

Für Mensch & Umwelt

Umwelt 
Bundesamt

Dr. Myriam Tobollik für das UKAGEP-Team

Das Disability-Adjusted Life Year (DALY)-Konzept und umweltbedingte Krankheitslasten

7. Juni 2022

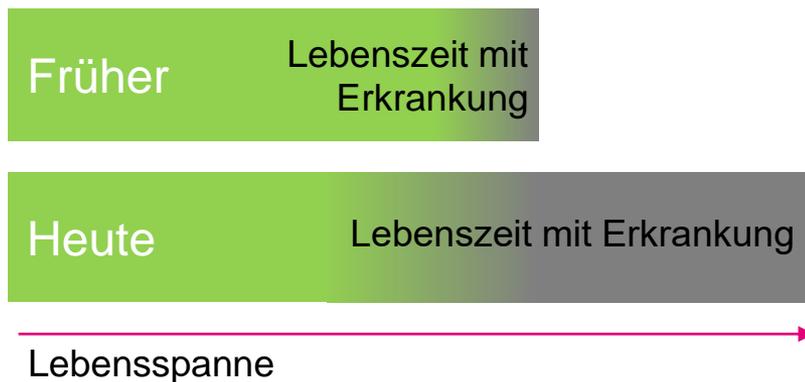
Kolloquium zu Naturschutz, Umwelt und Geologie in Hessen

Wie kann der Gesundheitszustand von Bevölkerungen dargestellt werden?

Häufig genutzte Maßeinheit: **Mortalität** (z.B. Todesfälle, Mortalitätsrate)

- Kindersterblichkeit (< 5 Jahre) ein zentrales Maß
- Angaben zur Mortalität häufig einfacher verfügbar

Krankheitspanorama im Wandel (epidemiologisch, demographisch)

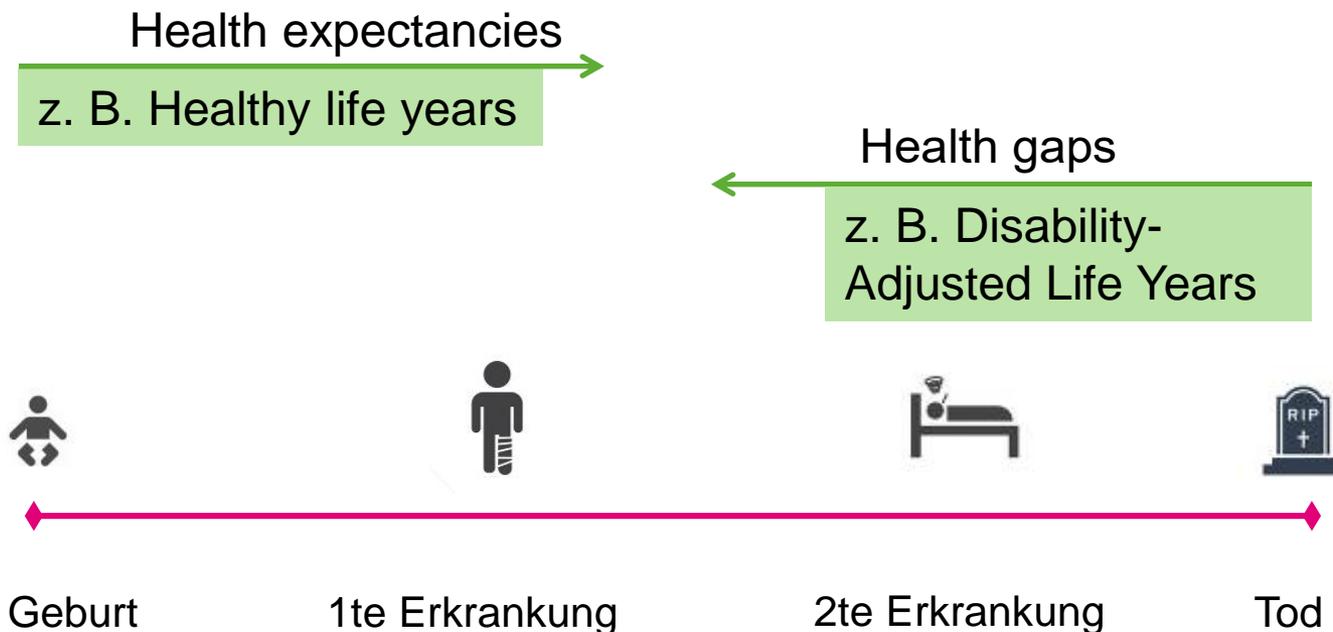


Summary Measures of Population Health (SMPH)

→ Kombination von Mortalität und Morbidität in einer Maßzahl

Modifiziert nach Briggs (2003)

Summary Measures of Population Health (SMPH)



Gesundheit wird dargestellt anhand von Lebenszeit bzw. Jahren

Disability-Adjusted Life Years - DALYs

- SMPH der Global Burden of Disease (BoD)-Studie
- Maßeinheit: verlorene gesunde Lebensjahre
- Entwicklung: 1990er Jahre (Weltgesundheitsorganisation, Weltbank, Harvard School of Public Health)
- Aktuell: Veröffentlichung der Global Burden of Disease-Studie 2019 (Institute of Health Metrics and Evaluation)

Zielsetzung:

- Globale und umfassende Erfassung des Gesundheitszustands
→ Aktuelle Angaben und Entwicklungen
- Erfolge von Maßnahmen und Handlungsbedarfe identifizieren
- Argumentationsgrundlagen für Interventions- und Präventionsmaßnahmen
- Bevölkerungsgesundheit verbessern → kein Maß individueller Gesundheit

DALY-Formel

$$\text{Years of Life Lost due to premature mortality (YLL)} + \text{Years Lived with Disability (YLD)} = \text{Disability-Adjusted Life Year (DALY)}$$

Anzahl der Todesfälle *
Lebenserwartung zum
Zeitpunkt des Todes

+

Anzahl der inzidenten Fälle
* Dauer
* *Disability Weight*

GBD 1990

=

Ein DALY entspricht
einem verlorenen
gesunden Lebensjahr

Anzahl der prävalenten Fälle
* *Disability Weight*

GBD 2010

6 weibliche Todesfälle
im Alter von 60 Jahren:
 $6 * 25,4 = 152,4$ YLL

Disability Weights

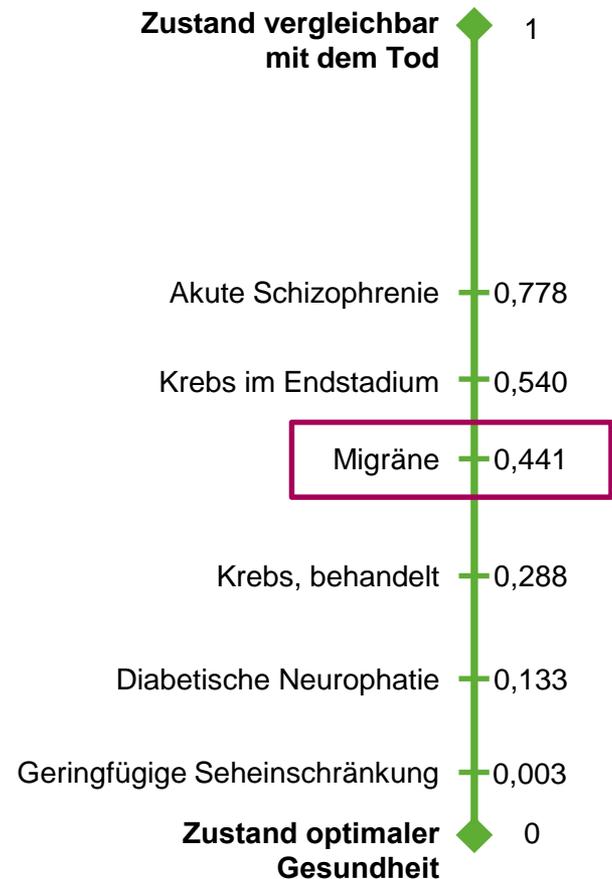
- Gewichtungsfaktor für den Schweregrad von Erkrankungen
- Skala von 0 (Zustand optimaler Gesundheit) bis 1 (Zustand vergleichbar mit dem Tod)

Beispiel:

