

WHO Environmental Noise Guidelines 2018

Relevanz für Österreich

OA Assoz.-Prof. Priv. Doz. Dipl.-Ing. Dr. med. Hans-Peter Hutter

Doz. Dr. med. Hanns Moshhammer



ZENTRUM FÜR PUBLIC HEALTH
MEDIZINISCHE UNIVERSITÄT WIEN
Abteilung für Umwelthygiene und Umweltmedizin

Wien, 2020

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK), Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Autorinnen und Autoren:

OA Assoz.-Prof. Priv. Doz. Dipl.-Ing. Dr. med. Hans-Peter Hutter

Doz. Dr. med. Hanns Moshhammer

Medizinische Universität Wien, Zentrum für Public Health

Abteilung für Umwelthygiene und Umweltmedizin

Gesamtumsetzung: DI Helfried Gartner (BMK, Abteilung V/11)

Stand: Dezember 2020

Copyright und Haftung:

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.

Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des BMK und der Autoren ausgeschlossen ist. Rechtsausführungen stellen die unverbindliche Meinung der Autoren dar und können der Rechtsprechung der unabhängigen Gerichte keinesfalls vorgreifen.

Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an umgebungslaerm@bmk.gv.at.

Vorwort

Lärm ist jedes Geräusch, das als störend empfunden wird. Nicht nur Lautstärke und Charakteristik von Geräuschen bestimmen, ob ein Geräusch als störend empfunden wird - auch die Tageszeit, die Einstellung zur Geräuschquelle oder die Ruherwartung spielen dabei eine wichtige Rolle.

Entlang stark befahrener Verkehrsachsen und im Bereich der großen Ballungsräume sind auf laerminfo.at Karten verfügbar, die die errechnete Lärmbelastung darstellen. Auf Basis dieser Karten wird auch ausgewertet, wie viele Personen welchen Schallpegeln ausgesetzt sind. Die Analyse der Anzahl der Personen, die sich bei diesen Schallpegeln bereits stark gestört fühlen oder schlecht schlafen ist ein weiterer wesentlicher Schritt, um Gesundheitsfolgen abzuschätzen und zielgerichtet Lärmschutzmaßnahmen umsetzen zu können.

Im Oktober 2018 wurden von der Welt-Gesundheits-Organisation WHO überarbeitete Leitlinien für die Bewertung von Umgebungslärm veröffentlicht. Im Vergleich zu den Leitlinien aus dem Jahr 1999 erfolgt eine Unterscheidung nach den unterschiedlichen Lärmquellen. Eine zentrale Frage ist, in welchem Zusammenhang die Umgebungslärmbelastung und der Anteil an Menschen mit gesundheitlichen Auswirkungen in der durch Umgebungslärm belasteten Bevölkerung stehen. Die Dosis-Wirkungs-Relationen und die daraus abgeleiteten Richtwerte sind Empfehlungen für den Schutz der menschlichen Gesundheit vor Lärm und sollen den Entscheidungsträgern in den EU-Mitgliedstaaten als Orientierungshilfe dienen.

Auf Grundlage der Arbeiten der WHO wurde bereits eine Richtlinie der Europäischen Kommission zur Änderung des Anhangs III der Umgebungslärmrichtlinie 2002/49/EG im Hinblick auf die Festlegung von Methoden zur Bewertung der gesundheitlichen Auswirkungen von Umgebungslärm beschlossen. Diese wird bis 31. Dezember 2021 national umzusetzen sein. Die gegenständliche wissenschaftliche Aufarbeitung soll dabei unterstützen.



Inhalt

Vorwort	3
1 Aufgabenstellung	5
2 Hintergrund	6
2.1 Grundlegendes zur den Leitlinien.....	6
2.2 Erarbeitung der Leitlinien	7
3 Leitlinienwerte für Straßen-, Schienen- und Fluglärm	9
3.1 Straßenlärm	9
3.2 Schienenlärm	10
3.3 Fluglärm	10
3.4 Fazit.....	10
4 Umwelthygienische Betrachtung der angewandten Methoden	11
4.1 Regressionsanalyse (mit quadratischem Term) zur Abschätzung der Dosis- Wirkungsbeziehung für stark Belästigte	11
4.2 Wahl absoluter Schallpegel ohne Berücksichtigung der Vorbelastung.....	12
4.3 Pathophysiologische Effekte.....	16
4.4 Schlafstörungen	17
5 Anwendbarkeit der Richtwerte im Lichte der österreichischen Gesetzeslage	19
5.1 Gesundheitsgefahr und unzumutbare Belästigung.....	19
5.2 Gewichtete Dauerschallpegel und Präzision	19
5.3 Zulässige Gesundheitsrisiken.....	20
5.4 Unterscheidung von Lärmarten.....	21
5.5 Bahnlärm und Schienenbonus.....	22
5.6 Europäische Berichtspflichten	22
6 Straßenlärm und Luftschadstoffe	24
Exkurs: Zeitabhängigkeit der Lärmbelastung	24
7 Schlussfolgerung und Synopsis	26
Literaturverzeichnis	29
Tabellenverzeichnis	33
Abbildungsverzeichnis	34

1 Aufgabenstellung

Die Weltgesundheitsorganisation hat 2018 neue Leitlinien für Umgebungslärm in der Europäischen Region publiziert [1]. Im Vergleich zur Richtlinie aus dem Jahr 1999 [2] enthält diese wissenschaftliche Aufarbeitung im Sinne einer systematischen Bestandsaufnahme medizinisch neue, sehr bedeutende Ergebnisse wie etwa die stärkere Evidenz für die Lärmeffekte durch Verkehrslärm etwa auf die Belästigung und das Herz-Kreislaufsystem.

Die abgeleiteten Richtwerte („Leitlinien“) sollen Fachleuten und Entscheidungsträgern dienen und auch gesetzgeberische Entscheidungsprozesse auf nationaler Ebene unterstützen. Im Vordergrund stehen hier die in Österreich verankerten Schwellenwerte auch im Lichte eines künftigen neuen Anhangs III der Umgebungslärmrichtlinie 2002/49/EG [3] mit von den WHO-Guidelines abgeleiteten Methoden zur Bewertung der gesundheitsschädlichen Auswirkungen.

Nunmehr soll geprüft werden, inwiefern die abgeleiteten Richtwerte insbesondere für den Straßenverkehr sowie bezüglich ausgewählter Endpunkte auch für Flug- und Bahnlärm für die österreichische Situation und Gesetzeslage relevant sind.

2 Hintergrund

Das Regionalbüro der Weltgesundheitsorganisation für Europa hat 2018 neue Richtlinien für Umweltschall vorgelegt [1]. Diese Richtlinien beruhen auf ausführlichen Metaanalysen der einschlägigen wissenschaftlichen Forschungsliteratur, die ihrerseits wieder einem Peer Review unterzogen und in wissenschaftlichen Fachzeitschriften publiziert worden sind [4-11]. Die Richtlinien beziehen sich gesondert auf unterschiedliche Schallquellen und zwar auf Straßen-, Schienen- und Flugverkehrsschall, auf Schall durch Windräder und auf Freizeitschall. Die Qualität der wissenschaftlichen Evidenz wurde im Rahmen dieses Prozesses für einzelne Endpunkte ebenso wie für einzelne Studien sehr ausführlich bewertet. Die wissenschaftliche Qualität wird sogar noch einmal überprüft, indem auch Studien analysiert wurden, die den Effekt von Interventionsmaßnahmen untersuchten.

2.1 Grundlegendes zur den Leitlinien

Die neuen Leitlinien zielen darauf ab, den jeweiligen Entscheidungsträgern Empfehlungen für den Schutz der menschlichen Gesundheit vor Schall durch wesentliche Umgebungsschallquellen zur Verfügung zu stellen. Sie dienen somit den EU-Mitgliedstaaten als politische Orientierungshilfe.

Zur Gewährleistung einer möglichst umfangreichen Anwendbarkeit werden jene Schallindizes (L_{den} und L_{night}) verwendet, welche auch in der EU-Richtlinie zur Bewertung und Bekämpfung von Umgebungsschall [3] Anwendung finden (2002/49/EG).

Die Leitlinien beantworten grob gesprochen zwei Hauptfragen:

1. In welchem Expositions-Wirkungs-Zusammenhang stehen die Belastung durch Umgebungsschall und der Anteil an Menschen mit gesundheitlichen Auswirkungen in der durch Umgebungsschall belasteten Bevölkerung?
2. Inwiefern verringern Schallminderungsmaßnahmen die Schallbelastung und/oder schallassoziierte gesundheitliche Auswirkungen in der exponierten Bevölkerung?

