



*November 2025*

# AKTUALISIERUNG DER VERKEHRSLÄRMBEDINGTEN GESUNDHEITSFOLGEN IN DER SCHWEIZ

**Berechnung der DALYs**

**Nicole Engelmann, Martin Rösli**

**Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)**

# Impressum

## **Auftraggeber**

Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abteilung Lärm und NIS

## **Auftragnehmer**

Schweizerisches Tropen- und Public Health-Institut (Swiss TPH)

Kreuzstrasse 2

CH-4123 Allschwil

[www.swisstph.ch](http://www.swisstph.ch)

## **Zitiervorschlag**

Engelmann N., Rösli M.: Aktualisierung der verkehrslärmbedingten Gesundheitsfolgen in der Schweiz. 2025. Im Auftrag des BAFU.

**Hinweis:** Dieser Bericht wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

November 2025

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>INHALTSVERZEICHNIS .....</b>	<b>III</b>
<b>1. EINLEITUNG.....</b>	<b>1</b>
<b>2. METHODE.....</b>	<b>1</b>
2.1 Gesundheitsfolgen .....	1
2.2 Referenz-Szenarien und Lärm-Metrik.....	1
2.3 Input-Daten.....	2
2.3.1 Expositionsverteilung in der Schweiz.....	2
2.3.2 Bevölkerungsstatistik.....	2
2.3.3 Allgemeine Gesundheitsdaten .....	2
2.3.4 Disability weights.....	2
2.3.5 Belastungs-Wirkungs-Beziehungen.....	3
<b>3. ERGEBNISSE .....</b>	<b>3</b>
<b>4. DISKUSSION .....</b>	<b>4</b>
<b>REFERENZEN.....</b>	<b>5</b>
<b>APPENDIX A: METHODIK ZUR QUANTIFIZIERUNG DER GESUNDHEITSLAST .....</b>	<b>7</b>
A.1 Abschätzung mit relativen Risikofunktionen.....	7
A.2 Abschätzung mit absoluten Risikofunktionen.....	7
<b>APPENDIX B: ANZAHL DER VERKEHRSBEDINGTEN KRANKHEITS- UND TODESFÄLLE</b>	<b>8</b>

# 1. EINLEITUNG

Gesundheitliche Auswirkungen durch Verkehrslärm sind gut etabliert (Münzel et al., 2024; Sørensen et al., 2024). Um das Ausmass der dadurch verursachten Gesundheitslast zu quantifizieren eignen sich sogenannte Burden of Disease Abschätzungen (Stanaway et al., 2018). Dabei wird anhand der Expositionsverteilung in der Bevölkerung, der Belastungs-Wirkungs-Beziehung und allgemeinen Gesundheitsdaten die durch einen verfrühten Tod verlorenen Lebensjahre (Years of Life Lost, YLL) sowie die durch gesundheitliche Einschränkungen verlorenen Lebensjahre (Years of Life lived with disability/disease, YLD) berechnet werden. Die Summe der beiden Grösse ergibt dann die krankheitsbereinigten verlorenen Lebensjahre bzw. Disability Adjusted Life Years (DALY).

In diesem Bericht wurde die verkehrslärmbedingten Gesundheitslast für die gesamte Schweiz anhand von DALYs quantifiziert. Hierbei wurde die Exposition von Strassen-, Bahn- und Flugverkehr berücksichtigt.

## 2. METHODE

Die Berechnungen zur Quantifizierung der verkehrslärmbedingten Gesundheitslast basieren einerseits auf der Standardmethode der attributablen Fälle (Engelmann et al., 2023) mit relativen Risiken und andererseits auf absoluten Risikofunktionen. Beide Methoden sind in Appendix A: erläutert. Die Berechnungen wurden mit dem R-package *healthiar* vom EU Projekt Best-Cost durchgeführt (BEST-COST, 2025; Castro and Luyten, 2025a, 2025b).

### 2.1 Gesundheitsfolgen

Für die Quantifizierung der verkehrslärmbedingten Gesundheitslast wurden folgende Gesundheitsfolgen gewählt: Lärmbelästigung, Schlafstörungen, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Diabetes, Depression, Demenz und alle natürlichen Todesursachen bei Erwachsenen sowie Verhaltensprobleme und Leseschwäche bei Kindern.

### 2.2 Referenz-Szenarien und Lärm-Metrik

Die Gesundheitslast wurde basierend auf zwei unterschiedlichen Effektschwellen ermittelt. Die untere Effektschwelle beschreibt den Schwellenwert des Expositionslevels ab welchem Gesundheitsfolgen zu erwarten sind.