8 Personen mit Migräne

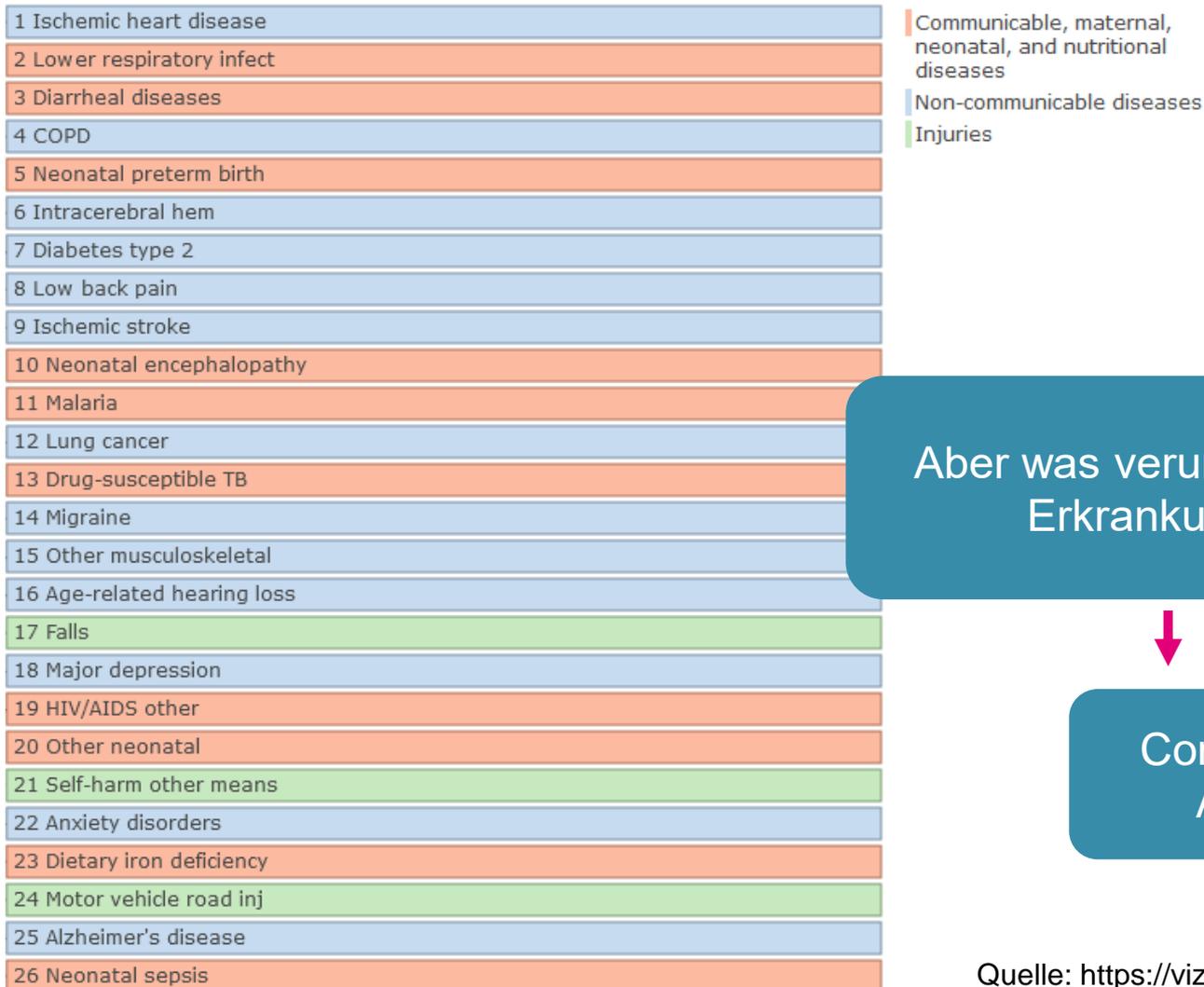
Disability Weight von 0,441

$8 * 0,441 \approx 3,5$ verlorene Lebensjahre



Disability Weights aus Salomon et al. (2015)

Erkrankungen mit der größten globalen Krankheitslast in DALYs, 2019



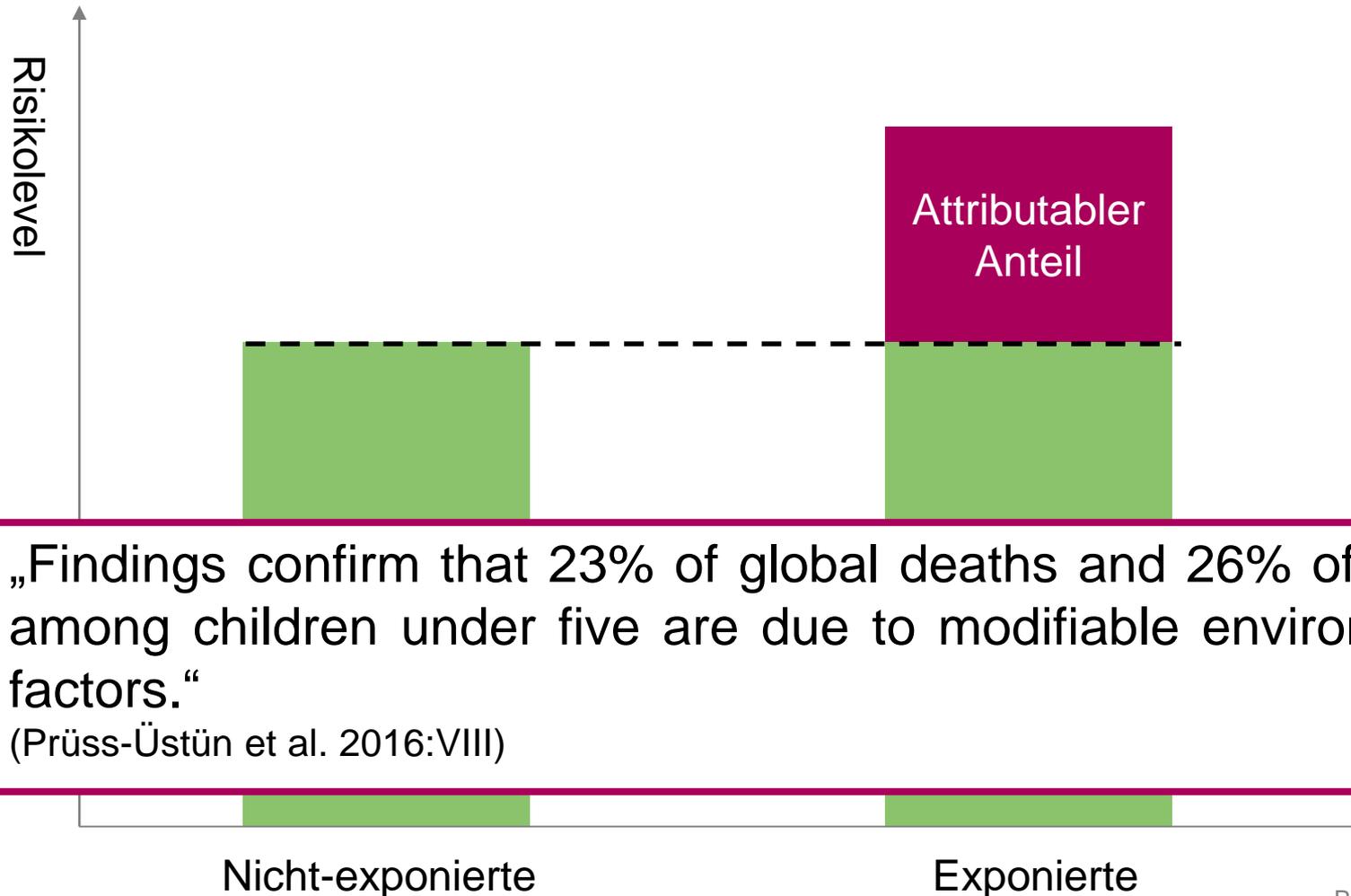
Aber was verursacht diese Erkrankungen?