2.2 Erarbeitung der Leitlinien

Basierend auf dem GRADE-Ansatz (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation), einem standardisierten Verfahren zur Vereinheitlichung der Qualitätsstandards von WHO-Leitlinien [12], wurde die Evidenz des Zusammenhangs zwischen Exposition und Wirkung dargestellt. Die Erarbeitung der Leitlinien umfasste folgende Schritte:

- Formulierung der Zielsetzung und des Umfangs der Leitlinien
- Identifizierung der relevanten wissenschaftlichen Literatur
- Auswahl der Erhebungsmaße für die entscheidenden gesundheitlichen Auswirkungen
- Systematische Analyse der wissenschaftlichen Erkenntnisse
- Bewertung der Evidenz der in den systematischen Analysen untersuchten wissenschaftlichen Ergebnisse
- Ermittlung der Leitlinienwerte für die Belastung durch Umgebungslärm
- Festlegung der Stärke der Empfehlungen

In einem ersten Schritt wurde die relevante lärmmedizinische Literatur gesichtet, um alle relevanten Forschungsarbeiten zu identifizieren, die seit dem Erscheinen der „Community Noise Guidelines“ (1999) [2] und „Night Noise Guidelines“ (2009) [13] publiziert wurden.

Beruhend auf diesen Ergebnissen wurden insgesamt sieben systematische Analysen („Evidence Reviews“) durchgeführt [5-11], um den Zusammenhang zwischen Umgebungslärm und den folgenden gesundheitlichen Endpunkten zu beurteilen: Herz-Kreislauferkrankungen sowie Beeinträchtigungen des Stoffwechsels, starke Lärmbelästigung, Störungen des Schlafs, kognitive Beeinträchtigung, Hörschäden und Tinnitus, pränatale Beeinträchtigungen und Fehlgeburten sowie Lebensqualität, mentale Gesundheit und Wohlbefinden.

Eine gesonderte systematische Analyse wissenschaftlicher Erkenntnisse erfolgte im Hinblick auf die Bewertung der Wirksamkeit von Maßnahmen zur Minderung von Umgebungslärm und den damit verbundenen Gesundheitseffekten [4]. Die Arbeiten wurden in einem Peer-Review-Prozess evaluiert und in der Fachzeitschrift *International Journal for Environmental Research and Public Health* veröffentlicht.

Neben der statistisch-quantitativen Analyse der wissenschaftlichen Erkenntnisse bewerteten die jeweils zuständigen wissenschaftlichen Teams auch die Qualität dieser Erkenntnisse.

Gestützt auf diese Bewertungen formulierte die „WHO Guideline Development Group“ die Empfehlungen. Eingangs definierte die Gruppe zunächst jene gesundheitlichen Effekte, die sie für den Bereich Umgebungslärm und Gesundheit als entscheidend einschätzte („critical health outcomes“) und wählte anschließend die relevantesten Erhebungsmaße für diese Gesundheitseffekte aus.

Anschließend wurden basierend auf den Expositions-Wirkungs-Funktionen Leitlinienwerte für jede der gegenständlichen gesundheitlichen Auswirkungen ermittelt. Um den unterschiedlichen Studiendesigns in der Lärmwirkungsforschung (z.B. Kohorten-, Querschnitts- und Beobachtungsstudien) Rechnung tragen zu können, wurde das GRADE-Verfahren bei Bedarf an die Charakteristiken der jeweiligen Studien angepasst.

Da die Leitlinien insbesondere in die Politikgestaltung der Europäischen Region der WHO einfließen sollen, konzentrieren sie sich – wie oben ausgeführt - auf die am häufigsten verwendeten europäischen Lärmindikatoren, nämlich L_{den} und L_{night} . Ersterer lässt sich unter Verwendung seiner Komponenten (L_{day} , $L_{evening}$, L_{night}) einfach berechnen. Beide Indikatoren werden jeweils für die Belastung an der am höchsten lärmbelasteten Fassade außen angegeben.

Die Indikatoren L_{den} und L_{night} sind nicht nur die am häufigsten angewendeten Indikatoren im Bereich der Umweltberichterstattung bzw. in relevanten Regelwerken (z.B. [3]), sondern werden auch häufig als Maß für die Dauerschallbelastung in wissenschaftlichen Untersuchungen zu gesundheitlichen Auswirkungen von Lärm genutzt.

3 Leitlinienwerte für Straßen-, Schienen- und Fluglärm

Die Leitliniengruppe hat „zumutbare“ Risiken vorgeschlagen, mit deren Hilfe sie unter Berücksichtigung der wahrscheinlichsten Dosis-Wirkungsbeziehung die jeweiligen Richtwerte ableitet. Diese Zumutbarkeitsgrenzen werden im Einzelnen ausführlich begründet, sind aber letztendlich Gegenstand einer gesellschaftlich-politischen Entscheidung und nicht rein naturwissenschaftlich begründbar. Insbesondere sind dies:

- Für die Inzidenz ischämischer Herzerkrankung:
Eine Zunahme des Risikos um 5% (RR=1,05)
- Für die Inzidenz von Bluthochdruck: Eine Zunahme des Risikos um 10% (RR=1,1)
- Für den Prozentsatz an stark Belästigten: 10% (absolutes Risiko)
- Für den Prozentsatz stark im Schlaf Gestörter: 3% (absolutes Risiko)
- Lesen und Sprachverständnis: 1 Monat Verzögerung in schulischer Entwicklung

Die österreichischen Gesetze unterscheiden zwischen „Belästigung“ und „Gesundheitsgefährdung“. Daher wird in der Folge der Richtwert, der über den Prozentsatz an stark Belästigten abgeleitet wurde, gesondert dargestellt.

3.1 Straßenlärm

Für straßenverkehrsbedingte Lärmbelastungen empfiehlt die Leitlinienentwicklungsgruppe, basierend auf der Dosis-Wirkungsbeziehung zur starken Belästigung, einen Richtwert bzw. Leitlinienwert von 53 dB L_{den} .

Beruhend auf der Dosis-Wirkungsbeziehung zur Inzidenz von ischämischer Herzerkrankung wird ein Richtwert von 59,3 dB L_{den} (gerundet 59 dB) vorgeschlagen.

Für die nächtliche Lärmbelastung wird ein L_{night} von 45 dB empfohlen, da nächtlicher Straßenverkehrslärm oberhalb dieses Wertes mit Beeinträchtigungen des Schlafes verbunden ist.

3.2 Schienenlärm

Für die durch Schienenverkehr bedingten Lärmbelastungen wird ein Richtwert von 54 dB L_{den} empfohlen, da Schienenverkehrslärm oberhalb dieses Wertes mit schädlichen gesundheitlichen Auswirkungen verbunden ist. Die Richtwertableitung beruht auf der Dosis-Wirkungsbeziehung zur starken Belästigung. Die Evidenz für die Ableitung von Richtwerten auf Basis „harter“ Gesundheitseffekte wurde als nicht ausreichend eingeschätzt.

Für die nächtliche Lärmbelastung wird ein L_{night} von 44 dB empfohlen, da nächtlicher Schienenverkehrslärm oberhalb dieses Wertes mit negativen Auswirkungen auf den Schlaf verbunden ist.

3.3 Fluglärm

Für Fluglärmbelastungen wird ein Richtwert von 45 dB L_{den} empfohlen, da eine Exposition gegenüber Schallpegeln oberhalb dieses Wertes mit schädlichen gesundheitlichen Auswirkungen verbunden ist. Auch diese Richtwertableitung beruht auf der Dosis-Wirkungsbeziehung zur starken Belästigung. Hinsichtlich weiterer Endpunkte wurden nur Studien zu Auswirkungen auf Lesen und Sprachverständnis als hinreichend gut belastbar erachtet. Aus diesen leitet sich ein Richtwert von 55 dB L_{den} ab.

Für die nächtliche Fluglärmbelastung wird ein L_{night} von 40 dB empfohlen, da nächtlicher Fluglärm oberhalb dieses Wertes mit negativen Auswirkungen auf den Schlaf verbunden ist.

3.4 Fazit

Insgesamt wird empfohlen, dass seitens der Politik entsprechende Maßnahmen zur Reduktion der Lärmbelastung für jene Bevölkerungsteile getroffen werden sollen, deren Lärmexposition die neuen Leitlinienwerte übersteigt. Die Autoren räumen allerdings auch ein, dass übergeordnete Interessen insbesondere auch im Hinblick auf die unbestreitbaren Vorteile des Schienenverkehrs bei der regionalen oder staatlichen Ausgestaltung und Anwendung der Richtwerte berücksichtigt werden sollen.

