegel auf weniger als **45 dB  $L_{den}$**  zu verringern, weil Lärm von Windenergieanlagen oberhalb dieses Wertes mit schädlichen gesundheitlichen Auswirkungen verbunden ist.

In Bezug auf die durchschnittlicher nächtliche Lärmbelastung  $L_{night}$  durch Windenergieanlagen wird keine Empfehlung abgegeben. Die Qualität der Evidenz zur nächtlichen Belastung durch Lärm von Windenergieanlagen ist zu gering, um eine Empfehlung zu gestatten.

Zur Verringerung der gesundheitlichen Auswirkungen empfiehlt die LEG bedingt, dass die Politik geeignete Maßnahmen zur Verringerung der Lärmbelastung durch Windenergieanlagen für die Bevölkerung ergreift, deren Lärmbelastung die Leitlinienwerte für die durchschnittliche Lärmbelastung übersteigt. Es ist jedoch keine Evidenz verfügbar, um die Empfehlung einer bestimmten Art von Maßnahme gegenüber einer anderen zu erleichtern.

Stärke

Bedingt

Bedingt

# Zwei Publikationen für WEA wurden betrachtet

1. Janssen et al., 2011

„*A comparison between exposure-response relationships for wind turbine annoyance and annoyance due to other noise sources*“

„...On the basis of available data from **two surveys in Sweden** (N=341, N=754) **and one survey in the Netherlands** (N=725), a relationship was derived for annoyance indoors and for annoyance outdoors at the dwelling...“  
→  $N_{\text{gesamt}} = 1820$

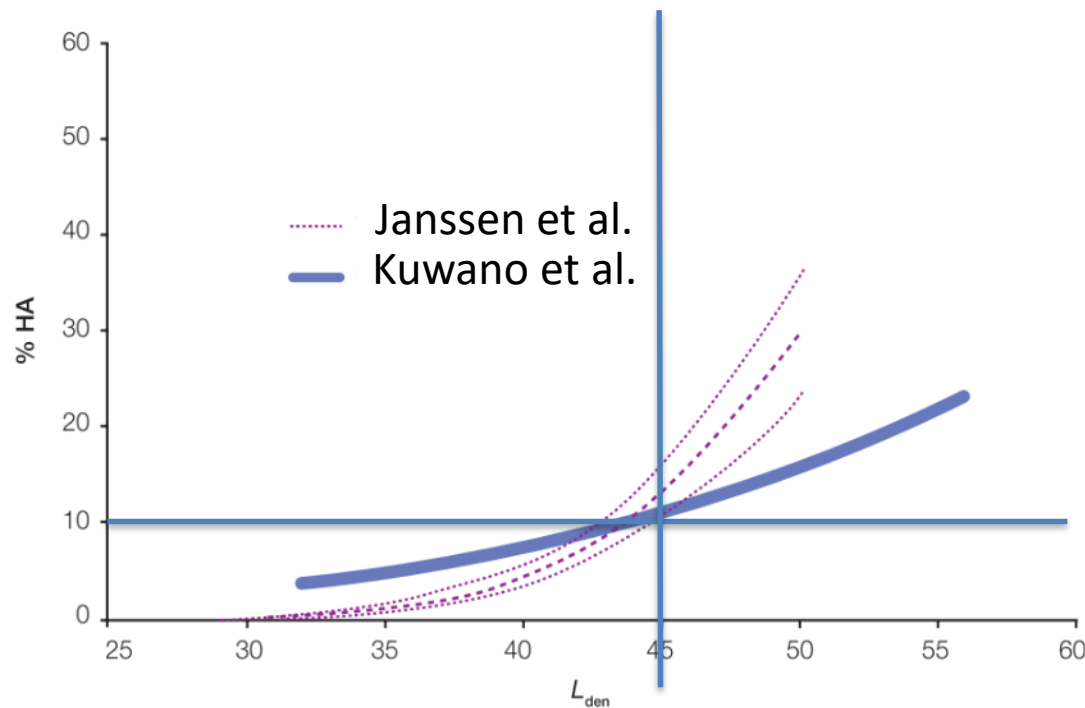
2. Kuwano et al., 2014

„*Social survey on wind turbine noise in Japan.*“

„...A social survey was conducted at 34 sites where there were wind turbine generators nearby (wind turbine sites) and at 16 sites where there was no effect of wind turbine generators (control sites) across **Japan from Hokkaido to Okinawa** Prefecture. The numbers of respondents were **747 and 332**, respectively...“ →  $N_{\text{gesamt}} = 1079$