Comparative Risk Assessment

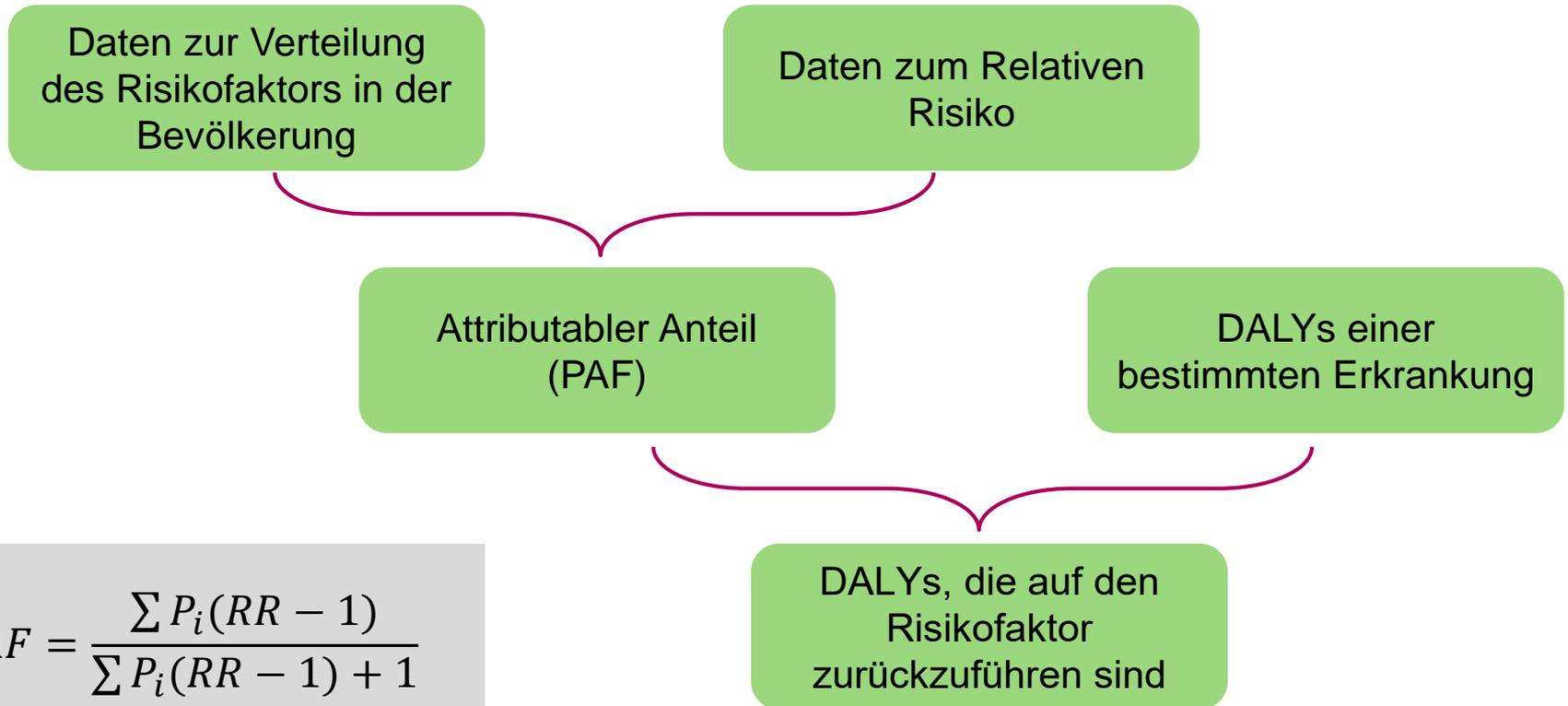
Quelle: <https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/>

Wie hoch ist der Anteil, den Umweltrisikofaktoren an der Krankheitslast haben?



„Findings confirm that 23% of global deaths and 26% of deaths among children under five are due to modifiable environmental factors.“
(Prüss-Üstün et al. 2016:VIII)

Berechnung der umweltbedingten Krankheitslast- Environmental Burden of Disease (EBD)



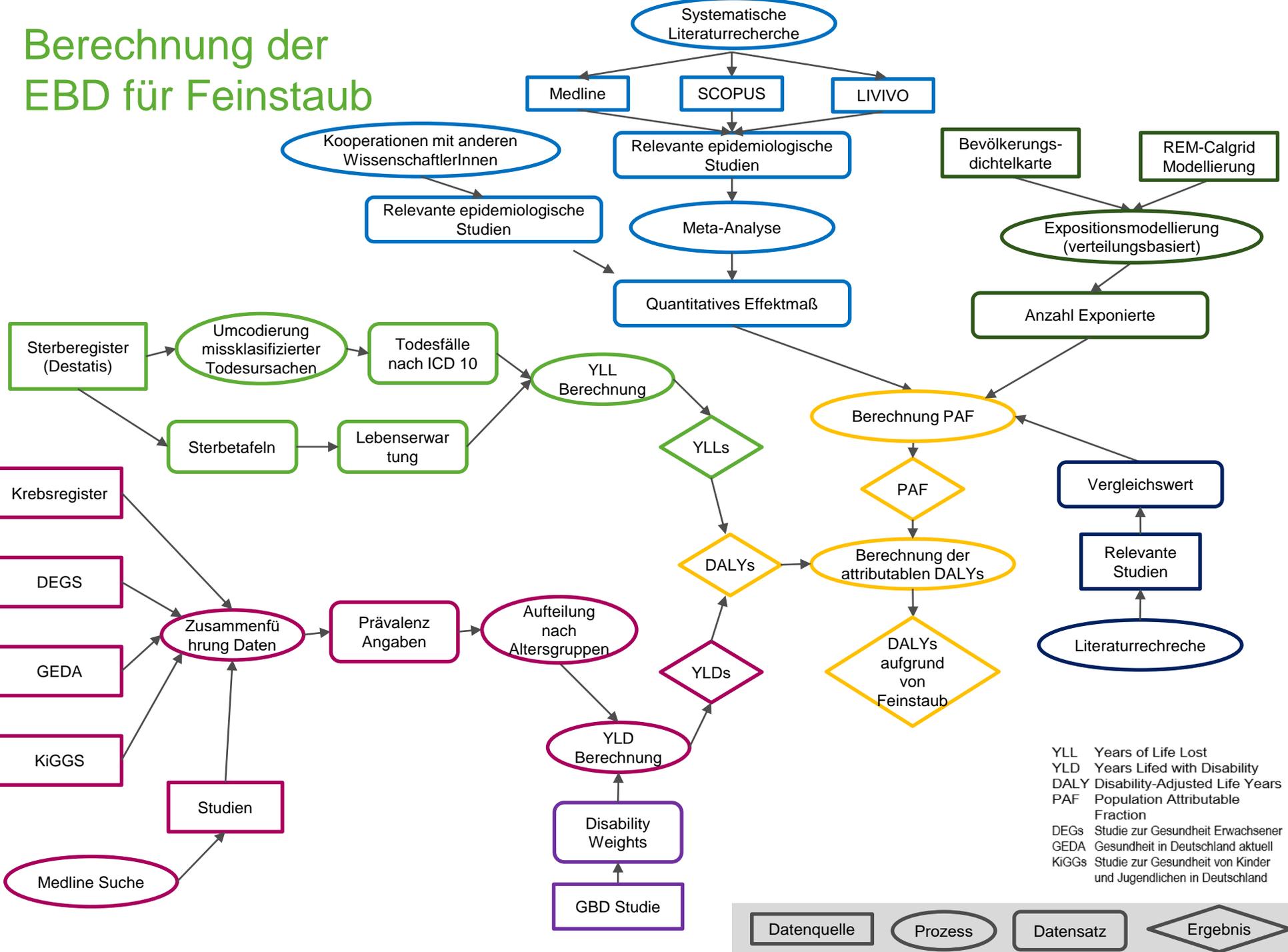
$$PAF = \frac{\sum P_i(RR - 1)}{\sum P_i(RR - 1) + 1}$$

PAF = Population Attributable Fraction

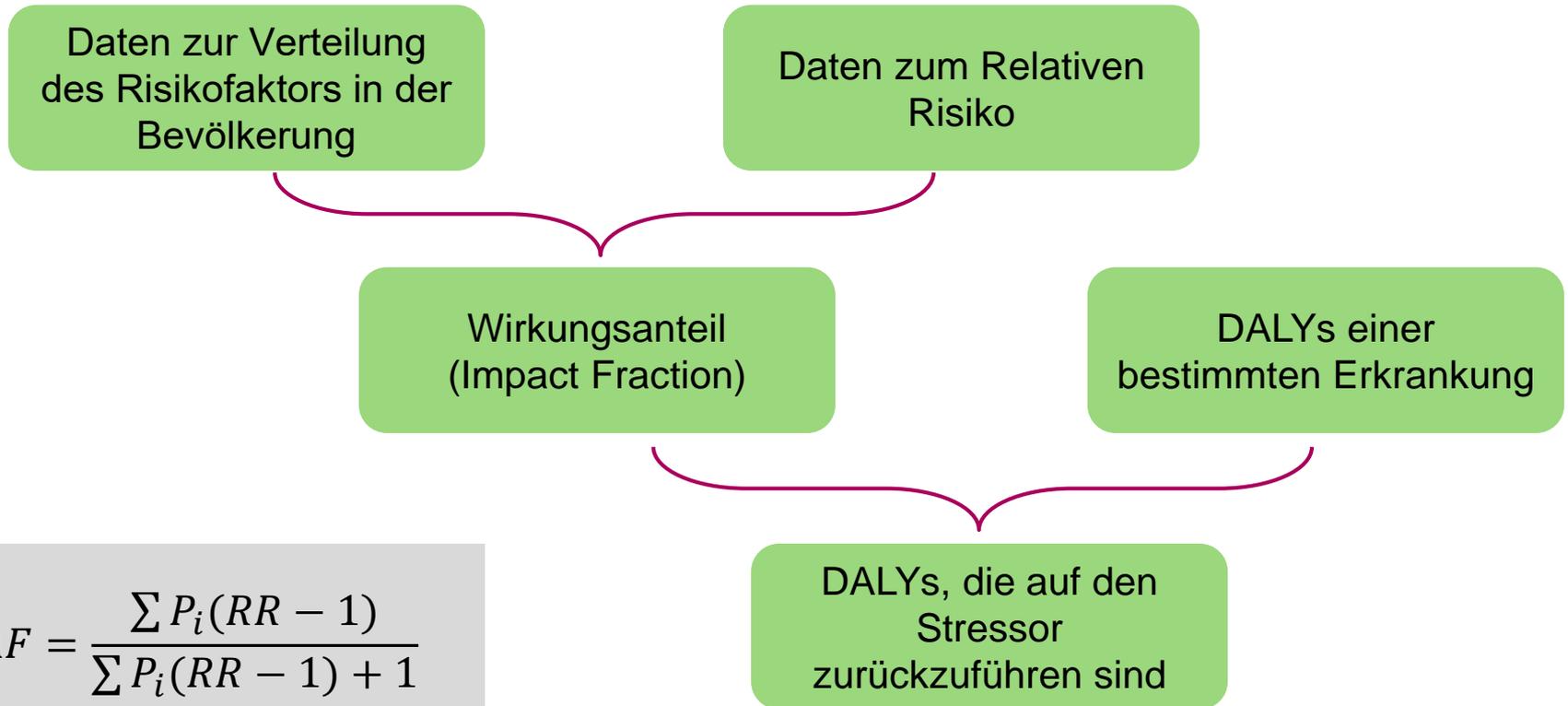
P_i = Anteil der exponierten Bevölkerung

