

Von der Evidenzgrundlage zu den neuen WHO-Leitlinien für Umgebungslärm

Entstehung und die Konsequenz für die Mitgliedsländer der EU

Peter Lercher

Der Artikel beschreibt im ersten Teil, auf welchen Grundlagen die neuen WHO-Leitlinien für Umgebungslärm vom 10.10.2018 beruhen. Dabei wird auch die den Leitlinienwerten zu Grunde liegende Methodik der Evidenzerhebung und -beurteilung erläutert. Mit GRADE kam eine primär zur Entwicklung von klinischen Leitlinien entwickelter systematischer Bewertungsansatz zum Einsatz, der z. T. den lärmbedingten Gesundheitsendpunkten angepasst werden musste. Ein entscheidendes Merkmal der neuen Leitlinienwerte ist, dass diese Werte bereits ein gesichert erhöhtes Gesundheitsrisiko anzeigen und abweichend von früheren Leitlinien der WHO nicht einen NOEL (No Observed Effect Level) markieren.

Im zweiten Teil werden notwendige Konsequenzen der jetzt höher eingeschätzten gesundheitlichen Risiken (insbesondere bei Schienen- und Flugverkehrslärm) ausgeführt. Dazu gehört eine Anpassung der nationalen Schwellenwerte für die Lärmkartierung im Rahmen der Umgebungslärmrichtlinie, um den EU-Leitwerten von 55 dB(A) / 50 dB(A) (tags/nachts) gerecht zu werden. Schließlich muß die klassische Lärmbekämpfung durch erweiterte Gesamtkonzepte (z. B. Soundscape-Ansatz) ergänzt werden. Nur eine integrierte Berücksichtigung aller assoziierten Belastungen (Lärm, Erschütterung, Luftverschmutzung) mit Einbezug von Faktoren, welche für die Bewältigung und Restoration (Grünraum, ruhige Hinterhöfe) von Bedeutung sind, kann nachhaltige Ergebnisse sichern.

Dazu müssen die Gesundheitskosten des Lärms auf Basis der WHO-Leitlinienwerte neu berechnet werden, um auf die ökonomisch bedeutsamen Kosten für den Gesundheitssektor durch Nicht-handeln hinzuweisen.

Der Ausgangspunkt

Die alte WHO-Richtlinie war 1999 veröffentlicht worden, bezog sich allgemein auf Wohngebiete (55 dB(A) Tag, 45 dB(A) Nacht) und war nicht quellspezifisch [1]. In der Zwischenzeit waren viele neue Studien zur möglichen Gesundheitswir-

From evidence to new WHO-guidelines for environmental noise – development and implications for the EU member states.

The first part of this article describes the aims and the procedure on which the new WHO guidelines for environmental noise of 10 October 2018 are based. Furthermore, the underlying methodology of evidence collection and assessment is also explained. With GRADE, a new systematic approach, developed primarily for the development of clinical guidelines, was applied. GRADE had partially to be adapted to the specific noise-related health endpoints. A key feature of the new guideline values is, that these values already indicate a significantly increased health risk and do not mark a NOEL (No Observed Effect Level) – in contrast to earlier WHO guidelines.

The second part discusses the necessary implications of the estimated higher health risks (especially for rail and air traffic noise) for the EU-member states. The Environmental Noise Directive needs an adjustment of national noise mapping thresholds to comply with the current EU guidelines of 55 dB(A) / 50 dB(A) (day / night). Finally, classical noise abatement must be supplemented by extended overall noise management concepts (e.g. soundscape approach). Only an integrated consideration of all associated impacts (noise, vibration, air pollution), including factors supporting coping with noise and providing opportunities for restoration (green spaces, quiet backyards), can ensure sustainable results.

To support required actions, the health costs of noise must be recalculated on the basis of the WHO guidelines values in order to stress the economically significant costs to the health sector in the case of inaction.

kung durch Lärm erschienen. 2009 erschien die Nachtlärm-Leitlinie [2] nach einer Neueinschätzung der Literatur. In den letzten 15 Jahren sind zwar eine Reihe von neuen Übersichtsarbeiten zu den gesundheitlichen Auswirkungen chronischer Verkehrslärmbelastungen publiziert worden. Diese Publikationen

unterschieden sich jedoch meist bezüglich der Systematik, der einbezogenen Studien (Zeitraumen und/oder Qualitätskriterien) und bezogen sich häufig nur auf eine Lärmquelle oder einen Gesundheitsendpunkt [Auswahl: 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Straßenverkehrslärm und Fluglärm wurden am häufigsten untersucht. Für Schienenlärm gab es schon länger keine systematische Übersichtsarbeit [9]. Das, obwohl eine Reihe von nationalen Studien den in etlichen Ländern angewandten Schienenbonus als nicht mehr allgemeingültig ausgewiesen haben [10, 11, 12]. Durch die Energiewende war auch das Thema Windkraft und Gesundheit [13, 14, 15, 16] ins Zentrum des wissenschaftlichen und öffentlichen Interesses geraten – welches einige Unsicherheit bei den Genehmigungsbehörden verursacht hat.

