

Dosis-Wirkungs-Beziehungen aus aktuellen Studien in Tirol

Christoph Lechner^{1,3}, David Schnaiter² Stephan Böse-O'Reilly³

¹ Amt der Tiroler Landesregierung, 6020 Innsbruck, E-Mail: christoph.lechner@tirol.gv.at

² Konsulent für Umwelt und Gesundheit, 6170 Zirl, E-Mail: office@schnaiter.at

³ UMIT Tirol, Institut für Public Health, Medical Decision Making and HTA, 6060 Hall, E-Mail: stephan.boeseoreilly@umit.at

Einleitung

Die WHO hat im Oktober 2018 ihre Leitlinien für Umgebungslärm für die Europäische Region veröffentlicht [1]. Für verschiedene gesundheitliche Auswirkungen wurden Expositions-Wirkungs-Beziehungen aus Meta-Analysen rezenter Lärmwirkungsliteratur erarbeitet. Weiters wurden daraus Schwellenwerte für schädliche gesundheitliche Auswirkungen abgeleitet. Mit der Richtlinie 2020/367/EU der Kommission von 4.3.2020 [2] wurde der Annex III zur Beschreibung der gesundheitlichen Auswirkung durch Umgebungslärm neu formuliert. Diese Änderung des Annex III bestimmt aber auch, dass über die im Rahmen der Leitlinien der WHO empfohlenen Dosis-Wirkungs-Relationen hinaus andere Studien ein abweichendes Ausmaß der Gesundheitsauswirkungen oder andere gesundheitliche Auswirkungen aufzeigen können. Insbesondere kann dies auf Auswirkungen auf Straßenverkehrs-, Schienenverkehrs- und Fluglärm in lokalen Situationen in bestimmten Ländern zutreffen. Sofern die darin ermittelten Dosis-Wirkungs-Relationen auf hochwertigen und statistisch aussagekräftigen Studien beruhen, können diese alternativ verwendet werden.

In Tirol wurden in den letzten Jahren mehrere Studien zur Erhebung der Belästigungswirkung und subjektiven Schlafstörungen durchgeführt [3] [4] und daraus Expositions-Wirkungs-Beziehungen entwickelt [5] [6] [7]. Diese können für den Vergleich sowohl mit den WHO-Kurven als auch Ergebnissen anderer Studien wie z.B. SiRENE [8] oder der Motorradlärmstudie im Außerfern [9] [10] in Beziehung gesetzt werden.

Methoden

Für die Ausarbeitung der Expositions-Wirkungs-Beziehungen wurden zwei Tiroler Studien herangezogen. Es handelt sich dabei um die Evaluierungsstudie Unterinntal [4] sowie um die Gesamtlärbetrachtung Innsbruck [5]. Die Ermittlung der Exposition erfolgte jeweils nach den Berechnungsmethoden für Straßen-, Schienen- und Flugverkehrslärm nach der Bundesumgebungslärmschutzverordnung 2004 [11]. Berechnet wurden die Lärmindizes L_{den} und L_{night} . Für die Geländeaufbereitung diente das Oberflächenmodell des Airborne Laserscan mit einer Mindestpunktzahl von 4 Punkten pro Quadratmeter und einer Höhengenaugigkeit von 0,1 m. Die Gebäude wurden aus der Adressverortung mit Verschneidung der Höheninformation aus dem Oberflächenmodell generiert. Dabei wurden konzentrische Polygone mit 1 m Abstand zu den Gebäudeumrissen für die Bildung der mittleren Höhe

herangezogen. Die Berechnungen umfasst im Unterinntal Schienenverkehrslärm und Straßenverkehr aus Autobahn, Landesstraßen und Gemeindestraßen, in Innsbruck, Schiene, Flug und den gesamten Umgebungslärm durch Straßenverkehr im Ballungsraum. Die Überinterviewbefragungen geschöpften Daten umfassten neben demografischen Angaben auch die Wohnsituation, Lärmempfindlichkeit, subjektive Ausgesetztheit, dem Lärm nach Quellen, allgemeine Lebensbedingungen inklusive subjektive Lebensqualität, Fragen nach der Belästigung und subjektiven Schlafstörung (in Innsbruck). In nachstehender Tabelle 1 sind die wesentlichen Studienparameter wiedergegeben.