1. Best-Guess-Szenario: Die untere Effektschwelle liegt bei  $L_{den} = 45$  dB (bzw.  $L_{night} = 40$ ) für alle drei Verkehrsarten. Diese Werte wurden in einem Übersichtsbericht der europäischen Umweltagentur als wahrscheinlichste untere Effektschwelle für verkehrslärmbedingte Gesundheitsfolgen deklariert (Engelmann et al., 2023). Die Werte sind auch kompatibel mit den Expositions-Wirkungskurven für starke Lärmbelästigung (Fenech et al., 2022) und starke Schlafstörungen (Smith et al., 2022).
2. WHO-Szenario: Die untere Effektschwelle wurde gemäss den Richtlinien für Umweltlärm der WHO Europa festgelegt und liegt bei  $L_{den} = 53$  dB (bzw.  $L_{night} = 45$ ) für Strassenlärm,  $L_{den} = 54$  dB (bzw.  $L_{night} = 44$ ) für Bahnlärm und  $L_{den} = 45$  dB (bzw.  $L_{night} = 40$ ) für Fluglärm (WHO Europe, 2018).

Die Lärm-Metrik  $L_{\text{night}}$  wurde einzig für Schlafstörungen genutzt, während für alle anderen Gesundheitsfolgen  $L_{\text{den}}$  verwendet wurde.

## 2.3 Input-Daten

### 2.3.1 Expositionsverteilung in der Schweiz

Die Lärmbelastungsdaten wurden vom BAFU bereitgestellt und repräsentieren die Expositionsverteilung der gesamten Schweiz im Jahr 2021 für Strassen- und Bahnlärm und im Jahr 2019 für Fluglärm. Die Expositionsdaten beschreiben die Anzahl Exponierte ab  $L_{\text{den}} = 45$  dB (bzw.  $L_{\text{night}} = 40$ ) in 1-dB-Kategorien. Personen mit modellierten Lärmpegeln unter diesen Werten gelten als nicht exponiert.

### 2.3.2 Bevölkerungsstatistik

Die Bevölkerungsstatistik für die Schweiz stammt aus EUROSTAT (Eurostat, 2023) und beschreibt die Altersverteilung der Bevölkerung für das Jahr 2021. Für Gesundheitsfolgen in Kindern wurde die Altersgruppe 6 bis 17 Jahre gewählt und für Gesundheitsfolgen in Erwachsene die Altersgruppe 18+ Jahre. Eine Ausnahme stellt Demenz dar. Da diese in der Regel erst später auftritt, wird hierfür die Altersgruppe 55+ Jahre gewählt. Es wird angenommen, dass die Lärmverteilung in diesen Altersgruppen analog zur Gesamtbevölkerung ist, entsprechend dem Vorliegen der Lärmexpositionsdaten.

### 2.3.3 Allgemeine Gesundheitsdaten

Für Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Diabetes, Depression, Demenz, Verhaltensprobleme und alle natürlichen Todesursachen werden altersspezifische Gesundheitsdaten (YLD- und Inzidenzraten bzw. YLL- und Todesraten) für das Jahr 2021 genutzt, welche vom Global Burden of Disease (IHME, 2023) stammen. Dabei werden die Bezeichnungen "Cardiovascular diseases", "Diabetes mellitus type 2", "Depressive disorders" und "Alzheimer's disease and other dementias" verwendet. Des Weiteren werden die Summe der beiden Entitäten "Conduct disorder" und "Attention-deficit/hyperactivity disorder" für Verhaltensprobleme bei Kindern verwendet. Um die Gesundheitsraten für alle natürlichen Todesursachen zu erhalten, werden die Raten für "Injuries" von den entsprechenden Raten für "All causes" subtrahiert. Für Gesundheitsfolgen bei Erwachsenen, wird die Bevölkerung ab der Altersgruppe  $\geq 20$  Jahre berücksichtigt inklusive einer Interpolation für die 18- bis 19-Jährigen anhand der Daten der Altersklasse der 15-19-Jährigen. Für Demenz werden die Daten der über 55 Jährigen berücksichtigt. Für Verhaltensprobleme in Kindern werden die Raten für 5- bis 9-Jährige, 10- bis 14-Jährige und 15- bis 19-Jährige gewählt und auf die Altersgruppe der 6 bis 17-Jährigen interpoliert.