4 Umwelthygienische Betrachtung der angewandten Methoden

In den folgenden Unterkapiteln werden die unterschiedlichen Methoden (z.B. statistische Modelle), welche in den Ableitungen angewendet wurden, genauer analysiert.

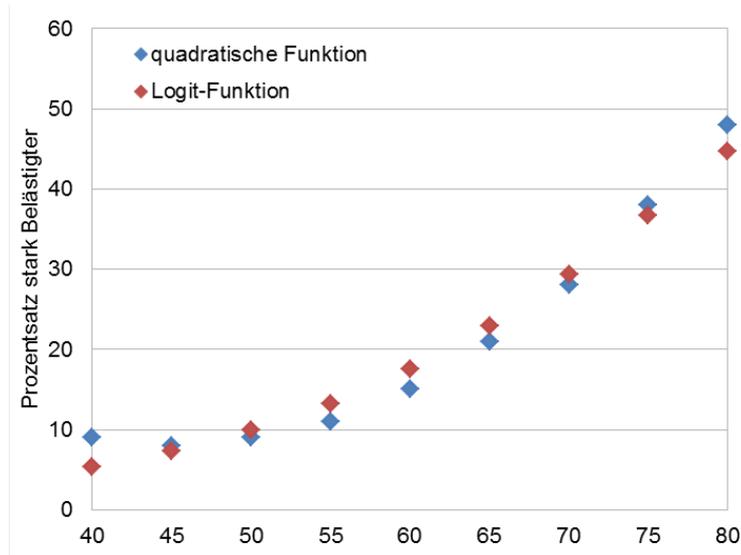
4.1 Regressionsanalyse (mit quadratischem Term) zur Abschätzung der Dosis-Wirkungsbeziehung für stark Belästigte

In den Metaanalysen (zu allen drei Lärmarten) wurde zur Abschätzung des Pegel-Wirkungs-Zusammenhangs eine Regressionsanalyse mit einem quadratischen Term durchgeführt [8]. Das ist auf den ersten Blick etwas ungewöhnlich. Unter der plausiblen Annahme, dass in der Bevölkerung die Schwelle individueller Einzelpersonen, ab der sie sich als „stark belästigt“ beschreiben, einer Normalverteilung folgt, wird die Beziehung zwischen dem Schallpegel und der Anzahl von stark Belästigten mathematisch von einer Probit-Verteilung beschrieben. Diese Verteilung entspricht dem Integral der Normalverteilung. Um die numerische Interpretation des Regressionsergebnisses zu erleichtern, wird in der Epidemiologie statt der Probit- häufig die Logit-Verteilung herangezogen, die ersterer ähnlich ist. Beide Transformationen beschreiben eine S-förmige Wirkungsbeziehung die sicherstellt, dass keine unmöglichen Ergebnisse erhalten werden, dass also weder weniger als keine Person „belästigt ist“ (keine negativen Werte) als auch nicht mehr als 100% betroffen sein können. Die Logit-Verteilung wird der logistischen Regression zugrunde gelegt, die üblicherweise zur Untersuchung binärer Outcome-Variablen (belästigt – nicht belästigt) angewandt wird.

Aber üblicherweise werden bei der Erstellung von Metaanalyse keine individuellen Daten verwendet, sondern nur die gepoolten Effektschätzer aus den einzelnen Studien. Daher konnten die Autoren der Metaanalyse keine logistische Regression durchführen, sondern mussten die Dosis-Wirkungsbeziehung durch eine mathematische Umformung nachbilden: Da eine logistische Regression eine deutlich nicht-lineare Dosis-Wirkungs-Beziehung liefert, haben sie versucht, diese Form der Beziehung durch ein quadratisches Modell darzustellen. Auch uns stehen nicht die Originaldaten zur Verfügung, aber wir haben versucht, die Ergebnisse der quadratischen Regression in eine hypothetische

Verteilung (mit je 100 Betroffenen je 5-dB Schritt) umzulegen und den Zusammenhang mittels logistischer Regression nachzubilden (Abbildung 1).

Abbildung 1: Regressionsanalyse der stark Belästigten durch Straßenverkehrslärm



Blau: stark Belästigte durch Straßenverkehrslärm laut WHO-Schätzung (quadratische Regression). Rot: Ergebnisse einer logistischen Regression unter Annahme der WHO-Werte.

Abbildung 1 zeigt, dass sich die Effektschätzer mittels logistischer Regression nur gering von denen der quadratischen Regression unterscheiden. Im Umkehrschluss kann gefolgert werden, dass die quadratische Regression im untersuchten Schallpegelbereich die tatsächliche Beziehung hinreichend gut abbildet. Bei anderen, allerdings in der Praxis nicht relevanten Pegelbereichen, würde das quadratische Modell hingegen völlig unplausible Werte liefern. So ist schon bei den dargestellten Werten zu sehen, dass das quadratische Modell bei 40 dB mehr stark Belästigte erwartet als bei 45 dB. Bei noch niedrigeren Pegeln würde die Zahl der Belästigten noch weiter ansteigen.

4.2 Wahl absoluter Schallpegel ohne Berücksichtigung der Vorbelastung

In der österreichischen Rechtsprechung und gutachterlichen Praxis orientiert sich die „Erheblichkeit“ bzw. „Zumutbarkeit“ einer Belästigung unter anderem auch an der „Ortsüblichkeit“ der Belastung und somit an der akustischen Vorbelastung. Dies ist

sinnvoll, da für eine Belästigungsempfindung eine Belastungsquelle auch bewusst als störend wahrgenommen werden muss. Dazu muss sich die konkrete Belastung auch vom Hintergrund-„Rauschen“ abheben. Dabei ist es allerdings nicht ausreichend, allein einen Beurteilungspegel mit einem Basispegel oder bestehenden Dauerschallpegel zu vergleichen. Vielmehr erfordert die ärztliche Beurteilung eine konkrete Hörprobe, da sich auch Geräusche bzw. Schallereignisse gleicher bzw. ähnlicher Lautstärke sehr in ihrer Frequenzverteilung und ihrer zeitlichen Dynamik unterscheiden können, so dass eine deutliche Wahrnehmbarkeit eventuell sogar bei Schallereignissen mit geringerem Pegel gegeben ist [14].

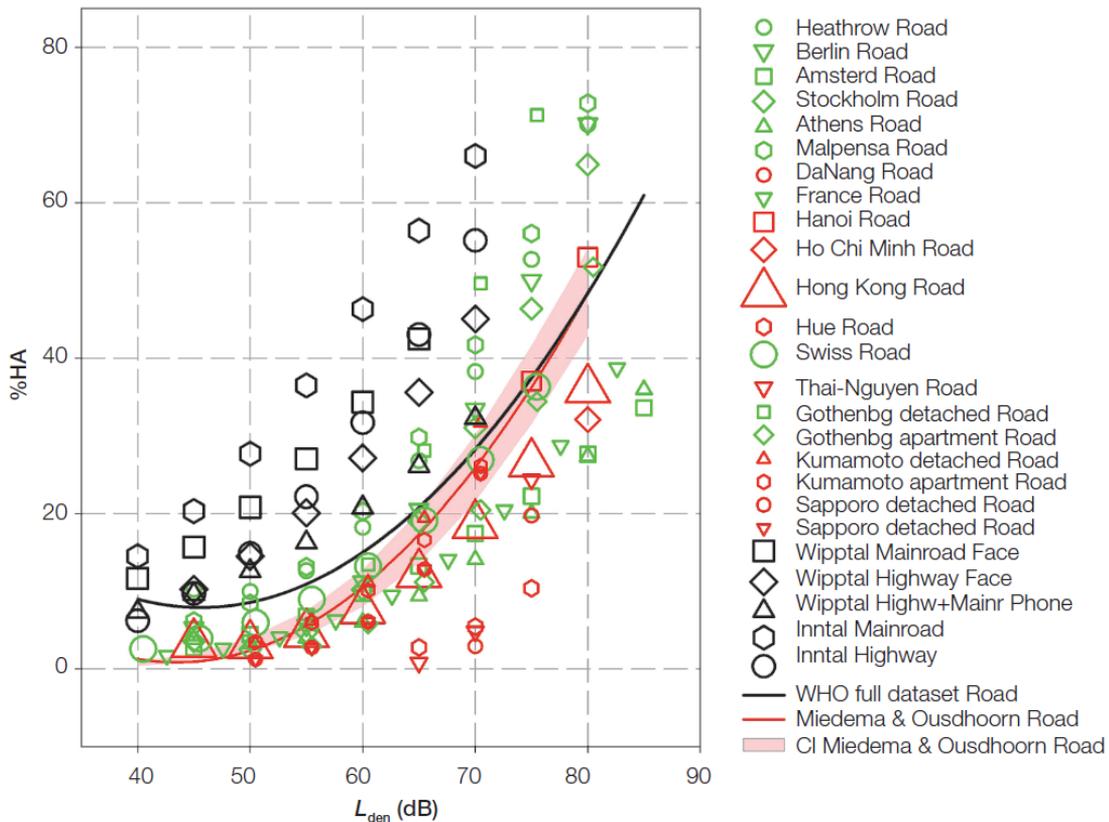
Gerade bei Straßenverkehrsprojekten ist aber zu bedenken, dass auch die vorbestehende akustische Situation in vielen Gegenden durch (anderweitigen) Straßenverkehr geprägt sein kann. Gerade hier ist ein Vergleich zwischen projektspezifischer und Vorbelastung zweckmäßig. Andererseits kann dies aber auch bedeuten, dass vor Umsetzung des Projektes noch einigermaßen ruhige Gebiete hinsichtlich des Belästigungsempfindens als besonders „lärmsensibel“ einzuschätzen sind.