Tabelle 1: Parameter der Studien Evaluierung Unterinntal und Gesamtlärbetrachtung Innsbruck

	Unterinntal Evaluierung	Innsbruck Gesamtlärbetrachtung
Befragungen	> 1000	> 1000
Cluster	Altersgruppe, Geschlecht, Gemeinden, Schienenlärmexposition gering mittel stark; Straßenexposition damit zufällig	Altersgruppe, Geschlecht, Stadtteile Lärmexposition gering mittel stark Schiene, Straße, Flug -> 3*3
Befragungsform	Interview	Interview
Exposition	Berechnung mit Kontrollmessungen Schiene	Berechnung mit Kontrollmessungen Kombination Lärmquellen
Quelle	Sekundärdatenanalyse zur Befragung Dr. Schnaiter / ÖBB	Weitere wissenschaftliche Aufbereitung zu Gesamtlärbetrachtung Lechner / Schnaiter

Für die Expositionswirkungskurven wurden nicht alle oben angeführten Parameter verwendet, sondern Kovariable wurden zielgerichtet selektiert und damit eine Adjustierung der Kurven erreicht. Die Auswahl der Befragten erfolgt in einem geschichteten Cluster nach Geschlecht, Alter, Exposition und Verteilung in den betroffenen Gemeinden. Da die Daten auch für die Verwendung in einem Gesamtlärm-Beurteilungsmodell vorgesehen waren, wurden sowohl mittlere Belästigungswerte als auch der Anteil von „stark Belästigten“ bei einem Trennwert von 72 % ermittelt. Letzteres bedeutet, dass die drei obersten Antwortkategorien der 11-teiligen Scala zur Einstufung als „stark Belästigte“ herangezogen wurden.

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Expositions-Wirkungsbeziehungen sind in den nachstehenden Abbildungen 1 bis 3 dargestellt.

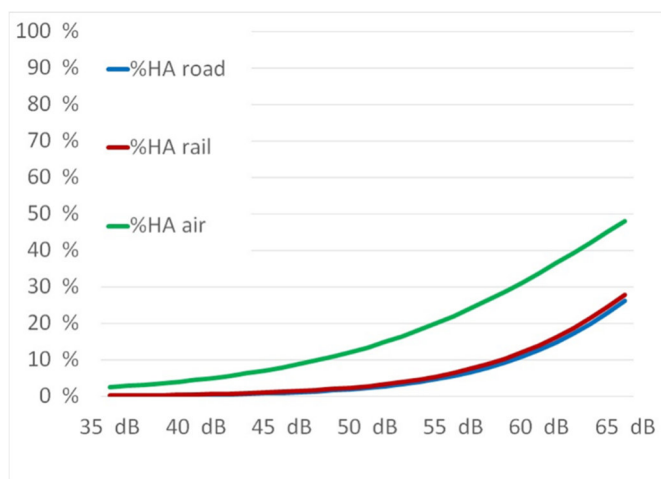


Abbildung 1: Expositions-Wirkungs-Beziehung zwischen L_{den} und „Stark Belästigten“ für Straßen-, Schienen- und Flugverkehr, Gesamtlärmbetrachtung Innsbruck

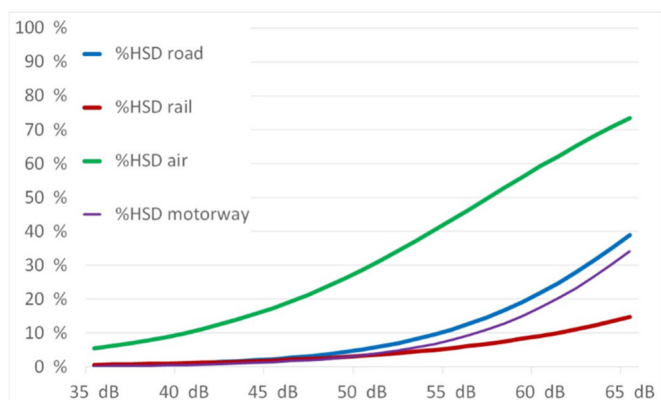


Abbildung 2: Expositions-Wirkungs-Beziehung zwischen L_{night} und „Stark Schlafgestörter“ für Straßen-, Schienen- und Flugverkehr, Gesamtlärmbetrachtung Innsbruck