Grundlage und Ziele

2010 wurde die WHO auf der Fünften Ministerkonferenz Umwelt und Gesundheit in Parma aufgefordert, neue Leitlinien unter Einbezug von Windkraftanlagen und Freizeitlärm zu erarbeiten. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) vergab deshalb 2014 nach einer Empfehlung der Leitlinienentwicklungsgruppe (LEG) acht systematische Evidenzstudien an Expertengruppen. Die ausgewählten Zielpunkte betrafen

Auswirkungen auf Belästigung und Schlaf; kognitive Beeinträchtigung; Herz-Kreislauf und Stoffwechsel; nachteilige Wirkungen auf die Schwangerschaft/Geburt; Hörschäden und Tinnitus; sowie psychische Gesundheit und gesundheitsbezogene Lebensqualität. Eine gesonderte systematische Evidenzstudie untersuchte die Wirksamkeit von Maßnahmen (Verringerung der Lärmbelastung) auf Gesundheitsparameter. Diese Evidenzübersichten sollten sich auf die Haupt-Verkehrslärmquellen (Straßen-, Schienen-, Fluglärm) und Windenergieanlagen beziehen; die Hörschäden und Tinnitus-Übersicht bezog sich ausschließlich auf Freizeitlärmquellen und wird in diesem Zusammenhang nicht spezifisch berücksichtigt. Die Ergebnisse dieser Studien sollten dazu dienen, aktuell dem Stand des Wissens angepasste und an wesentlichen Gesundheitsendpunkten orientierte Leitlinien spezifisch für die wesentlichen Umwelt-Lärmquellen abzuleiten. Die Leitlinien wurden für die Europäische Region entwickelt, sollen den Mitgliedsstaaten eine grundsatzpolitische Orientierungshilfe zur Aktualisierung des Schutzes der öffentlichen Gesundheit vor Umgebungslärm geben. Deshalb haben sich die Evidenzstudien auch auf die von der Umgebungslärmrichtlinie (END) verwendeten Lärmindikatoren (L_{den} , L_{night}) bezogen, was z. T. durch Umrech-

meTECNO

ab 29,00 €/m²

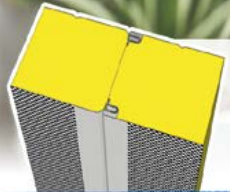
Detaillierte
Prüfberichte
von namhaften
Instituten



Schallabsorption
 $\alpha_w \approx 0,95 - 1,00$

Schalldämmung
 $R_w \approx 34 \text{ dB}$

Schallschutz-Sandwichelement mit Dämmkern
aus Glaswolle und Steinwolle



www.metec-no-sound.de

Unerhört gut!

Markus Bayha • Gebietsverkaufsleiter - Süd-West



meTECNO
SOUND

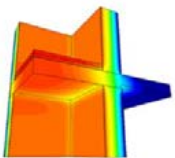
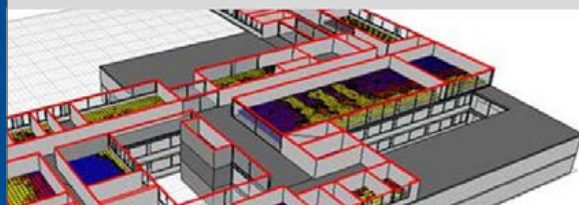
Tel: +49 7151 20609 80

Fax: +49 7151 20610 29

Mobil: +49 163 8203115

markus.bayha@metecno.de

Beratungsingenieure (m/w/d)



Verstärken Sie unsere Teams in Winnenden (Stuttgart) oder in Halle (Saale), Bottrop, Bretten, Feldkirchen-Westerham oder als zukünftiger Niederlassungsleiter in Lübeck.

Sie sind interessiert? Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung!

Kurz und Fischer GmbH, www.kurz-fischer.de

Bewerbung an: roland.kurz@kurz-fischer.de

Unser Angebot

- Selbständige Bearbeitung von Projekten in den Sachgebieten der Bauphysik, des Schallimmissionsschutzes und der Technischen Gebäudeausrüstung
- Festanstellung mit leistungsgerechter Bezahlung
- Fundierte Einarbeitung durch kompetente und erfahrene Kollegen sowie fachliche und persönliche Weiterbildung
- Es warten auf Sie spannende und abwechslungsreiche Aufgaben, flexible Arbeitszeiten und ein kollegiales Arbeitsklima in einem motivierten und engagierten Team

KURZ UND FISCHER
Beratende Ingenieure • Bauphysik

Winnenden • Halle (Saale)