Dies wird insbesondere auch bei Betrachtung der Grafik in den WHO-Guidelines zur Darstellung der starken Belästigung in Abhängigkeit von Straßenlärm ersichtlich (Abbildung 2). Die Effektschätzer der einzelnen Studien weichen stark voneinander ab. Gerade die österreichischen Studien aus Tirol zeigen im Vergleich bei gleichen Schallpegeln deutlich höhere Prozentsätze an stark Belästigten. Dies ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass die stärker ländlich geprägten Gebiete im Wipp- und Inntal als deutlich „lärmsensitiver“ einzuschätzen sind. Aber auch andere Einflüsse für die höheren Belästigungsraten in den Tiroler Studien werden diskutiert.

Abbildung 2 zeigt auch, dass die neuen Effektschätzer für Straßenverkehr gerade im niedrigeren Pegelbereich strenger geworden sind. Generell sind die Unterschiede zwischen der neuen und der alten Dosis-Wirkungskurve beim Straßenverkehr aber geringer ausgeprägt wie bei den beiden anderen Verkehrslärmarten.

Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass die Datenlage zum Straßenverkehrslärm schon seit längerer Zeit recht gut etabliert und abgesichert ist, während zu Flug- und Bahnverkehr erst in den letzten Jahren wichtige neue Studien erschienen sind. Die aktuellen und die „alten“ Expositions-Wirkungs-Kurven (stark Belästigte) für alle drei Lärmarten gemeinsam sind in Abbildung 3 übersichtlich dargestellt.

Abbildung 2: Darstellung des Zusammenhanges von Straßenlärm (L_{den}) und starker Belästigung in %

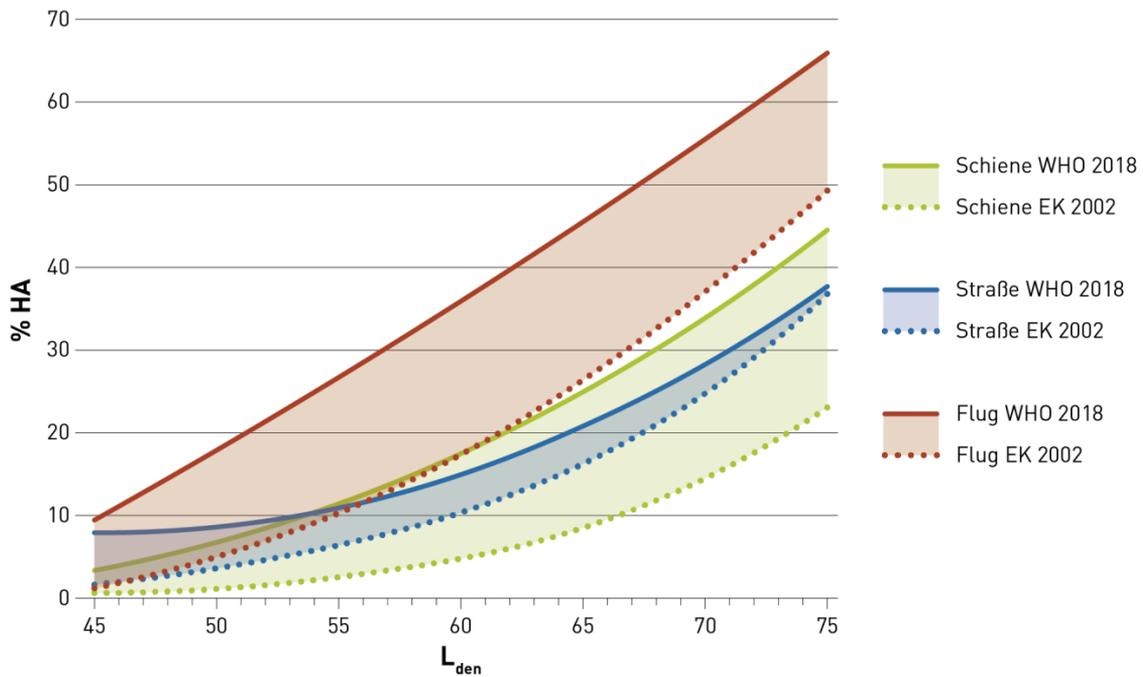


Quelle: WHO [1] Seite 39 Abbildung 6

Es ist dabei vor allem entscheidend, wie sich ein jeweiliges Störgeräusch in die sonstige „ortstypische“ Geräuschkulisse einfügt. Die österreichische Regelung, gerade im Hinblick auf die Beurteilung der „Belästigung“ weniger auf einen absoluten Grenzwert abzustellen, sondern den Störgeräuschpegel in Relation zum „ortsüblichen“ Hintergrundpegel zu setzen, erfährt vor diesem Hintergrund durchaus erneut seine Bestätigung.

Demgemäß müsste man, wenn man diesen Schlussfolgerungen aus der Abbildung 2 konsequent folgt, für „lärmsensitive“, bisher ruhige Gebiete eher noch strengere Richtwerte für neue Straßenbauprojekte ableiten.

Abbildung 3: Darstellung der Expositions-Wirkungs-Zusammenhänge für Verkehrslärm



Expositions-Wirkungs-Zusammenhänge zwischen Schallpegel und Prozentanteil stark belästigter Personen (HA: Highly Annoyed) aus den Jahren 2002 [15] und 2018 [1] für Straßen-, Schienen- und Fluglärm.

Es darf in diesem Zusammenhang auch angemerkt werden, dass der Begriff der „Ortsüblichkeit“ nur sehr ungenau definiert ist und je nach Gutachter oder je nach Situation einmal anhand der Flächenwidmung, dann wieder anhand der Vorbelastung am konkreten Ort oder anhand „erfahrungsgemäß typischer Werte bei der gegebenen Nutzung“ interpretiert wird. Aufgrund medizinischer und umweltpsychologischer Überlegungen ist die Vorbelastung am konkreten Ort die bedeutsamste Größe zur Bestimmung der „Ortsüblichkeit“, wobei deren Bestimmung noch einige Vereinheitlichung und technische Konkretisierung erfordert.

Abschließend werden in Tabelle 1 die Prozentsätze stark Belästigter in Abhängigkeit vom Schallpegel durch Straßenlärm dargestellt.

Tabelle 1: Stark Belästigte – Straßenlärm

L_{den} (dB)	%HA	L_{den} (dB)	%HA	L_{den} (dB)	%HA
40	9,0	55	11,0	70	28,4
45	8,0	60	15,1	75	37,6
50	8,6	65	20,9	80	48,5

%HA... Prozentanteil stark belästigter Personen (HA: Highly Annoyed), Quelle: WHO [1] Seite 40 Tabelle 10

4.3 Pathophysiologische Effekte

Die Datenlage zu „harten“ physiologischen Effekten ist nachvollziehbar geringer als zur Belästigung. Belästigung bzw. die Einstufung der eigenen Belästigung wird nach standardisierten Vorgaben durch Befragung in Querschnittsstudien erhoben. Gesundheitlich relevante pathophysiologische Effekte wie z.B. Veränderungen des Stoffwechsels oder kardiovaskuläre Effekte werden hingegen u.a. erst nach einer ausreichenden Expositionszeit auftreten. Zu deren Darstellung sind daher Langzeitstudien mit ausreichender Beobachtungszeit und/oder relativ hohen Fallzahlen notwendig. Ein großes Untersuchungskollektiv verteuert und erschwert aber die genaue Expositionsabschätzung. Häufig werden daher die Schallpegel an der meistexponierten Gebäudefassade berechnet, es wird aber nicht im Einzelfall erhoben, ob z.B. das Schlafzimmer zur Straße hin ausgerichtet ist, ob die Fenster in der Nacht geöffnet oder geschlossen sind, und welche Dämmwirkung von den Fenstern im Einzelfall ausgeht. Häufig sind auch Häufigkeit und Dauer des Aufenthaltes in der jeweiligen Wohnung nicht bekannt. Die wenigen Studien, die derartige Moderatorvariablen untersucht haben (zum Beispiel [16-18]), fanden nach Berücksichtigung dieser Variablen in der Regel deutlichere Pegel-Wirkungseffekte, was folglich die Annahme einer kausalen Beziehung verstärkt.