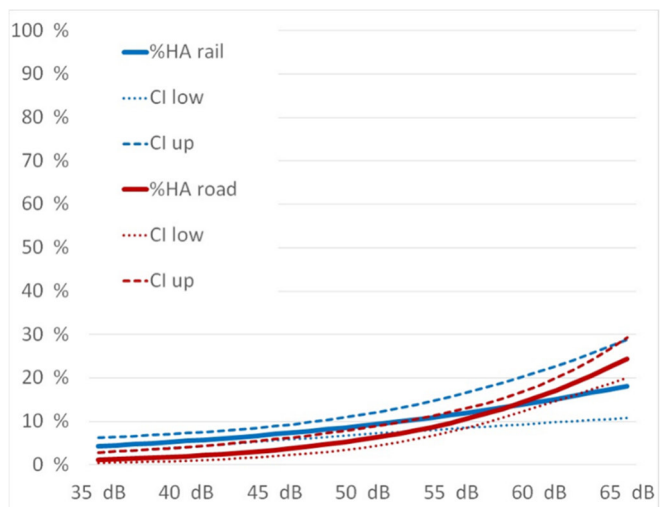


Abbildung 3: Expositions-Wirkungs-Beziehung zwischen L_{den} und „Stark Belästigten“ für Straßen-, und Schienenverkehr, Sekundärdatenanalyse Evaluierungsstudie Unterinntal

Diskussion

Für die Ableitung der Schwellenwerte für schädliche gesundheitliche Beeinträchtigungen wurde von der Leitlinienentwicklungsgruppe (LED) der WHO festgelegt, dass von „schädlichen gesundheitlichen Auswirkungen“ dann gesprochen wird, wenn ein Anteil von 10 % „stark Belästigter“ und 3 % „stark Schlafgestörter“ erreicht werden. Dieses sehr niedrige Niveau wird in den Leitlinien nur unzureichend argumentiert, lässt sich allerdings als niedrigster beobachteter Wert für die beschriebenen Auswirkungen interpretieren. Auf Basis der durch die Meta-Analysen von Forschungsarbeiten bis 2015 entwickelten Kurven und den oben angeführten Schwellenwerten ergeben sich die in Tabelle 2 wiedergegebenen Empfehlungswerte.

Tabelle 2: Schwellenwerte für schädliche gesundheitliche Auswirkungen gemäß WHO-Leitlinien 2018

	Straße	Schiene	Flug
L_{den}	53	54	45
L_{night}	45	44	40

Sämtliche in dieser Tabelle 2 angegebenen Werte stützen sich auf die Gesundheitsauswirkungen „Belästigung“ und „subjektive Schlafstörung“. Die ebenfalls untersuchten ischämischen Herzkrankheiten haben diesbezüglich wesentlich höhere (bei Straßenverkehr 59,3 dB) oder keine Werte (Schienen- und Flugverkehr). Vergleicht man nun die Ergebnisse der Schwellenwerte für einen Anteil von 10 % „stark Belästigter“ ergeben sich die in Tabelle 3 angegebenen Werte.

Tabelle 3: Schwellenwerte bei 10 % „stark Belästigter“ nach diversen Studien

Quelle	Straße	Schiene	Flug
WHO 2018 [1]	53	54	45
Innsbruck [5]	59	58	47
SiRENE [6]	58	56	50
Unterinntal [6]	56	52	
Außerfern [10]	54		
Danish Road Study [11]	52 / 54 / 61 ¹		

¹ Die Schwellenwerte entsprechend der Danish Road Study beziehen sich der Reihe nach auf Autobahnen, auf die gepoolten Daten und auf städtische Straßen.