RR_i = Relatives Risiko

Berechnung der EBD für Feinstaub



Berechnung der umweltbedingten Krankheitslast- Environmental Burden of Disease (EBD)



$$PAF = \frac{\sum P_i(RR - 1)}{\sum P_i(RR - 1) + 1}$$

PAF = Population Attributable Fraction

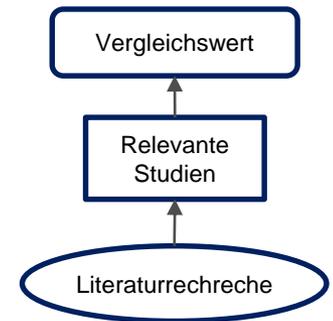
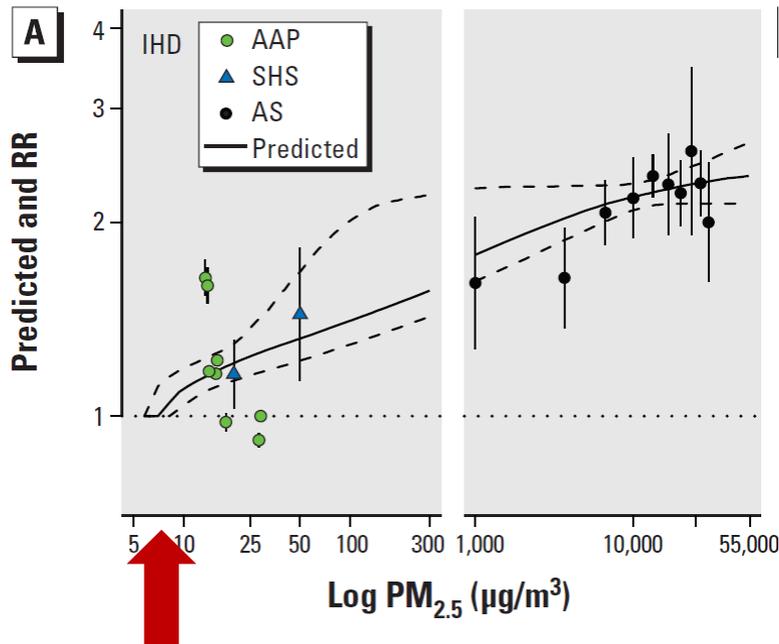
P_i = Anteil der exponierten Bevölkerung

RR_i = Relatives Risiko

Berechnung der EBD für Feinstaub

Vergleichswert/ Untere Quantifizierungsgrenze
(Counterfactual value) =

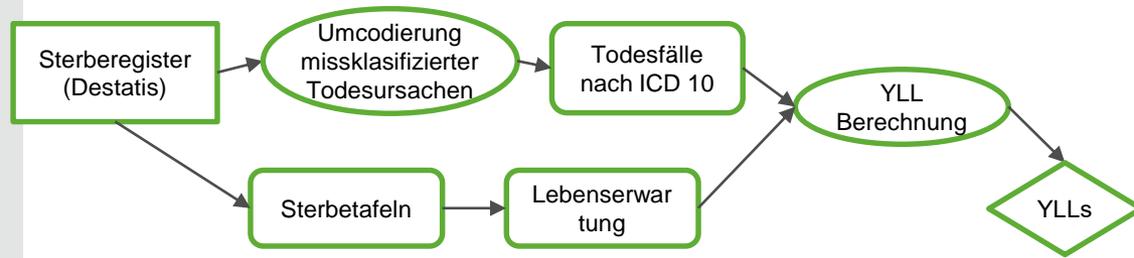
- Ein Wert bei dem kein gesundheitliches Risiko besteht
- der geringste Wert (theoretical minimum)
- ein erreichbarer Wert (feasible minimum)
- ein politisch gesetzter Grenzwert (limit value)



- Derzeit keine wissenschaftlichen Hinweise auf eine Wirkungsschwelle, da in sehr niedrigen Bereichen keine epidemiologischen Studien vorliegen
- Es gibt natürlichen und menschen-gemachten Feinstaub

Berechnung der EBD für Feinstaub

Laut IHME sind im Jahr 2017 26 % der Todesfälle mit nicht-informativen Codes versehen worden → Umverteilung dieser Todesfälle

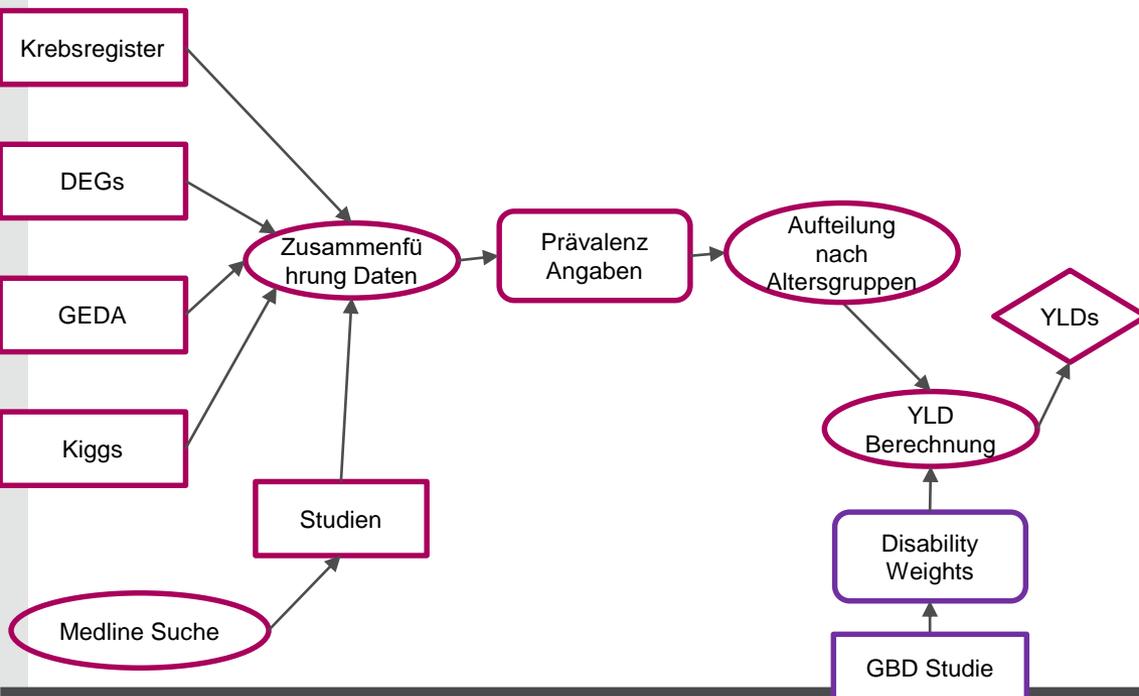


The screenshot shows the Destatis website interface. The main content area is titled 'Sterbefälle, Lebenserwartung' and features a sub-heading 'KORREKTUR im zweiten Absatz: Lebenserwartung für Jungen und Mädchen steigt weiter an'. Below this, there is a small image of an elderly couple and a text block explaining that life expectancy in Germany has increased again, based on the 2014/2016 mortality table. A table on the right side of the page, titled 'AUF EINEN BLICK', provides a summary of life expectancy data for 2014/16.

Lebenserwartung (Sterbetafel 2014/16)	
Mädchen (bei Geburt)	83,2 Jahre
Jungen (bei Geburt)	78,3 Jahre
Frauen (mit 65 Jahren)	21,0 Jahre
Männer (mit 65 Jahren)	17,8 Jahre

Berechnung der EBD für Feinstaub

In Deutschland kein Register für alle Erkrankungen, nur bestimmte, wie Krebsregister, Schlaganfallregister



Welches Maß ist am geeignetsten?

Vorzeitige Todesfälle oder
attributable Todesfälle

In dem Konzept sind alle Todesfälle vorzeitig
Kein Zeitbezug
Keine Morbidität

DALYs

Wofür am geeignetsten?
Was ist das Ziel?