In den gegenständlichen Metaanalysen in [11] zu den einzelnen Verkehrslärmarten und den unterschiedlichen gesundheitlichen Endpunkten war es jedoch wegen der Diversität der einzelnen Studien nicht möglich, auf diese Details einzugehen. Beim Endpunkt ischämische Herzkrankheit (IHK), für die die Evidenzlage insgesamt beim Straßenverkehrslärm als von hoher Qualität eingeschätzt wurde, konnte daher nur ein Effektschätzer (als Risikoänderung pro 10 dB Pegeländerung) abgeleitet werden. Dieser Effektschätzer reflektiert beispielsweise nicht die Wohndauer und gibt daher auch nicht

an, ab wie viel Jahren an Belastung mit dem Auftreten der IHK zu rechnen ist. Dies ist für Infrastrukturprojekte wie Straßen, die für einen langjährigen Betriebszeitraum geplant werden, jedoch kaum relevant.

Dieser Effektschätzer geht von einer konstanten relativen Risikoerhöhung je 10 dB aus und setzt damit eine log-normale Pegel-Wirkungsbeziehung voraus. Basierend auf diesem Zusammenhang muss bzw. kann diese Beziehung auch zu den niedrigeren Pegeln hin extrapoliert werden. Aus den zugrunde gelegten Daten lässt sich keine harte Wirkschwelle etwa bei 53 dB ableiten. Dieser Pegel war der niedrigste in den genannten Studien untersuchte mittlere Pegel. Wahrscheinlich wird auch bei harten physiologischen Effekten eher eine Beziehung ähnlich der logit-Funktion anzunehmen sein mit einem zuerst langsamer ansteigenden relativen Risiko, einem steileren Verlauf bei mittleren Pegeln, und einer langsamen Sättigung bei extrem hohen Pegeln. Die Annahme einer harten Schwelle bei 53 dB(A) und darüber eines konstanten relativen Risikos kann als plausible Näherung dienen, allerdings mit der Einschränkung, dass eventuell gerade bei niedrigen Pegeln die gesundheitlichen Folgen von Lärm zumindest geringfügig unterschätzt werden.

4.4 Schlafstörungen

Ähnlich wie bei den Belästigten beruhen auch die Abschätzungen bei den Schlafstörungen („highly sleep disturbed“ nach den Metaanalysen in [5]) auf Befragungen Betroffener. Wiederum fassen die Autoren der Metaanalyse kumulierte Daten einzelner Studien zusammen und haben daher ebenfalls ein Modell einer Regression mit quadratischer Komponente verwendet. Im relevanten Pegelbereich sind die Effektschätzer durchaus plausibel und der Kurvenverlauf dürfte nicht wesentlich von der tatsächlichen Pegel-Wirkungs-Kurve abweichen.

Schlafstörungen durch Lärm lassen sich kurzfristig beobachten und in Querschnittsstudien erheben. Gesundheitlich bedeutender als akute Effekte auf eine einzelne Nacht oder wenige Nächte ist die wiederholte und länger andauernde Auswirkung von gestörter Nachtruhe. Diese kann mit der entsprechenden Einwirkungsdauer und Latenz gravierende pathophysiologische Veränderungen nach sich ziehen. Daher ist der gewählte Schwellenwert von absolut 3% stark im Schlaf Gestörter, wiewohl nicht mehr rein wissenschaftlich ableitbar, doch nachvollziehbar begründet [1].

Tabelle 2: Stark im Schlaf Gestörte – Straßenverkehrslärm

L_{night} (dB)	%HSD	95% KI	L_{night} (dB)	%HSD	95% KI
40	2,0	0,90 - 3,15	55	6,0	3,19 - 8,84
45	2,9	1,40 - 4,44	60	8,5	4,64 - 12,43
50	4,2	2,14 - 6,27	65	12,0	6,59 - 17,36

%HSD... Prozentanteil stark im Schlaf gestörter Personen (HSD: Highly Sleep Disturbed), Quelle: WHO [1]

5 Anwendbarkeit der Richtwerte im Lichte der österreichischen Gesetzeslage

Beispielhaft werden in den folgenden Unterkapiteln verschiedene Aspekte diskutiert, welche aus umwelthygienischer bzw. umweltmedizinischer Sicht und Erfahrungen im Rahmen von Begutachtungen eine große Rolle spielen. Insbesondere werden im Folgenden auch österreichische Richt- und Grenzwerte mit den Richtwerten der WHO verglichen, wobei in der Regel der Straßenverkehrslärm als am besten untersuchtes Beispiel herangezogen wird.

5.1 Gesundheitsgefahr und unzumutbare Belästigung

Die wissenschaftliche Datenlage ist zu Lärm und „harten“ Gesundheitsfolgen wie etwa kardiovaskulären Folgen weniger belastbar als zu Belästigung. Die WHO schlägt daher vor, auch eine größere Anzahl stark belästigter Personen („highly annoyed“), im Detail ab einem Prozentsatz von 10% als einen „adversen Gesundheitseffekt“ zu betrachten. Diese Einstufung entspricht dem ganzheitlichen Gesundheitsbegriff der WHO [19]. Der österreichische Gesetzgeber unterscheidet hingegen (z.B. im Gewerbebereich) zwischen „Gesundheitsgefahr“ („Gesundheitsgefährdung“) und „unzumutbarer Belästigung“.

5.2 Gewichtete Dauerschallpegel und Präzision

Als Maß für die Lautstärke wird primär durchgehend ein Tageszeit-gemittelter Dauerschallpegel verwendet. Dieses einheitliche Maß ist notwendig, um Daten aus unterschiedlichen Studien vergleichbar zu machen. In Österreich wurden in Normen, Richtlinien und Verordnungen teilweise Richt- bzw. Grenzwerte für den Dauerschallpegel am Tag und für die Nacht festgelegt, wobei die nächtlichen Pegel in der Regel um 10 dB unter denen am Tage liegen. Dies entspricht weitgehend der typischen tageszeitlichen Dynamik von Verkehrslärm, wenn auch in Sonderfällen stärkere oder geringere Unterschiede zwischen den Tageszeiten denkbar sind.

Die WHO (und die EU) legen einen einzelnen Wert zugrunde, wobei die Nachtstunden mit einem Gewichtungsfaktor von 10 und die Abendstunden von 5 dB versehen werden, und sodann ein energieäquivalenter Mittelungspegel über alle 24 Stunden berechnet wird. Zusätzlich werden im Rahmen der österreichischen gutachterlichen Praxis auch die ungünstigste Stunde (nachts) und allenfalls auch Spitzenpegel beurteilt.

Österreichische Normen legen Grenz- oder Richtwerte in der Regel in 5-dB-Schritten fest. Das ist mit den europäischen Reporting-Anforderungen [3] vergleichbar und entspricht durchaus der Mess- und Modellierungsgenauigkeit für Dauerschallpegel. Unterschiede im Schallpegel in dieser Größenordnung ergeben sich auch durch zufällige Schwankungen z.B. in der täglichen Verkehrsintensität selbst zwischen gleichen Wochentagen und durch meteorologische Einflüsse. Auch die meisten epidemiologischen Studien haben die Exposition der Anrainer und Anrainerinnen in 5-dB-Kategorien eingeteilt, da jede genauere Einteilung lediglich zu einer Pseudogenauigkeit führen würde. Dennoch ist nicht anzunehmen, dass die Dosis-Wirkungsbeziehungen in Sprüngen zu je 5 dB erfolgen. Vielmehr ist es zulässig und für Regressionsmodelle unerlässlich, von einer kontinuierlichen Dosis-Wirkungsbeziehung auszugehen. Dementsprechend leitet die WHO auch deutlich „unrunde“ Leitwerte ab, z.B. 53,3 dB für Straßenverkehrslärm beruhend auf dem Effektschätzer für 10% stark belastigte Personen. Für praktische Belange entspricht dieser Richtwert dem gerundeten Wert von 55 dB, der in Österreich als Widmungsmaß (am Tage) und somit als eine Art Planungswert für städtisches Wohngebiet etabliert ist.