### 2.3.4 Disability weights

Für Lärmbelästigung, Schlafstörungen und Leseschwäche existieren keine Gesundheitsdaten im Burden of Disease (IHME, 2023). Für diese Gesundheitsfolgen wird die Prävalenz direkt aus den Belastungs-Wirkungs-Beziehungen ermittelt und die YLDs durch die Multiplikation der Prävalenzfälle, die auf Lärmbelastung zurückzuführen sind, mit den disability weights (DWs). Die DWs, welche in Tabelle 1 zu finden sind, stammen aus dem Update zu DWs für lärmbedingte Gesundheitsfolgen in Europa (Charalampous et al., 2024; WHO Europe, 2024),

Tabelle 1: Für die Berechnung verwendete Disability Weights.

Gesundheitsfolge	Bezeichnung der Gesundheitsfolgen im Update	Disability weight
Lärmbelästigung	Annoyance: severe	0.011 (0.006, 0.016)
Schlafstörungen	Sleep disturbance with environmental noise as the source	0.010 (0.006, 0.015)
Leseschwäche	Cognitive impairments: mild	0.013 (0.008, 0.019)

### 2.3.5 Belastungs-Wirkungs-Beziehungen

Die Herleitung der Belastungs-Wirkungs-Beziehungen für alle betrachteten Gesundheitsfolgen ist in Engelmann et al (2023) beschrieben und in Tabelle 2 dargestellt. Zum Berechnen der Gesundheitslast für alle drei Lärmquellen werden die aus den drei Verkehrsarten gemeinsam abgeleiteten relativen Risiken genutzt. Man beachte, dass die auf relativen Risiken basierenden Expositions-Wirkungsbeziehungen, jeweils für die Exposition gegenüber Luftschadstoffen korrigiert wurden.

Tabelle 2: Belastungs-Wirkungs-Beziehungen zur Quantifizierung der Gesundheitslast

Gesundheitsfolge	Lärmquelle	Belastungs-Wirkungs-Beziehungen	Referenz
Lärmbelästigung	Strasse	$%HA = 57.256 - 2.5731 * c + 0.0312 * c^2$	Fenech et al. (2022)
	Bahn	$%HA = 39.216 - 2.1835 * c + 0.0311 * c^2$	Fenech et al. (2022)
	Flug	$%HA = -50.9693 + 1.0168 * c + 0.0072 * c^2$	Guski et al. (2017)
Schlafstörungen	Strasse	$%HSD = 31.18323 - 1.47351 * c + 0.01851 * c^2$	Smith et al. (2022)
	Bahn	$%HSD = 63.56140 - 3.00711 * c + 0.03717 * c^2$	Smith et al. (2022)
	Flug	$%HSD = 17.07421 - 1.12624 * c + 0.02502 * c^2$	Smith et al. (2022)
Leseschwäche	Strasse, Bahn, Flug	$1 / (1 + \exp(-(\ln(0.1/0.9) + (\ln(1.38)/10 \cdot (c-50))))$ if $c \geq 50\text{dB}$ and $0.1$ if $c < 50\text{dB}$	Clark et al. (2006) and van Kempen (2008)
Herz-Kreislauf-Erkrankungen	Strasse, Bahn, Flug	RR=1.021 (1.006, 1.036)	Engelmann et al. (2023)
Diabetes	Strasse, Bahn, Flug	RR=1.042 (1.022, 1.062)	Engelmann et al. (2023)
Depression	Strasse, Bahn, Flug	RR=1.054 (0.999, 1.112)	Engelmann et al. (2025)
Demenz	Strasse, Bahn, Flug	RR=1.040 (1.008, 1.072)	Engelmann et al. (2025)
Verhaltensprobleme	Strasse, Bahn, Flug	RR=1.089 (1.032, 1.148)	Engelmann et al. (2024)
Alle natürlichen Todesursachen	Strasse, Bahn, Flug	RR=1.041 (1.014, 1.069)	Engelmann et al. (2023)

## 3. ERGEBNISSE

Die Berechnungen der durch Verkehrslärm bedingten Gesundheitslast ergeben für das WHO-Szenario insgesamt 31'347 DALYs. Davon können mit 74% die meisten DALYs (23'317) dem Strassenverkehr zugeordnet werden. Unter den Gesundheitsfolgen sind die meisten DALYs (55%, 17'241 DALYs) wegen natürlichen Todesursachen. Am zweitmeisten DALYs sind der Lärmbelästigung mit 27% (8'396 DALYs) zuzuschreiben, gefolgt von den Schlafstörungen mit 7% (2'069 DALYs). Eine Zusammenfassung aller durch gesundheitliche Einschränkungen und einen verfrühten Tod verlorenen Lebensjahre (YLD und YLL) ist für alle Verkehrsarten und Gesundheitsfolgen basierend auf dem WHO-Szenario in Tabelle 3 dargestellt. Tabelle B1 in Appendix B: zeigt die zugehörigen Anzahl Krankheits- und Todesfälle.