Berechnung ist Datenintensiv
Kein rein deskriptives Maß
Interpretation ist komplex

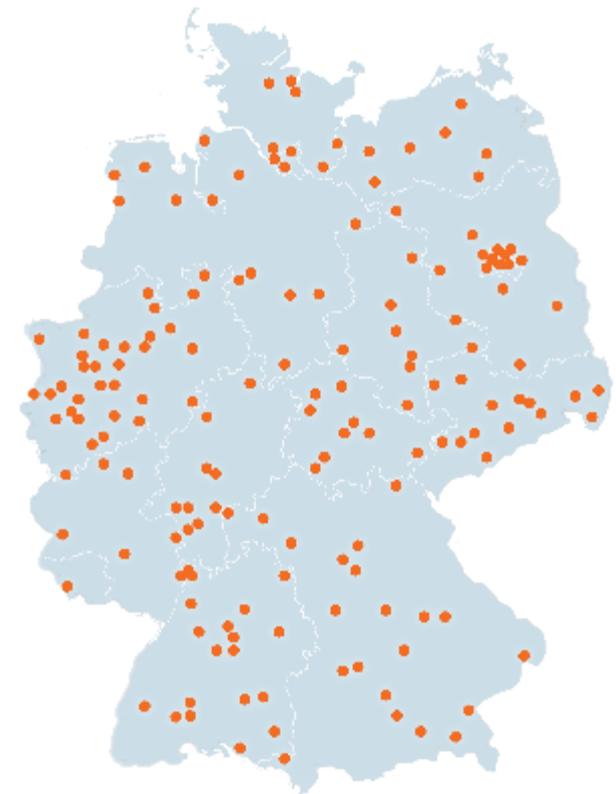
Dollars oder
Euros

Berechnung ist Datenintensiv, da auf DALY fußt
Kein rein deskriptives Maß
Enthält viele Unsicherheiten

UKAGEP- Umweltbedingte Krankheitslasten und Gesundheitliche Parameter



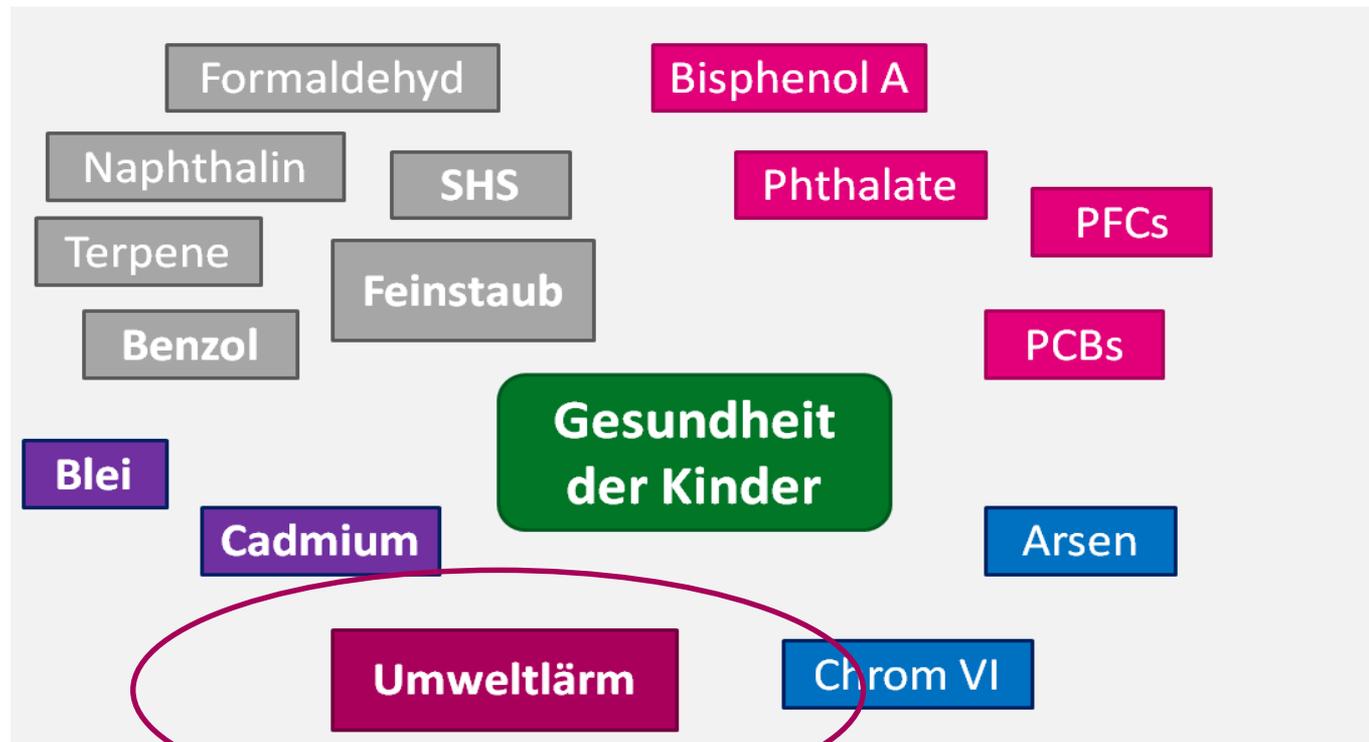
- Erfassung der Exposition gegenüber Umweltbelastungen
- Weitere Befragungen zu dem sozio-ökonomischen Status, Lebensfaktoren, dem Verhalten und dem Gesundheitszustand
- Fokus auf Kindern und Jugendlichen (3-17 Jahre)
- Rund 2.505 Teilnehmende (bevölkerungsrepräsentativ)
- Berechnung der umweltbedingten Krankheitslast



Schulz et al. (2021)

UKAGEP- Umweltbedingte Krankheitslasten und Gesundheitliche Parameter

- Berechnung der umweltbedingten Krankheitslast für

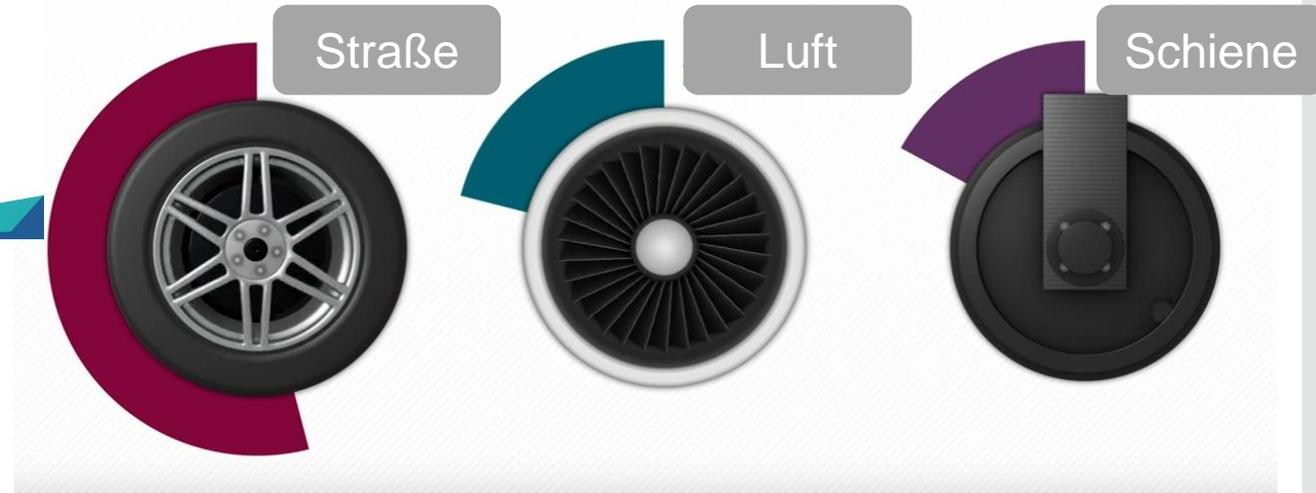


Verkehrslärm – Evidenzbasis



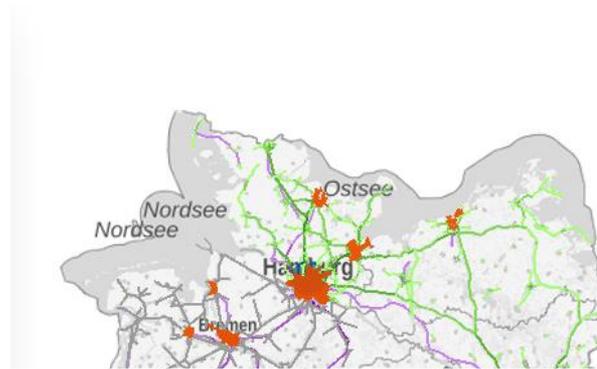
ENVIRONMENTAL
NOISE
GUIDELINES
for the European Region

Evidenz zu den
gesundheitlichen Effekten
und Expositions-
Wirkungsfunktionen



WHO (2018)