5.3 Zulässige Gesundheitsrisiken

Bezüglich „harter“ Gesundheitseffekte findet die WHO hinsichtlich ischämischer Herzerkrankungen die beste bzw. am meisten belastbare Evidenzlage. Die epidemiologische Datenlage weist nicht auf eine Wirkschwelle im Bereich des untersuchten Pegelbereiches hin. Die Datenlage ist nicht ausführlich genug, um genauere Untersuchungen über die Form der Dosis-Wirkungsbeziehung insbesondere im relativ niedrigen Pegelbereich durchzuführen. Als „default“- Annahme geht die WHO (und mit ihr die EU) daher von einer linearen Dosis-Wirkungsbeziehung ab jenem Pegel aus, der dem niedrigsten in den diesbezüglichen Studien eingeschlossenen Pegel entspricht, welcher folglich als Referenzpegel herangezogen wird.

Da keine sichere Schwelle angegeben werden kann, unterhalb derer kein Effekt nachweisbar ist, kann auch kein Grenzwert festgelegt werden, bei dem es sicher kein

Risiko gibt. Alternativ arbeitet die WHO mit dem Konzept des „akzeptablen Risikos“. Welches Risiko (bzw. welche relative Risikoerhöhung) noch akzeptabel ist, unterliegt letztendlich einer gesellschaftlichen Entscheidung und ist keinesfalls rein naturwissenschaftlich ableitbar.

Ob ein Risiko akzeptabel ist, hängt unter anderem auch von der Schwere der Erkrankung ab. „Je schwerer die Erkrankung desto geringer sind folglich die Prozentsätze, die aus ärztlicher Sicht als „akzeptabel“ vertretbar sind. Zur Verdeutlichung: Ein Prozentsatz, der etwa für einen banalen Infekt noch vertretbar ist, kann für Herzinfarkt oder schwere chronische Erkrankungen medizinisch nicht akzeptiert werden.

Für ischämische Herzerkrankungen schlägt die WHO als „akzeptable“ Grenze eine relative Risikosteigerung von 5% vor. Dies ist angesichts der Schwere des Endpunktes gut nachvollziehbar. Der derzeitige österreichische Grenzwert für den Schutz der Gesundheit in der Bundesstraßen-Lärmimmissionschutzverordnung (BStLärmIV) von 65 dB würde gerundet etwa einem zusätzlichen Risiko von 10% für kardiovaskuläre Endpunkte entsprechen.

5.4 Unterscheidung von Lärmarten

Die getrennte Betrachtung unterschiedlicher Lärmarten in den WHO-Guidelines ist insoweit notwendig, als unterschiedliche Lärmquellen Lärm unterschiedlicher Qualität in Bezug auf Dynamik, Frequenzzusammensetzung und andere Merkmale erzeugen, die daher auch bei gleicher Lautstärke unterschiedliche Effekte auslösen können.

In der gutachterlichen Praxis wird man häufig mit multiplen Lärmarten konfrontiert, die teilweise von unterschiedlichen Quellen verursacht werden, teilweise auch von einem Verursacher herrühren, zum Beispiel in Bewilligungsverfahren nach der Gewerbeordnung, wo etwa von einer geplanten Industrieanlage sowohl Industrielärm als auch Lärm aus dem betriebskausalen Verkehr resultiert. Die Lärmbelastung bei den betroffenen Anrainern und Anrainerinnen wird in diesem Fall aus der Kombination mehrerer Lärmarten bestehen, welches im Grunde eine integrierte Betrachtung notwendig macht.

5.5 Bahnlärm und Schienenbonus

Bahnlärm erhält u.a. in Österreich einen sogenannten „Schienenbonus“ [22]. Dieser Bonus von 5 dB wurde ursprünglich mit älteren Studien zur Dosis-Wirkungsbeziehung bei Belästigungen begründet, die eine höhere Akzeptanz des Schienenverkehrs im Vergleich zum Straßenverkehr zeigten. Die aktuelle Metaanalyse [8], die auch neuere Studien einschloss, kann diesen Unterschied nicht mehr bestätigen bzw. findet sie nur sehr geringe Unterschiede zwischen den beiden Verkehrsarten (10% stark Belästigte durch Straßenverkehr: gerundet 53 dB, für Schienenlärm 54 dB).

Die Datenlage zu pathophysiologischen Effekten von Schienenverkehr ist weniger ausführlich als zu Straßenlärm. Dennoch weisen gerade auch neuere Studien (z.B. [20]) darauf hin, dass beide Lärmarten ähnlich einzuschätzen sind. Der fehlende Unterschied in den Effekten von Lärm aus beiden Quellen bestärkte die Autoren sogar in ihrer Schlussfolgerung, dass die Effekte von Straßenverkehr nicht durch Luftschadstoffe verursacht sein können, da sie in gleichem Ausmaß auch vom Schienenverkehrslärm (bei fast vollständig elektrifizierter Schweizer Bahn) gefunden werden.

Ein Schienenbonus wäre allenfalls aus übergeordneten Gründen in Interessensabwägung bezüglich der sonstigen (ökologischen) Vorteile des Bahnverkehrs im Vergleich zu anderen Verkehrsträgern vertretbar. Dies wird auch von den Autoren der WHO-Guidelines angedeutet. Aus umweltmedizinischer Sicht ist ein undifferenzierter Schienenbonus für die Nachtzeit keinesfalls zulässig.

5.6 Europäische Berichtspflichten

Die Umgebungslärmrichtlinie der EU [3] normiert die Durchführung verpflichtender Lärm-Berichte durch die Mitgliedsländer. Derzeit müssen sie die Anzahl von Personen melden, die (in 5-dB-Kategorien) gegenüber Tageszeit-gemittelten Dauerschallpegeln insbesondere verursacht durch die drei genannten Verkehrsarten exponiert sind. Die Lärmindikatoren sind daher mit denen der WHO vergleichbar. Es liegt daher nahe und wurde auch tatsächlich bereits von der Kommission vorgeschlagen, in zukünftigen Reports die Zahl der exponierten Personen mit den Risikoschätzern der WHO zu kombinieren, um eine unmittelbar gesundheitlich relevante Maßzahl zu erhalten. Im Gegensatz zu Luftschadstoffen legt die Kommission jedoch weiterhin für Lärm keine europäischen verbindlichen Grenzwerte fest.

Die Einheitlichkeit bei den Mindeststandards von Luftschadstoffen hat zwei Gründe:

1. In einem offenen Markt besteht der Anreiz, durch Umwelt- und Sozialdumping einen Wettbewerbsvorteil gegenüber den Mitstreitern zu erwirken. Dies gilt es durch Mindeststandards einzudämmen.
2. Luftschadstoffe werden auch durch Ferntransport verfrachtet. Ein Mitgliedsstaat, der höhere Immissionen erlaubt und damit auch höhere Emissionen zulässt, belastet und gefährdet daher auch seine Nachbarn.

Der erste Grund trifft ebenso auf den Lärm zu, der zweite allerdings nicht.

Bei Luftschadstoffen ist schon seit längerer Zeit bekannt, dass die derzeit gültigen Grenzwerte nicht gänzlich vor nachteiligen Gesundheitsfolgen schützen (z.B. fehlende Wirkschwellen für Feinstaub). Die Grenzwerte sind vielmehr ein gesellschaftlicher Kompromiss einer Interessenabwägung, in der die wünschenswerte Vermeidung von Gesundheitsschäden dem Aufwand und den technischen Möglichkeiten der Belastungsminderung etc. gegenübergestellt wird. In Diskussionen rund um die Begrenzung der Lärmexposition in der Bevölkerung dominiert nach wie vor der Gedanke bzw. die Fiktion einer sicheren Schwelle, unterhalb derer Beeinträchtigungen der Gesundheit definitiv ausgeschlossen werden können, und welche man zur Grenzwertsetzung heranziehen kann. Die epidemiologische Datenlage widerspricht dieser Ansicht sehr deutlich.