KURZ UND FISCHER
Beratende Ingenieure • Bauphysik

Bretten

KURZ UND FISCHER
Beratende Ingenieure • Bauphysik

Feldkirchen-Westerham

KURZ UND FISCHER
Ingenieurgesellschaft • Bauphysik

Bottrop

Ebene 1: Evidenzstudien- Beurteilung gemäß GRADE [19]

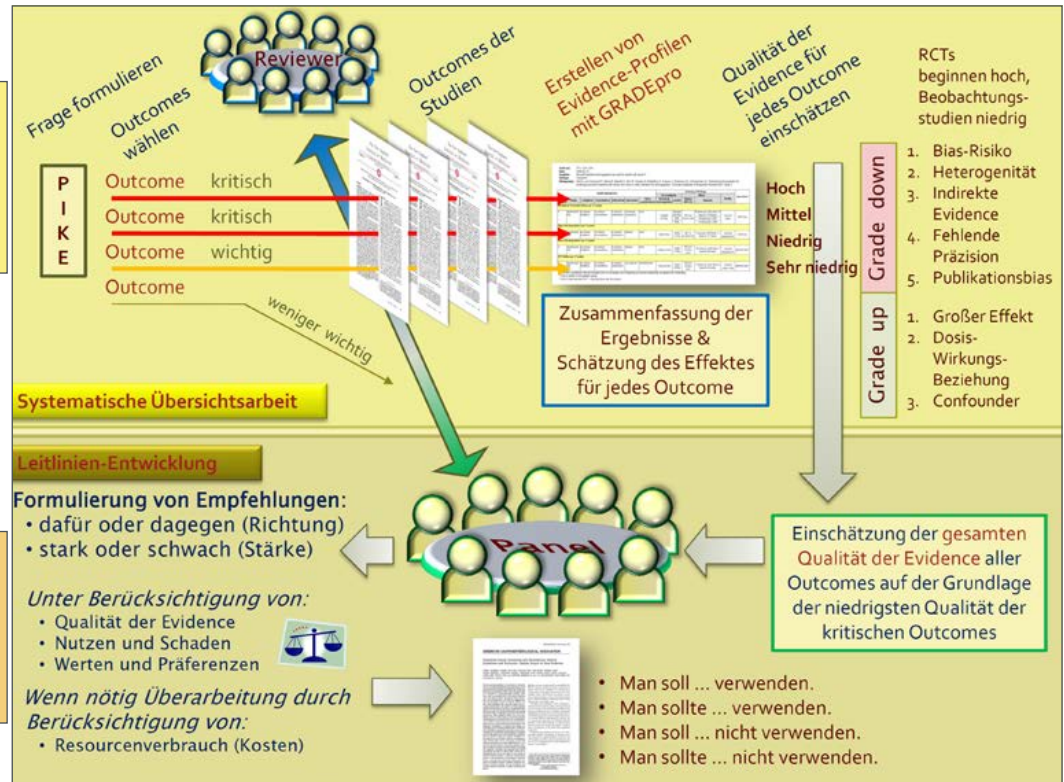


Abb. 1: Der zweistufige Prozess der Leitlinienentwicklung und seine Wechselwirkungen. (Abdruck mit freundlicher Genehmigung von [18])

nungen erreicht wurde (z. B. für $L_{Aeq,24h}$, $L_{Aeq,16h}$, L_{dn}) – aber auch zum Ausschluss von Studien geführt hat, in welchen andere (komplexere oder psychoakustische Indikatoren) verwendet wurden.

Die Methodik der Evidenzstudien

Es wäre eine Unterlassung, die veröffentlichten Leitlinienwerte ohne die der Evidenzerhebung und -beurteilung zu Grunde liegende Methodik zu erörtern. Für diese Evidenzstudien kam eine neue, systematische Bewertungsmethode (GRADE) zur Anwendung, welcher sich die WHO seit 2009 verpflichtet hatte [17]. Mit GRADE ist ein zweistufiger

Prozess der Leitlinienentwicklung verbunden (siehe Abbildung 1). Auf der Ebene 1 werden nicht nur die Zielsetzung und die Kernfragen der Leitlinienentwicklung festgelegt, sondern auch die Art der systematischen Durchsicht der Evidenz und die Bewertung ihrer Qualität bestimmt. Auf der Ebene 2 wird dann der so gewonnene Evidenzbestand von der Leitliniengruppe überprüft und Leitlinienwerte auf Basis der verfügbaren Expositions-Wirkungskurven abgeleitet. Schließlich wird auch die Stärke der Empfehlung (stark, bedingt) ausgearbeitet.