Repräsentative Lärmexposition: EU-Umgebungslärmrichtlinie (2002/49/EC)



L_{den} / L_{night} in dB	Anzahl an Personen, die aufgrund folgender Lärmquelle exponiert sind:					
	Straßenverkehr		Luftverkehr		Schienerverkehr	
	L_{den}	L_{night}	L_{den}	L_{night}	L_{den}	L_{night}
< 50	56.644.002	8.192.000	80.453.002	664.000	61.428.002	9.663.000
> 50 - 55	12.709.000	4.289.000	1.298.000	221.000	11.515.000	4.832.000
> 55 - 60	7.020.000	2.217.000	649.000	37.000	5.758.000	1.980.000
> 60 - 65	3.601.000	798.000	220.000	2.000	2.484.000	720.000
> 65 - 70	1.975.000	104.000	33.000		980.000	244.000
> 70 - 75	646.000	7.000	4.000		343.000	103.000
> 75	62.000				149.000	

Verkehrslärm – Evidenzbasis II

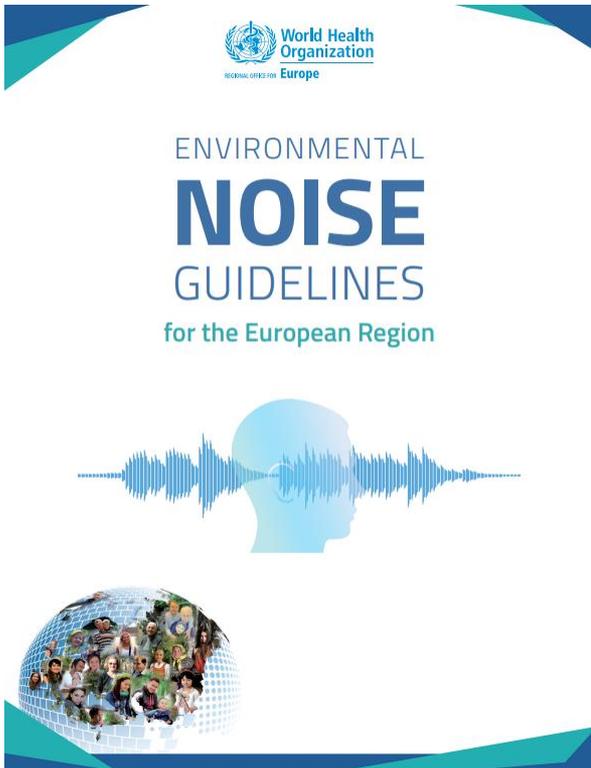
Gesundheitsendpunkte	Straßenverkehr	Luftverkehr	Schieneverkehr	Quelle
Ischämische Herzerkrankungen Morbidität	••	•	•	(Kempen, Casas et al. 2018)
Ischämische Herzerkrankungen Mortalität	•••		-	(Kempen, Casas et al. 2018)
Starke Belästigung	••	•••	•••	(Guski, Schreckenber et al. 2017)
Schlafstörung	•••	•••	•••	(Basner and McGuire 2011)
Lesekompetenz und Hörverständnis bei Kindern	•	-	•••	(Tobollik et al. 2019)

Relatives Risiko: 1,24
(95 % KI: 1,08–1,42)
pro 10 dB linearem Anstieg

$$67,5406 - 3,1852 \times L_{night} + 0,0391 \times L_{night}^2$$

• = sehr geringe Evidenz; •• = geringe Evidenz; ••• = moderate Evidenz; - = keine Studien

Disability Weights



Gesundheitsendpunkte	Disability Weight	Quelle
Ischämische Herzerkrankungen Morbidität	0,02	Global Burden of Disease 2019 Studie
Starke Belästigung	0.07 (0,07)	Tobollik et al. (2019)
Schlafstörung	0.02 (0,02)	Tobollik et al. (2019)
Lesekompetenz und Hörverständnis bei Kindern	-	-

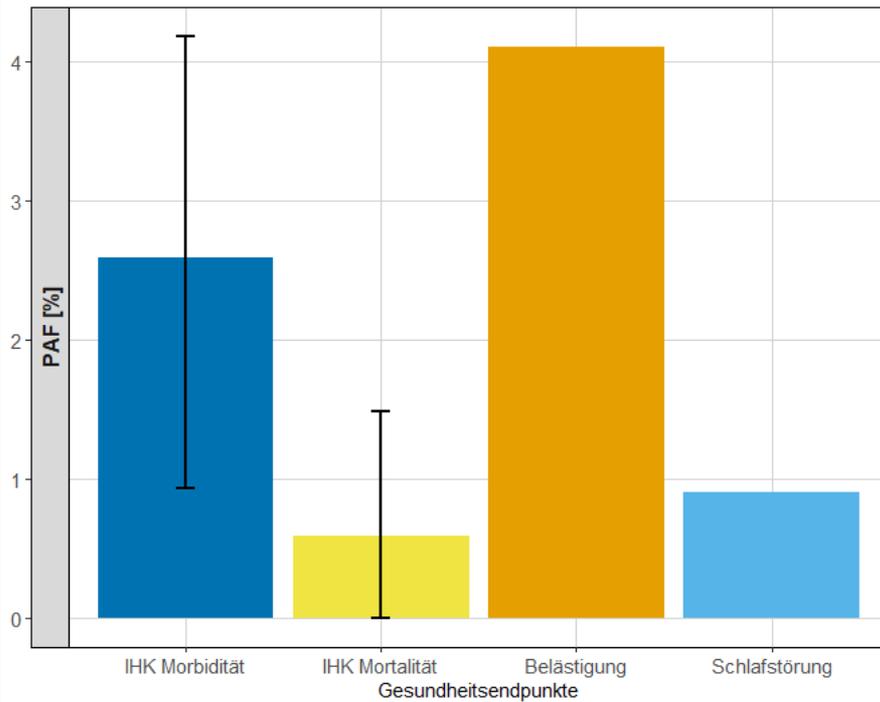
Nicht vergleichbar!
Da mit unterschiedlichen Methoden hergeleitet