6 Straßenlärm und Luftschadstoffe

Im Grunde kann die Gesamtevidenz für die drei Verkehrslärmarten zumindest für jeweils einige Endpunkte als robust betrachtet werden. Ein geringer Zweifel bestand hier hinsichtlich einzelner „harter“ Gesundheitsfolgen insofern, als insbesondere Straßenverkehr nicht nur Lärm, sondern auch Luftschadstoffe emittiert. Dies erschwert es für einzelne Studien, die jeweiligen Effekte genau zu differenzieren. Doch bereits die Metaanalysen für die neuen Richtlinien der WHO, aber auch Einzelstudien, die nachträglich veröffentlicht wurden [z.B. 20], konnten eindeutig einen Lärmeffekt zeigen, welcher unabhängig von Luftschadstoffen ist. Nach derzeitigem Wissensstand ist daher nicht davon auszugehen, dass Verkehrslärmstudien, insbesondere auch zu Straßenverkehrslärm, die gesundheitlichen Folgen von Lärm überschätzen. Vielmehr ist sogar denkbar, dass die Summenwirkung von Lärm und Luftschadstoffen stärker ist als die Summe der Einzelwirkungen, dass also zwischen den beiden Belastungsfaktoren eine positive Interaktion im Sinne einer gegenseitigen Wirkungsverstärkung besteht [21,22]. Da Lärm und Luftschadstoffe mittels unterschiedlicher Wirkpfade zu den gleichen klinischen Effekten führen, ist es denkbar und biologisch plausibel, dass ein Teil der zusätzlichen Erkrankungsfälle durch Luftschadstoffe, ein weiterer Teil durch den Lärm, und ein dritter Teil nur durch das Zusammenwirken beider Stressoren verursacht wird. Üblicherweise sind jedoch derartige Interaktionen nur schwer statistisch-epidemiologisch zu fassen und deren Quantifizierung wird stark vom verwendeten Modell und insbesondere von den zugrundeliegenden Dosis-Wirkungs-Verläufen beeinflusst. In der Regel sind Interaktionseffekte gering im Vergleich zu den Haupteffekten und daher kann in erster Näherung die Wirkung von Lärm und von Luftschadstoffen getrennt betrachtet werden.

Exkurs: Zeitabhängigkeit der Lärmbelastung

Infrastrukturprojekte wie höherrangige Straßen oder Bahnlinien werden für einen längeren Planungshorizont bewilligt. Dabei stellt sich weniger die Frage nach dem Zusammenhang zwischen der Zeitdauer der Lärmbelastung und den gesundheitlichen Folgen. Eine einheitliche Dosis-Wirkungsbeziehung, die lediglich ein Maß für die Schallbelastung (L_{den}) und das relative Risiko (zum Beispiel wie im Fall von Straßen für ischämische Herzerkrankungen) berücksichtigt, ist bei dieser Aufgabenstellung

ausreichend. In anderen Begutachtungsfällen, die (zum Beispiel im Zuge einer Großbaustelle) eine längere, aber doch zeitlich befristete Verkehrslärmerhöhung beurteilen, wären Effektschätzer in Abhängigkeit von der Belastungsdauer aber durchaus relevant. Leider reicht die Datenlage für eine so spezielle Fragestellung nicht aus. Vielmehr ist man in der Begutachtung gezwungen, plausible Richtwerte für zeitlich begrenzte Belastungen zu interpolieren, wie es ja auch die ÖAL 3/1 in der derzeitigen Fassung vorschlägt [23]. Für diese Interpolation werden einerseits Richtwerte für die dauerhafte (oder doch zumindest langfristige) Lärmbelastung herangezogen, wie sie eben auch in der WHO-Richtlinie abgeleitet werden, andererseits Richtwerte für die kurzzeitige Lärmbelastung, die aus Beobachtungen der vegetativen Übersteuerung in Kurzzeitexperimenten erstellt wurden.

7 Schlussfolgerung und Synopsis

Im Rahmen dieser Expertise sollte geprüft werden, inwiefern die neuen Richtwerte für den Straßenverkehr sowie bezüglich ausgewählter Endpunkte auch für Flug- und Bahnlärm für die österreichische Situation und Gesetzeslage relevant sind.

Generell wird zur Übertragbarkeit der Leitlinien seitens der WHO angemerkt, dass die empfohlenen Leitwerte sowohl in Europa als auch weltweit anwendbar sind. Begründet wird dies aufgrund der den Leitlinien zugrundeliegenden internationalen Forschungsergebnissen, welche für die Ableitung der Richtwerte herangezogen wurden.

Es handelt sich bei den Richtwerten um wissenschaftlich gut abgesicherte Werte, die auf sorgfältig durchgeführten systematischen Reviews beruhen. Einbezogen waren Studien bis zum Jahr 2015, später erschienene Untersuchungen wie die Schweizer Studien SIRENE (*Short and Long Term Effects of Transportation Noise Exposure*, z.B. [24]), SAPALDIA (*Study on Air Pollution And Lung Disease In Adults*, z.B. [25]), deutsche NORAH-Studie (*Noise Related Annoyance, Cognition, and Health*, z.B. [26]) stützen die Ergebnisse.

Laut WHO ist Verkehrslärm eine der wichtigsten umweltbedingten Gefahren für menschliche Gesundheit bzw. für das Wohlbefinden der Bevölkerung in der europäischen Region [1]. Dies zeigt sich auch in den Berechnungen der Europäischen Umweltagentur: Basierend auf der Anzahl von Betroffenen wurden (Erhebungen im Rahmen der strategischen Umgebungslärmkartierung 2017) rund 460 vorzeitige Todesfälle pro Jahr für Österreich berechnet, die auf Verkehrslärm zurückgeführt werden können [27]. Gesundheitseffekte sind demnach entsprechend der WHO auch bereits unter den derzeitigen Schwellenwerten gemäß Bundes-LärmV zu erwarten.

Das höhere Belästigungs- und Schlafstörungspotential des Flugverkehrs (bei gleichen Dauerschallpegeln wie Straßen- oder Schienenverkehr) ist schon lange bekannt und wird durch die neuen Daten der WHO bestätigt.

Auch das österreichische Umweltbundesamt sieht nach wie vor Verkehrslärm als „maßgebende Lärmquelle“. Weiters hält das Umweltbundesamt im zwölften Umweltkontrollbericht fest [28]: „Die in Österreich festgelegten Schwellenwerte für die

Umgebungslärm-Aktionsplanung scheinen angesichts der kürzlich von der WHO veröffentlichten Leitlinien hoch.“

Letztlich muss die Politik entscheiden, welche von Lärm verursachten Risiken noch akzeptabel sind (siehe dazu auch Tabelle 3 - Tabelle 5). Die mit der aktuellen Immissionssituation einhergehenden Risiken sind mit der gegenwärtigen humanmedizinischen wissenschaftlichen Evidenz nicht zu vereinbaren.

Tabelle 3: Gegenüberstellung der Prozentsätze von stark belästigten und stark im Schlaf gestörten Personen exponiert gegenüber Straßenlärm.

Straßenlärm	L_{den} dB	Prozentsatz stark Belästigte	L_{night} dB	Prozentsatz stark Schlafgestörte
Schwellenwert Bundes-LärmV	60	15%	50	4%
Empfehlung WHO 2018	53	10%	45	3%

Tabelle 4: Gegenüberstellung der Prozentsätze von stark belästigten und stark im Schlaf gestörten Personen exponiert gegenüber Schienenlärm.

Schienenlärm	L_{den} dB	Prozentsatz stark Belästigte	L_{night} dB	Prozentsatz stark Schlafgestörte
Schwellenwert Bundes-LärmV	70	34%	60	17%
Empfehlung WHO 2018	54	10%	44	3%

Tabelle 5: Gegenüberstellung der Prozentsätze von stark belästigten und stark im Schlaf gestörten Personen exponiert gegenüber Fluglärm.

Fluglärm	L_{den} dB	Prozentsatz stark Belästigte	L_{night} dB	Prozentsatz stark Schlafgestörte
Schwellenwert Bundes-LärmV	65	46%	55	26%
Empfehlung WHO 2018	45	10%	40	3%

Quelle: WHO [1]

Bei der Reduktion der Lärmbelastung sind drei wesentliche Strategien denkbar: Als erstes sind Maßnahmen des aktiven Schallschutzes, also die Reduktion der Schallemission an der Quelle, am Ausbreitungsweg sowie organisatorische Maßnahmen (z.B. Zeitbeschränkungen) zu nennen. Erst nach Ausschöpfung dieser Möglichkeiten stehen Maßnahmen des passiven Schallschutzes. Diese Maßnahmen sollten immer nur als letzter Ausweg betrachtet werden, da sie mit einer Reihe von wohnmedizinischen Nachteilen verbunden sind, wie insbesondere eine Verringerung der Möglichkeiten zur Wohnraumlüftung und zur selbstbestimmten Wohnraumnutzung. Darüber hinaus verfehlt der passive Wohnschutz an Wohngebäuden das ebenfalls gesundheitlich relevante Ziel des Freiraumschutzes. Eine ruhige Wohnung in einem ruhigen Umfeld dient nicht nur der unmittelbaren Gesundheit, sondern auch darüber hinaus der Lebensqualität der Betroffenen.