Für das Best-Guess-Szenario mit einer Effektschwelle von  $L_{den}=45$  dB (bzw.  $L_{night}=40$  dB) ergibt sich die doppelte Anzahl an DALYs mit 63'901 DALYs, die dem Verkehrslärm zugeordnet werden können. Auch hier spielt der Strassenverkehr mit 51'225 DALYs (80% der gesamten DALYs) die grösste Rolle. Wiederum ist der grösste Anteil der DALYs auf Todesfälle zurückzuführen (66% bzw. 42'387 DALYs). Lärmbelästigung mit 16% (10'450 DALYs) und Depressionen mit 7% (4'319 DALYs) sind die nächstgrössten Beiträge. Eine Zusammenfassung aller durch gesundheitliche Einschränkungen und einen verfrühten Tod verlorenen Lebensjahre (YLD und YLL) ist für alle

Verkehrsarten und Gesundheitsfolgen basierend auf dem Best-Guess-Szenario in Tabelle 4 dargestellt. Des Weiteren zeigt Tabelle B2 in Appendix B: die zugehörigen Anzahl Krankheits- und Todesfälle.

Tabelle 3: Resultierende DALYs für das WHO-Szenario.

	Gesundheitsfolge	Strassenlärm	Bahnlärm	Fluglärm	Gesamt
YLD	Lärmbelästigung	5'937	874	1'585	8'396
	Schlafstörungen	1'248	379	442	2'069
	Herz-Kreislauf-Erkrankungen	324	33	63	420
	Diabetes	486	50	94	630
	Depression	1'359	139	265	1'763
	Demenz	334	34	65	433
	Verhaltensprobleme	113	13	21	147
	Leseschwäche	213	24	11	248
YLL	Alle natürlichen Todesursachen	13'303	1'355	2'583	17'241
<b>DALYs</b>	<b>YLD + YLL</b>	<b>23'317</b>	<b>2'901</b>	<b>5'129</b>	<b>31'347</b>

Tabelle 4: Resultierende DALYs für das Best-Guess-Szenario

	Gesundheitsfolge	Strassenlärm	Bahnlärm	Fluglärm	Gesamt
YLD	Lärmbelästigung	7'529	1'336	1'585	10'450
	Schlafstörungen	1'581	453	442	2'476
	Herz-Kreislauf-Erkrankungen	859	116	63	1'038
	Diabetes	1'280	175	94	1'549
	Depression	3'563	491	265	4'319
	Demenz	879	120	65	1'064
	Verhaltensprobleme	296	42	21	359
	Leseschwäche	221	27	11	259
YLL	Alle natürlichen Todesursachen	35'017	4'787	2'583	42'387
<b>DALYs</b>	<b>YLD + YLL</b>	<b>51'225</b>	<b>7'547</b>	<b>5'129</b>	<b>63'901</b>

## 4. DISKUSSION

Lärmbedingte Krankheiten und Todesfälle lassen sich nicht diagnostizieren. Es handelt sich bei den präsentierten Resultaten um Abschätzungen gemäss dem heutigen Kenntnisstand. Die Abschätzungen repräsentieren die beobachteten statistischen Zusammenhänge, sind aber mit erheblichen Unsicherheiten verbunden. Entsprechend wird empfohlen, bei der Kommunikation nur gerundete Zahlen zu verwenden. Es ist zu beachten, dass es sich um multifaktorielle Krankheitsgeschehen handelt, und Lärm nicht die einzige Krankheits- bzw. Todesursache ist. Insofern ist die korrekte Begrifflichkeit «von Verkehrslärm mitverursacht».

## REFERENZEN

BEST-COST, 2025, 'BEST-COST R Package "healthiar" is now public!' (<https://best-cost.eu/best-cost-r-package-healthiar-is-now-public/>) accessed 26 November 2025.

Castro, A. and Luyten, A., 2025a, healthiar: Quantify and Monetize the Burden of Disease Attributable to Exposure, (<https://CRAN.R-project.org/package=healthiar>) accessed 26 November 2025.