Schlussfolgerungen

Die zur Einstufung von „stark Belästigten“ „subjektiv stark Schlafgestörter“ dichotomisierten Ergebnisse eignen sich sehr gut für Vergleiche mit anderen Studien wie auch für Meta-Analysen aus mehreren Studien. Auf die Problematik der Cut-off-Schwellenwerte zur Einstufung von „stark Belästigten“ muss hier allerdings hingewiesen werden, da die Anzahl der Skalenmerkmale einen wesentlichen Einfluss auf die Dosis-Wirkungskurven haben. Durch die Dichotomisierung geht allerdings Präzision verloren, wie sie bei einem Schätzer auf der vollen Antwortskala noch erhalten werden kann. Aus diesem Grund eignet sich auch der mittlere Belästigungsgrad für eine Gesamtlärmmodellierung wesentlich besser [5]. Unübersehbar ist der Einfluss des Antwortverhaltens je nach Projektsbezug. Während in Innsbruck kein konkretes Projekt finalisiert wurde oder in

Aussicht stand, ist das Schienenverkehrsprojekt im Unterinntal (4-gleisiger Ausbau in einer größtenteils geführten Unterflurtrasse für die neuen Streckenteile) deutlich erkennbar. Im Vergleich der Studien untereinander ist es jedenfalls lohnend, auch eigene Studien durchzuführen und diese in Relation zu den Expositions-Wirkungs-Beziehungen der WHO-Leitlinien [1] zu setzen. Dabei ist allerdings auf ein hohes wissenschaftliches Niveau in Studiendesign, Durchführung und Auswertung wie auch auf eine prominente Publikationsebene Bedacht zu nehmen.

anlagen/downloads/Bericht_Motorradlaermstudie_Ausserfern.pdf

- [10] Lechner, C.; Schnaiter, D.; Siebert U.; Bose-O'Reilly, S. Effects of Motorcycle Noise on Annoyance—A Cross-Sectional Study in the Alps; *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020, 17(5), 1580; <https://doi.org/10.3390/ijerph17051580>
- [11] Fryd, J.; Pedersen, T.H. Noise annoyance from urban roads and motorways. In *Proceedings of the Internoise 2016, Hamburg Germany, 21–24 August 2016*

Literatur

- [1] World Health Organization: Environmental Noise Guidelines for the European Region. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, 2018
- [2] Richtlinie (EU) 2020/367 Der Kommission vom 4. März 2020 zur Änderung des Anhangs III der Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Methoden zur Bewertung der gesundheitsschädlichen Auswirkungen von Umgebungslärm; Amtsblatt der Europäischen Union L 67/132
- [3] Lechner C., Schnaiter D.: Gesamtlärbetrachtung Innsbruck 2017. Amt der Tiroler Landesregierung, Innsbruck, 2018
- [4] Schnaiter, D. Evaluierungserhebung Neue Unterinntalbahn, ÖBB Infrastruktur AG, https://www.brennernordzulauf.eu/infomaterial.html?file=files/mediathek/informatio nsmaterial/vertiefende_infos/Neue-Unterinntalbahn-Evaluierung.pdf
- [5] Lechner, C.; Schnaiter, D.; Bose-O'Reilly, S. Combined Effects of Aircraft, Rail, and Road Traffic Noise on Total Noise Annoyance—A Cross-Sectional Study in Innsbruck. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2019, 16, 3504. <https://doi.org/10.3390/ijerph16183504>
- [6] Lechner C, Kirisits C, Bose-O'Reill S. Combined annoyance response from railroad and road traffic noise in an alpine valley. *Noise Health* 2020;22:10-8
- [7] Lechner C., Schnaiter D., Bose-O'Reilly S.: Acta Acust. 5 12 (2021) Application of the noise annoyance equivalents model for aircraft, rail and road traffic noise to self-reported sleep disturbance, DOI: 10.1051/aacus/2021005
- [8] Brink, M.; Schäffer, B.; Vienneau, D.; Foraster, M.; Pieren, R.; Eze, I.C.; Cajochen, C.; Probst-Hensch, N.; Röösli, M.; Wunderli, J.M. A survey on exposure-response relationships for road, rail, and aircraft noise annoyance: Differences between continuous and intermittent noise. *Environ. Int.* 2019, 125, 277–290
- [9] Lechner C., Schnaiter D.; Motorradlärmstudie Außerfern 2019; <https://www.tirol.gv.at/fileadmin/themen/sicherheit/emissionen-sicherheitstechnik->