Dabei ist auch zu berücksichtigen, dass Studien zum Belästigungsempfinden historisch eher auf die „stark“ oder „sehr stark“ Belästigten abziehen. Der Prozentsatz aller Belästigten ist jedoch weitaus größer anzusetzen. Belästigung wie auch Schlafstörungen sind nicht nur für sich genommen problematisch. Vielmehr bewirken sie auch über Störung hormoneller Regelkreise (Stresshormone, zirkadiane Rhythmen) viele wichtige physiologische Funktionen und begünstigen damit langfristig auch „harte“ Gesundheitsschäden (speziell Herz-Kreislauf-Erkrankungen), wie sie eben auch in der Lärmwirkungsforschung dargestellt werden.

Angesichts der neuen fundierten wissenschaftlichen Evidenz der Lärmforschung wird aus ärztlicher Sicht eine Anpassung der derzeitigen Grenzwerte im Sinne des Gesundheitsschutzes empfohlen.

Literaturverzeichnis

1. WHO Europe 2018: Environmental Noise Guidelines for the European Region. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark. ISBN 978 92 890 5356 3
2. World Health Organization (WHO): Guidelines for community noise. Geneva, 1999.
3. Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm - Erklärung der Kommission im Vermittlungsausschuss zur Richtlinie über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm. Amtsblatt Nr. L 189 vom 18/07/2002 S. 0012 – 0026
4. Brown AL, van Kamp I (2017). WHO environmental noise guidelines for the European Region: a systematic review of transport noise interventions and their impacts on health. *Int J Environ Res Public Health*. 14(8): E873
5. Basner M, McGuire S (2018). WHO environmental noise guidelines for the European Region: a systematic review on environmental noise and effects on sleep. *Int J Environ Res Public Health*. 15(3): E519
6. Clark C, Paunovic K (2018). WHO environmental noise guidelines for the European Region: a systematic review on environmental noise and cognition. *Int J Environ Res Public Health*. 15(2): E285
7. Clark C, Paunovic K (2018). WHO Environmental noise guidelines for the European Region: a systematic review on environmental noise and quality of life, wellbeing and mental health. *Int J Environ Res Public Health*. 15(11): E2400
8. Guski R, Schreckenber D, Schuemer R (2017). WHO environmental noise guidelines for the European Region: a systematic review on environmental noise and annoyance. *Int J Environ Res Public Health*. 14(12):1539
9. Nieuwenhuijsen MJ, Ristovska G, Dadvand P (2017). WHO environmental noise guidelines for the European Region: a systematic review on environmental noise and adverse birth outcomes. *Int J Environ Res Public Health*. 14(10): E1252

10. Śliwińska-Kowalska M, Zaborowski K (2017). WHO environmental noise guidelines for the European Region: a systematic review on environmental noise and permanent hearing loss and tinnitus. *Int J Environ Res Public Health*. 14(10): E1139
11. van Kempen E, Casas M, Pershagen G, Foraster M (2018). 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*. 15(2): E379
12. World Health Organization (WHO): WHO handbook for guideline development, second edition. Geneva, 2014.
13. WHO Regional Office for Europe: Night noise guidelines for Europe. Copenhagen, 2009.
14. ÖAL Die Wirkung des Lärms auf den Menschen, Beurteilungshilfen für den Arzt Richtlinie Nr 6/18, Ausgabe 2011/02/01. ÖAL, Wien, 2011.
15. Miedema HME, Oudshoorn GM (2001): Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals. *Environ. Health Perspect* 109:409-416.
16. Babisch W, Wölke G, Heinrich J, Straff W (2014): Road traffic noise and hypertension--accounting for the location of rooms. *Environ Res*.133:380-387.
17. Dzhambov AM, Tokmakova MP, Gatseva PD, Zdravkov NG, Gencheva DG, Ivanova NG, Karastanev KI, Vladeva SV, Donchev AT, Dermendzhiev SM (2017): Community noise exposure and its effect on blood pressure and renal function in patients with hypertension and cardiovascular disease. *Folia Med (Plovdiv)*. 59(3):344-356.
18. Foraster M, Künzli N, Aguilera I, Rivera M, Agis D, Vila J, Bouso L, Deltell A, Marrugat J, Ramos R, Sunyer J, Elosua R, Basagaña X (2014): High blood pressure and long-term exposure to indoor noise and air pollution from road traffic. *Environ Health Perspect*. 122(11):1193-1200.
19. WHO (1946). Preamble to the Constitution of the World Health Organization as adopted by the International Health Conference, New York, 19–22 June 1946; signed

on 22 July 1946 by the representatives of 61 States and entered into force on 7 April 1948. Geneva: World Health Organization

20. Héritier H, Vienneau D, Foraster M, Eze IC, Schaffner E, de Hoogh K, Thiesse L, Rudzik F, Habermacher M, Köpfli M, Pieren R, Brink M, Cajochen C, Wunderli JM, Probst-Hensch N, Röösli M (2019): A systematic analysis of mutual effects of transportation noise and air pollution exposure on myocardial infarction mortality: a nationwide cohort study in Switzerland. *Eur Heart J.* 40(7):598-603
21. Münzel T, Sørensen M, Gori T, Schmidt FP, Rao X, Brook J, Chen LC, Brook RD, Rajagopalan S (2017): Environmental stressors and cardio-metabolic disease: part I-epidemiologic evidence supporting a role for noise and air pollution and effects of mitigation strategies. *Eur Heart J.* 38(8):550-556.
22. Münzel T, Sørensen M, Gori T, Schmidt FP, Rao X, Brook FR, Chen LC, Brook RD, Rajagopalan S (2017) Environmental stressors and cardio-metabolic disease: part II-mechanistic insights. *Eur Heart J.* 38(8):557-564.
23. Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung (2008): ÖAL-Richtlinie Nr. 3 Blatt 1. Beurteilung von Schallimmissionen im Nachbarschaftsbereich. ICS 13.140; 1. Ausgabe, März 2008.
24. Brink M, Schäffer B, Vienneau D, Foraster M, Pieren R, Ezel C et al (2019): A survey on exposure-response relationships for road, rail, and aircraft noise annoyance: Differences between continuous and intermittent noise. *Environment International* 125:277-290.
25. Foraster M, Eze IC, Schaffner E, Vienneau D, Héritier H, Endes S et al. (2017): Exposure to road, railway, and aircraft noise and arterial stiffness in the SAPALDIA study: annual average noise levels and temporal noise characteristics. *Environ Health Perspect.* 125(9):097004
26. Umweltbundesamt (2016): Fachliche Einschätzung der Lärmwirkungsstudie NORAH. position // april 2016 ISSN 2363-8273

27. European Environment Agency (2018): Noise Country Factsheet Austria 2018. Kopenhagen. <https://www.eea.europa.eu/themes/human/noise/noise-fact-sheets/noise-country-fact-sheets-2018/austria>
28. Umweltbundesamt (2019): Zwölfter Umweltkontrollbericht. Umweltsituation in Österreich. Umweltbundesamt, Wien

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Stark Belästigte – Straßenlärm	16
Tabelle 2: Stark im Schlaf Gestörte – Straßenverkehrslärm	18
Tabelle 3: Gegenüberstellung der Prozentsätze von stark belästigten und stark im Schlaf gestörten Personen exponiert gegenüber Straßenlärm.	27
Tabelle 4: Gegenüberstellung der Prozentsätze von stark belästigten und stark im Schlaf gestörten Personen exponiert gegenüber Schienenlärm.	27
Tabelle 5: Gegenüberstellung der Prozentsätze von stark belästigten und stark im Schlaf gestörten Personen exponiert gegenüber Fluglärm.	27

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Regressionsanalyse der stark Belästigten durch Straßenverkehrslärm	12
Abbildung 2: Darstellung des Zusammenhanges von Straßenlärm (L_{den}) und starker Belästigung in %.....	14
Abbildung 3: Darstellung der Expositions-Wirkungs-Zusammenhänge für Verkehrslärm ..	15

**Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und
Technologie**

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

+43 1 711 62 65-0

umgebungslaerm@bmk.gv.at

bmk.gv.at