Castro, A. and Luyten, A., 2025b, 'WELCOME TO healthiar' (<https://swisstph.github.io/healthiar/>) accessed 26 November 2025.

Charalampous, P., et al., 2024, 'Disability weights for environmental noise-related health states: results of a disability weights measurement study in Europe', *BMJ Public Health* 2(1) (DOI: 10.1136/bmjph-2023-000470).

Clark, C., et al., 2006, 'Exposure-Effect Relations between Aircraft and Road Traffic Noise Exposure at School and Reading Comprehension: The RANCH Project', *American Journal of Epidemiology* 163(1), pp. 27-37 (DOI: 10.1093/aje/kwj001).

Engelmann, N., et al., 2023, *Environmental noise health risk assessment: methodology for assessing health risks using data reported under the Environmental Noise Directive*, EIONET Report No ETC/HE 2023/11 Version 3, European Topic Centre on Human Health and the Environment (<https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-he/products/etc-he-products/etc-he-reports/etc-he-report-2023-11-environmental-noise-health-risk-assessment-methodology-for-assessing-health-risks-using-data-reported-under-the-environmental-noise-directive>).

Engelmann, N., et al., 2024, *Health effects of transportation noise for children and adolescents: an umbrella review and burden of disease estimation*, EIONET Report No ETC/HE 2024/11, European Topic Centre on Human Health and the Environment (<https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-he/products/etc-he-products/etc-he-reports/etc-he-report-2024-11-health-effects-of-transportation-noise-for-children-and-adolescents-an-umbrella-review-and-burden-of-disease-estimation>).

Engelmann, N., et al., 2025, Transportation noise in relation to depression and dementia: A burden of disease study for Europe, Submitted Manuscript.

Eurostat, 2023, 'Population on 1 January by age and sex' ([https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/demo\\_pjan\\_\\_custom\\_8056910/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/demo_pjan__custom_8056910/default/table?lang=en)).

Fenech, B., et al., 2022, 'An update to the WHO 2018 Environmental Noise Guidelines exposure response relationships for annoyance from road and railway noise', conference paper presented at: Inter-Noise 2022, Glasgow, UK, August 2022.

Guski, R., et al., 2017, 'WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Annoyance', *International Journal of Environmental Research and Public Health* 14(12), p. 1539 (DOI: 10.3390/ijerph14121539).

IHME, 2023, '2019 GBD Results', Institute for Health Metrics and Evaluation (<https://vizhub.healthdata.org/gbd-results>).

Münzel, T., et al., 2024, 'Transportation Noise Pollution and Cardiovascular Health', *Circulation Research* 134(9), pp. 1113-1135 (DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.123.323584).

Smith, M. G., et al., 2022, 'Environmental Noise and Effects on Sleep: An Update to the WHO Systematic Review and Meta-Analysis', *Environmental Health Perspectives* 130(7), p. 076001 (DOI: 10.1289/EHP10197).

Sørensen, M., et al., 2024, 'Health position paper and redox perspectives - Disease burden by transportation noise', *Redox Biology* 69, p. 102995 (DOI: 10.1016/j.redox.2023.102995).

Stanaway, J. D., et al., 2018, 'Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017', *The Lancet* 392(10159), pp. 1923-1994 (DOI: 10.1016/S0140-6736(18)32225-6).

Van Kempen, E., 2008, Transportation noise exposure and children's health and cognition, PhD thesis Utrecht University (<https://dspace.library.uu.nl/handle/1874/25891>), Utrecht.

WHO Europe, (World Health Organization Europe), 2018, *Environmental noise guidelines for the European Region*, World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen ([http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0008/383921/noise-guidelines-eng.pdf?ua=1](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/383921/noise-guidelines-eng.pdf?ua=1)).

WHO Europe, (World Health Organization Europe), 2024, *Disability weights for noise-related health states in the WHO European Region*, World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen (<https://www.who.int/europe/publications/i/item/WHO-EURO-2024-9196-48968-72969>).