Population Attributable Fraction

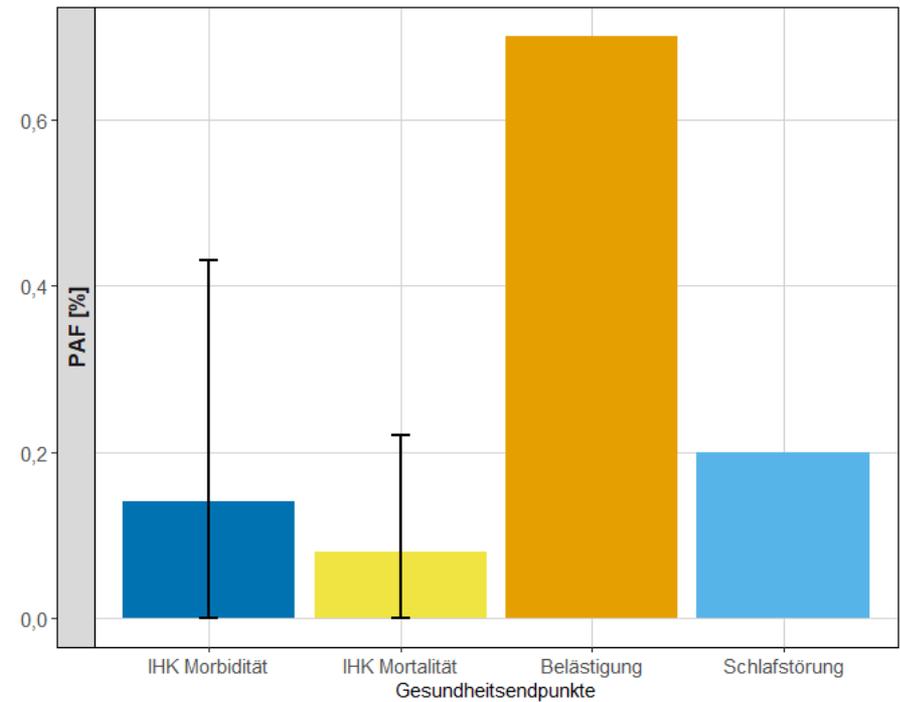
Mittelwert \pm 95 % KI

- IHK Morbidität
- IHK Mortalität
- Belästigung
- Schlafstörung

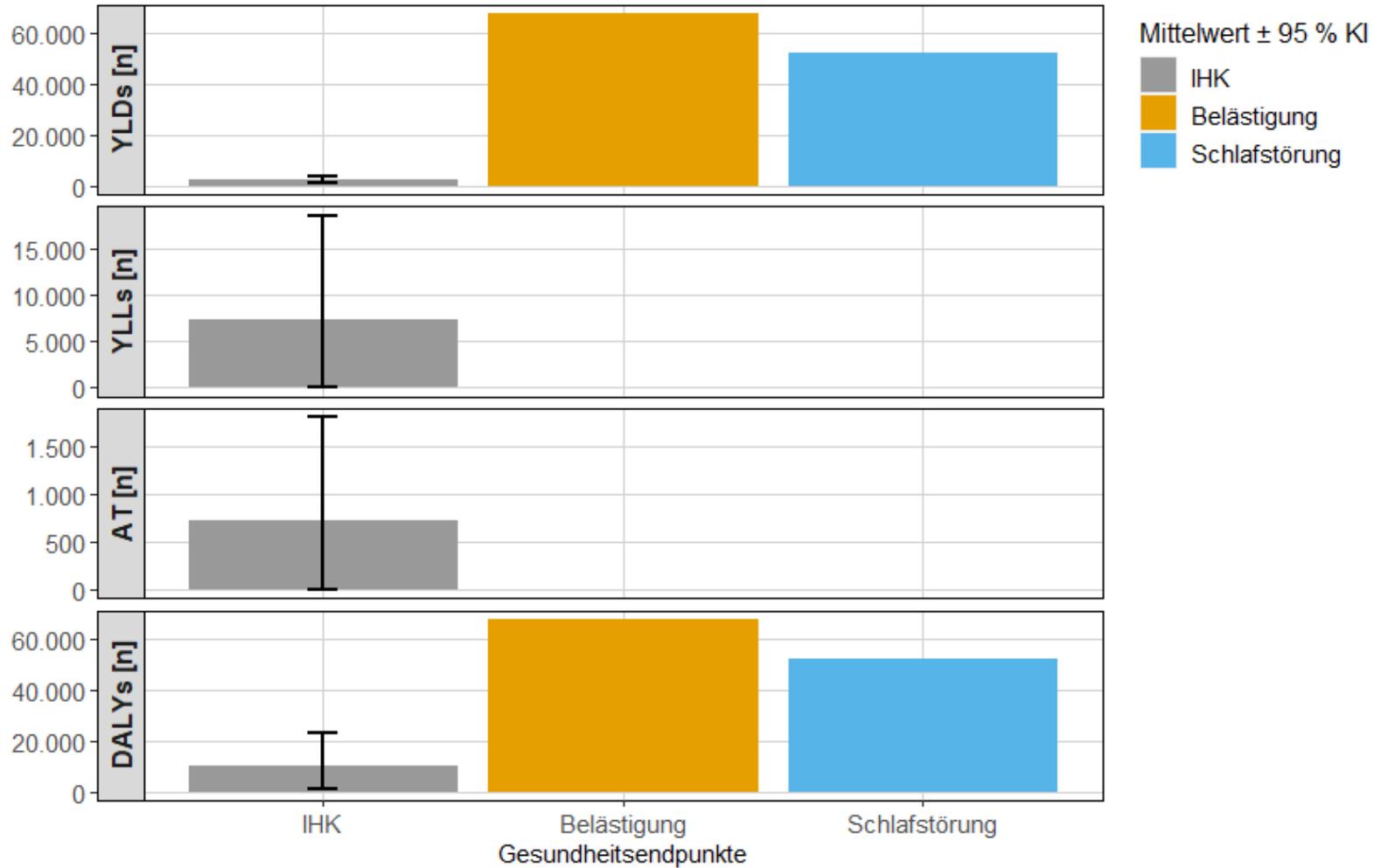
Straßenverkehr



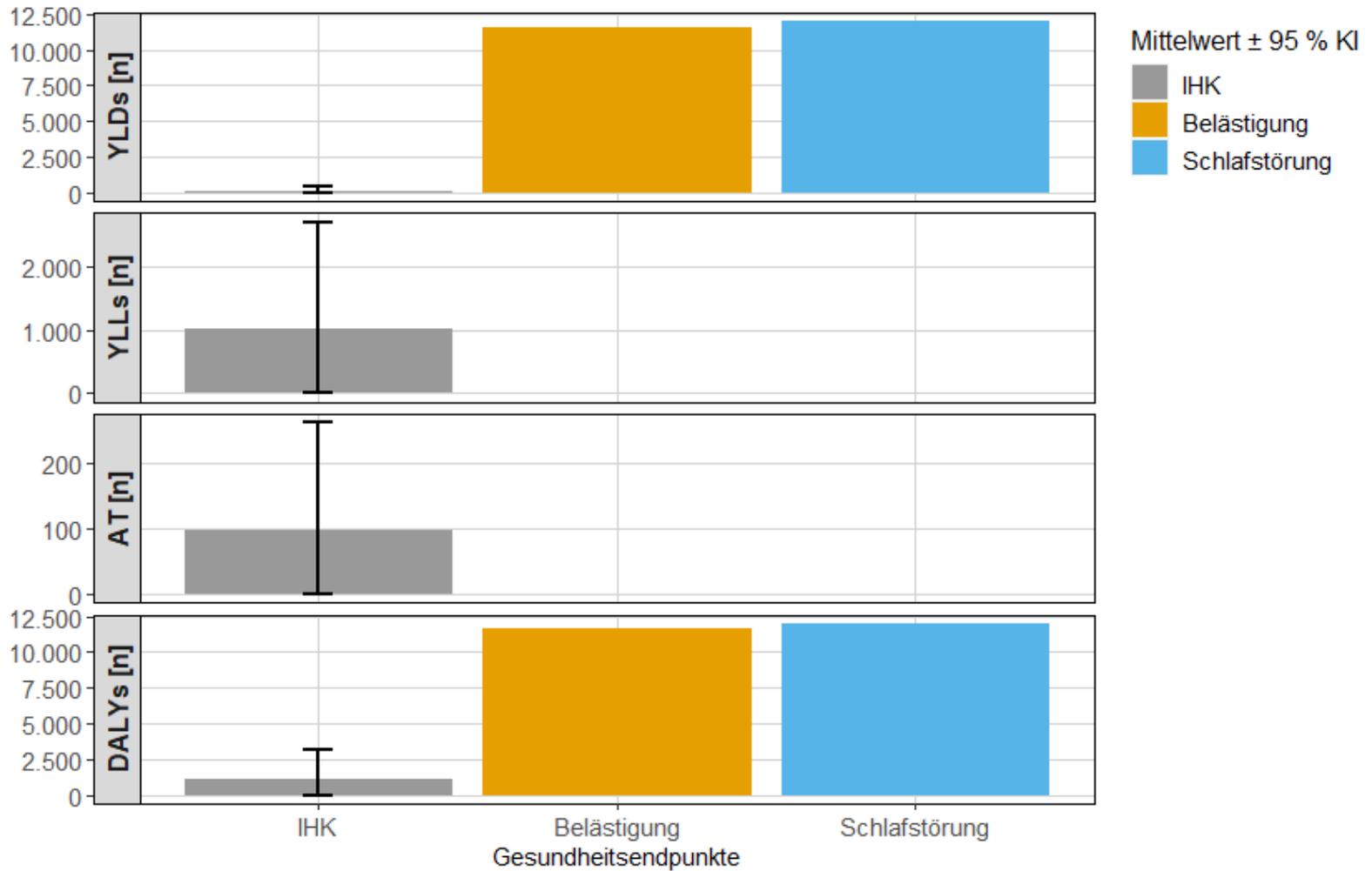
Luftverkehr



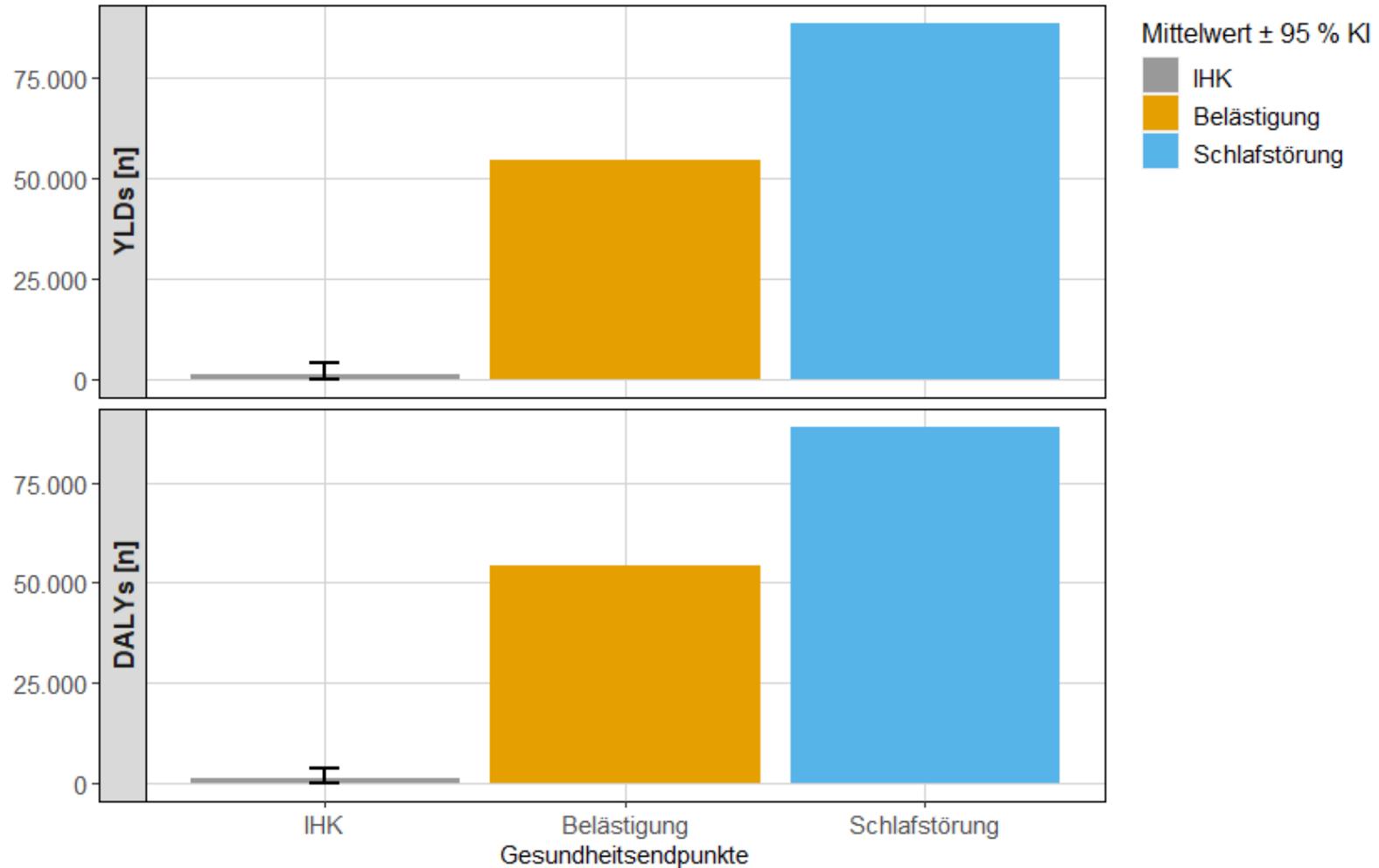
Straßenverkehrslärm - Krankheitslast



Luftverkehrslärm- Krankheitslast



Schieneverkehrslärm - Krankheitslast



Diskussionspunkte

- DALYs sind keine deskriptiven Maßzahlen
 - Verschiedene Annahmen wie zum Beispiel die Wahl der Lebenserwartung, Disability Weights
- Die Verfügbarkeit und Qualität der Eingangsdaten sind entscheidend für die Ergebnisse
- Gut untersuchte Risikofaktoren haben tendenziell eine größere Krankheitslast, da mehr Daten zur Verfügung stehen
- Vergleich von DALYs nur innerhalb einer Studie möglich
- Bevölkerungsmaß, keine Interpretation auf Individualebene möglich
- Gemeinsame Wirkung von Risiken kann derzeit nicht ausreichend berücksichtigt werden
- Betrachtungen von Durchschnittswerten für ganze Bevölkerungen verbergen mögliche Unterschiede
- Interpretation der Ergebnisse zum Teil kompliziert
 - Sind 6.000 DALYs viel?

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Dr. Myriam Tobollik
Fachgebiet II 1.5
myriam.tobollik@uba.de

Großer Dank gilt dem UKAGEP-Team:
Dr. Dietrich Pläß
Sarah Kienzler
Dirk Wintermeyer
Dr. Christian Schuster
Tristan Fischer

Quellenverzeichnis

- Basner, M.; McGuire, S. WHO environmental noise guidelines for the European region: A systematic review on environmental noise and effects on sleep. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2018, 15, 519.
- Burnett RT, Pope CA 3rd, Ezzati M, Olives C, Lim SS, Mehta S, Shin HH, Singh G, Hubbell B, Brauer M, Anderson HR, Smith KR, Balmes JR, Bruce NG, Kan H, Laden F, Prüss-Ustün A, Turner MC, Gapstur SM, Diver WR, Cohen A. An integrated risk function for estimating the global burden of disease attributable to ambient fine particulate matter exposure. *Environ Health Perspect.* 2014 Apr;122(4):397-403. doi: 10.1289/ehp.1307049. Epub 2014 Feb 11. Erratum in: *Environ Health Perspect.* 2014 Sep;122(9):A235. PMID: 24518036; PMCID: PMC3984213.
- Briggs, D (2003): Environmental pollution and the global burden of disease. *British Medical Bulletin*, 68:1-24
- Field MJ, Gold MR, (1998): Summarizing Population Health – Directions for the Development and Application of Population Metrics. Washington DC, National Academy Press
- Forouzanfar, M H, Alexander L, et al. (2015). "Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks in 188 countries, 1990-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013." *Lancet* 386(10010): 2287-2323
- Guski, R.; Schreckenber, D.; Schuemer, R. WHO environmental noise guidelines for the European region: A systematic review on environmental noise and annoyance. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2017, 14, 1539.
- Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME) (2015): GBD Compare. Seattle, WA: IHME, University of Washington, 2015. Available from <http://vizhub.healthdata.org/gbd-compare>. (Accessed [16.02.2015])