**$N_{\text{global}} = 2899$**

# Überlagerung der Expositionswirkungskurven bzgl. des prozentualen Anteils Hochbelästigter



Aus den zwei Expositionswirkungskurven wurde von der WHO abgeleitet, dass bei **45 dB(A) 10 % hochbelästigt** (*highly annoyed* [HA]) sind → relevanter Risikoanstieg

# Wird das geforderte Schutzniveau in Deutschland regelmäßig überschritten?

- Grenze zur gesundheitlichen Beeinträchtigung in der aktuellen deutschen Rechtsprechung:
  - 70 dB(A) tags und 60 dB(A) nachts
  - **→ 45 dB(A) ist weniger**
- Aber: Sektorale Beschränkungen je nach Gebiet ist kleiner als die Grenze zur gesundheitlichen Beeinträchtigung!
- Gängige Regulierungspraktik für WEA maßgeblich nach TA Lärm:
  - Dorf und Mischgebiete nachts:  $L_o=45 \text{ dB(A)}^*$

\*entspricht ca. dem von den WHO ENG geforderten  $L_{den}$  von 45 dB(A)



# Wird das geforderte Schutzniveau in Deutschland regelmäßig überschritten?

→ Nein, das geforderte Schutzniveau der „WHO ENG“ wird in Bezug auf die Geräuschimmissionen von WEA in Deutschland durch den Nachweis der sicheren Einhaltung des Nachtrichtwerts von 45 dB(A) realisiert.

*CAVE: Diese **bedingte** Empfehlung akzeptiert 10 % hochbelästigte Personen und damit entsprechend viele Belästigte  
→ weder NOAEL, noch LOAEL*

# Neuere Befunde zu Lärmwirkungen von WEA

- [1] Poulsen et al.: Impact of Long-Term Exposure to Wind Turbine Noise on Redemption of **Sleep Medication and Antidepressants**: A Nationwide Cohort Study. (2019)
- [2] Bräuner et al.: Long-term wind turbine noise exposure and incidence of **myocardial infarction** in the Danish nurse cohort. (2018)
- [3] Poulsen et al.: Long-term exposure to wind turbine noise and redemption of **antihypertensive medication**: A nationwide cohort study. (2018)
- [4] Poulsen et al.: Pregnancy exposure to wind turbine noise and **adverse birth outcomes**: a nationwide cohort study. (2018)
- [5] Poulsen et al.: Short-term nighttime wind turbine noise and **cardiovascular events**: A nationwide case-crossover study from Denmark. (2018)
- [6] Poulsen et al.: Long-term exposure to wind turbine noise at night and risk for **diabetes**: A nationwide cohort study. (2018)
- [7] Poulsen et al.: Long-Term exposure to Wind Turbine Noise and Risk for **Myocardial Infarction and Stroke**: A Nationwide Cohort Study. (2019)
- [8] Smith et al.: A laboratory study on the effects of wind turbine noise on **sleep**: results of the polysomnographic WiTNES study (2020)

Die **dänischen Studien** [1-7] deuten leichte Effekte auf die Schlafqualität bei Fassadenschallpegeln im Bereich 32 – < 42 dB(A) bei Personen ab 65 Jahren an (Grundgesamtheit: 51 Fälle)

Die **WiTNES Laborstudie** [8] gibt Hinweise in die gleiche Richtung (Grundgesamtheit: 50 Fälle)

# Take home message

- Schall zählt zu den **Top Umweltrisiken** mit Einfluss auf die Gesundheit
- In Deutschland gibt es bzgl. **Verkehrslärm** konkret noch viel zu tun
  - Die aktuell erlaubten Pegel haben **relevante adverse Effekte**
- Die WHO gibt nur eine **bedingte Empfehlung** aufgrund des Anstiegs der „hochbelästigten“ durch hörbare WEA Geräusche
- Aus neueren Studien lässt sich keine starke Evidenz für adverse gesundheitliche Wirkungen von WEA (weder hörbarer Schall, noch Infraschall) ableiten
- Aktuelle Forschungen deuten einen gewissen negativen Effekt auf die Schlafqualität an

<b>Straßenverkehr</b>	<b>53 L<sub>den</sub></b>	<b>45 L<sub>night</sub></b>
<b>Schienerverkehr</b>	<b>54 L<sub>den</sub></b>	<b>44 L<sub>night</sub></b>
<b>Luftverkehr</b>	<b>45 L<sub>den</sub></b>	<b>40 L<sub>night</sub></b>
<i>WEA</i>	<i>45 L<sub>den</sub></i>	<i>n.a.</i>
<i>Freizeit</i>	<i>70 L<sub>aeq 24</sub></i>	<i>n.a.</i>