# Appendix A: Methodik zur Quantifizierung der Gesundheitslast

## A.1 Abschätzung mit relativen Risikofunktionen

**Angewendet für alle natürlichen Todesursachen, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Diabetes, Depression, Demenz, Verhaltensprobleme**

Die durch gesundheitliche Einschränkungen verlorenen Lebensjahre (YLD) wurden für jede Verkehrsart und jede Gesundheitsfolge separat berechnet und die durch einen verfrühten Tod verlorenen Lebensjahre (YLL) mittels einer Todesrate für alle natürlichen Todesursachen zusammen. Hierzu wurden die Population Attributable Fraction (*PAF*), die Erkrankungsrate (*DR*), der Altersanteil (*f<sub>age</sub>*) und die Gesamtbevölkerung (*n<sub>total</sub>*) miteinander multipliziert:

$$YLD = PAF * DR * f_{age} * n_{total}$$

Je nachdem, was die Erkrankungsrate repräsentiert (Inzidenz, Prävalenz, Todesfälle, YLD, YLL) ergibt die Formel die entsprechende Einheit. Die *PAF* wiederum wird aus dem Anteil der exponierten Personen pro Lärmkategorie (*p<sub>i</sub>*) und dem lärmkategorie-spezifischen relativen Risiko (*RR<sub>i</sub>*) bestimmt:

$$PAF = \frac{\sum_{i=min}^{max} p_i * (RR_i - 1)}{1 + \sum_{i=min}^{max} p_i * (RR_i - 1)}$$

Das relative Risiko in Lärmkategorie *i* (*RR<sub>i</sub>*), wird aus dem relativen Risiko pro 10 dB (*RR<sub>per10dB</sub>*) wie folgt abgeleitet:

$$RR_i = \exp\left(\frac{\ln(RR_{per10dB})}{10} * (M_i - ET)\right)$$

Wobei *M<sub>i</sub>* dem dB-Mittelpunkt in Lärmkategorie *i* entspricht und *ET* der unteren Effektschwelle.

## A.2 Abschätzung mit absoluten Risikofunktionen

**Angewendet für Lärmbelästigung, Schlafstörungen, Leseschwäche**

Die durch gesundheitliche Einschränkungen verlorenen Lebensjahre (YLD) wurden für jede Verkehrsart und jede Gesundheitsfolge separat berechnet. Hierfür wurden die Krankheitsfälle, die auf Verkehrslärm zurückzuführen sind (*n*), mit den entsprechenden disability weights (*dw*) multipliziert:

$$YLD = n * dw$$

Die Anzahl der Fälle (*n*), die auf Verkehrslärm zurückzuführen sind, wurden wiederum mittels der Expositionsdaten, Bevölkerungsstatistik und der Belastungs-Wirkungs-Beziehungen ermittelt:

$$n = \sum_{i=min}^{max} n_i * f_{age} * ERF(i)$$

mit der Anzahl der Einwohner in Lärmkategorie *i* (*n<sub>i</sub>*), dem Anteil der Bevölkerung in der betrachteten Altersgruppe (*f<sub>age</sub>*) und der Belastungs-Wirkungs-Beziehungen für Lärmkategorie *i* (*ERF(i)*).

## Appendix B: Anzahl der verkehrsbedingten Krankheits- und Todesfälle

*Tabelle B1: Resultierende Krankheits- und Todesfälle für das WHO-Szenario*

Gesundheitsfolge	Strassenlärm	Bahnlärm	Fluglärm	Gesamt
Lärmbelästigung	539'702	79'497	144'058	<b>763'257</b>
Schlafstörungen	124'788	37'874	44'174	<b>206'836</b>
Herz-Kreislauf-Erkrankungen	558	57	108	<b>723</b>
Diabetes	253	26	49	<b>328</b>
Depression	11'869	1'213	2'312	<b>15'394</b>
Demenz	283	29	55	<b>367</b>
Verhaltensprobleme	1'433	149	281	<b>1'863</b>
Leseschwäche	16'354	1'876	814	<b>19'044</b>
Alle natürlichen Todesursachen	872	89	169	<b>1'130</b>

*Tabelle B2: Resultierende Krankheits- und Todesfälle für das Best-Guess-Szenario*

Gesundheitsfolge	Strassenlärm	Bahnlärm	Fluglärm	Gesamt
Lärmbelästigung	684'472	121'471	144'058	<b>950'001</b>
Schlafstörungen	158'118	45'290	44'174	<b>247'582</b>
Herz-Kreislauf-Erkrankungen	1'479	199	108	<b>1'786</b>
Diabetes	666	91	49	<b>806</b>
Depression	31'118	4'292	2'312	<b>37'722</b>
Demenz	745	102	55	<b>902</b>
Verhaltensprobleme	3'715	525	281	<b>4'521</b>
Leseschwäche	16'997	2'054	814	<b>19'865</b>
Alle natürlichen Todesursachen	2'296	314	169	<b>2'779</b>