- Kamp, I.V.; Schreckenber, D.; Kempen, E.V.; Basner, M.; Clark, A.B.; Houthuijs, D.; Breugelmans, O.; Beek, A.v.; Janssen-Stelde, B. Study on Methodology to Perform an Environmental Noise and Health Assessment—A Guidance Document for Local Authorities in Europe. RIVM Report 2018-0121; National Institute for Public Health and the Environment: Bilthoven, The Netherlands, 2018.
- Kempen, E.V.; Casas, M.; Pershagen, G.; Foraster, M. WHO environmental noise guidelines for the European region: A systematic review on environmental noise and cardiovascular and metabolic effects: A summary. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2018, 15, 379.
- Malsch, A K F, Pinheiro, P, Krämer, A, & Hornberg, C (2006): Zur Bestimmung von "Environmental / Burden of Disease" (BoD/ EBD) in Deutschland. Materialien "Umwelt und Gesundheit". Bielefeld: Landesinstitut für den Öffentlichen Gesundheitsdienst (lögD) NRW.
- Mathers, C D, Bernard, C, Iburg, K M, Inoue, M, Fat, D M, Shibuya, K, et al. (2004): Global Burden of Disease in 2002: data sources, methods and results. *Global Programme on Evidence for Health Policy Discussion Paper* (Vol. 54). Geneva: World Health Organization (WHO).
- Mathers, C, Vos, T, Lopez, A, Salomon, J, Ezzati, M (2001): National Burden of Disease Studies: A Practical Guide. *Global Program on Evidence for Health Policy*, Edition 2.0, World Health Organisation (WHO). Geneva, Zugriff unter: <http://www.who.int/healthinfo/nationalburdenofdiseasemanual.pdf> [28.11.2013].
- Murray, C.J.; Ezzati, M.; Lopez, A.D.; Rodgers, A.; Vander Hoorn, S. Comparative quantification of health risks: Conceptual framework and methodological issues. *Popul. Health Metr.* 2003, 1, 1.
- Murray, C. J. & Lopez, A. D. (1999). On the comparable quantification of health risks: lessons from the Global Burden of Disease Study. *Epidemiology*, 10(5), 594-605.
- Prüss-Üstün, A, Mathers, C, Campbell-Lendrum, D, Corvalán, C, & Woodward, A (2003): Introduction and methods. Assessing the environmental burden of disease at national and local levels (Vol. Environmental Burden of Disease Series, No. 1). Geneva: World Health Organization.
- Prüss-Üstün, A, Corvalán C (2006): Preventing disease through healthy environments. Towards an estimate of the environmental burden of disease. Geneva, World Health Organization.
- Salomon, J. A., Haagsma, J. A., Davis, A., de Noordhout, C. M., Polinder, S., Havelaar, A. H., . . . Vos, T. (2015): Disability weights for the Global Burden of Disease 2013 study. *Lancet Glob Health*, 3(11), e712-723. doi: 10.1016/s2214-109x(15)00069-8
- Schulz C, Conrad A, Rucic E, Schwedler G, Reiber L, Peisker J, Kolossa-Gehring M. The German Environmental Survey for Children and Adolescents 2014-2017 (GerES V) - Study population, response rates and representativeness. *Int J Hyg Environ Health.* 2021 Aug;237:113821. doi: 10.1016/j.ijheh.2021.113821. Epub 2021 Aug 7. PMID: 34375847.
- Tobollik, M., M. Hintzsche, J. Wothge, T. Myck and D. Plass (2019). "Burden of Disease Due to Traffic Noise in Germany." *Int J Environ Res Public Health* 16(13).
- Vos, T, Flaxman, A D, Naghavi, M, Lozano, R, Michaud, C, Ezzati, M et al. (2012): Years lived with disability (YLDs) for 1160 sequelae of 289 diseases and injuries 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet*, 380(9859), 2163-2196.
- WHO (2018). Environmental Noise Guidelines for the European Region. Copenhagen, World Health Organization.