Dieser Prozess der Anwendung von GRADE verlief nicht ganz unkompliziert. Historisch wurde GRADE primär zur Entwicklung von klinischen Leitlinien entwickelt. Die Gesundheitsendpunkte des Lärms mit der größten Bevölkerungswirkung (Schlafstörungen und Belästigung) im Sinne einer dauerhaften Beeinträchtigung (DALYs) sind aber nicht klinische Endpunkte im strengen Sinn, weil in diesen Studien vornehmlich Fragebogenerhebungen und nur selten – oder nur in kleinen Stichproben – klinische Messungen (z. B. EEG-Ableitungen für den Schlaf) als Grundlage dienen. Für diese Endpunkte und für die Wirkungsabschätzung der psychischen Gesundheit und der gesundheitsbezogenen Lebensqualität mussten z. T. Anpassungen für die Evidenzerhebung und -beurteilung vorgenommen werden. Aber auch für sogenannte „harte“ Endpunkte, wie Bluthochdruck oder gar Medikamenteneinnahme wird in GRADE ein Qualitätsabzug für die Evidenz gemacht,

Spezifische Fachbegriffe

DALY (disability adjusted life-years) ist eine im öffentlichen Gesundheitswesen und in der Ökonomie verwendete Maßzahl, um die gesundheitliche Beeinträchtigung durch einen Krankheitszustand zu beschreiben. Mit den DALYs wird nicht nur ein Sterbefall (verlorenes Lebensjahr), sondern auch die chronisch gesundheitliche Beeinträchtigung („disability“) des normalen Lebens durch eine Krankheit erfasst und zusammengerechnet. Hierzu werden die Krankheitszustände gewichtet.

In Tabelle 1 sind die durch die WHO verwendeten Krankheitsgewichte („disability weight“) für die prioritären Gesundheitsendpunkte der WHO-Lärmleitlinie gelistet. Die starke Belästigung erhält z. B. nur einen sehr niedrigen Wert (0.02 auf einer Beeinträchtigungs-Skala von 0 bis 1), eine Herzkrankheit dagegen 0.405.

Mit den DALYs kann dann die Krankheitslast („burden of disease“) sowohl durch einzelne Krankheiten, als auch durch Risikofaktoren (wie Lärm oder Luftverschmutzung) berechnet und verglichen werden.

Qualität der Evidenz	Studiendesign	Herabstufen falls...	Heraufstufen falls...	
Hoch	Randomisierte Studie (RCT)	Mängel in der Studienmethodik -1 schwerwiegend -2 sehr schwerwiegend	Effektstärke + 1 groß + 2 sehr groß	Hoch: Wir sind sehr sicher, dass der wahre Effekt nahe bei dem Effektschätzer liegt.
Mittel		Heterogene Ergebnisse (inconsistency) -1 schwerwiegend -2 sehr schwerwiegend	Dosis-Wirkungsbeziehung + 1 Nachweis einer Dosis-Wirkungsbeziehung	Moderat: Wir haben mäßig viel Vertrauen in den Effektschätzer: Der wahre Effekt ist wahrscheinlich nahe bei dem Effektschätzer, aber es besteht die Möglichkeit, dass er relevant verschieden ist.
Niedrig	Beobachtungsstudie	Indirekte Evidenz -1 schwerwiegend -2 sehr schwerwiegend	Alle vorstellbaren "Confounder" + 1 würden nachgewiesenen Effekt verkleinern, oder + 1 würden für den Fall, dass die Ergebnisse keinen Effekt zeigen, fälschlicherweise einen Effekt suggerieren	Niedrig: Unser Vertrauen in den Effektschätzer ist begrenzt: Der wahre Effekt kann durchaus relevant verschieden vom Effektschätzer sein.
Sehr Niedrig		Fehlende Präzision -1 schwerwiegend -2 sehr schwerwiegend Publikationsbias -1 wahrscheinlich -2 sehr wahrscheinlich		Sehr niedrig: Wir haben nur sehr wenig Vertrauen in den Effektschätzer: Der wahre Effekt ist wahrscheinlich relevant verschieden vom Effektschätzer.

Abb. 2: Kriterien der Qualitätsabschätzung von Evidenz nach GRADE (Abdruck mit freundlicher Genehmigung von [22])

wenn „nur“ Patienteninformation und nicht ärztliche Aufzeichnung dafür vorliegt.

Da die klinische Leitlinienentwicklung in GRADE hauptsächlich auf Evidenz aus randomisierten klinischen Interventionen beruht, werden alle Studien, welche keine Zeitdimension enthalten (Querschnittsstudien) oder reine Beobachtungsstudien (ohne experimentellen Ansatz) sind, ebenfalls abgewertet. Das ist ein Hauptgrund, warum z. B. die Evidenz für die starke Belästigung teilweise nur als „niedrig“ eingeschätzt wurde – obwohl letztlich auf Grund der deutlichen Risikogradienten in den Expositions-Wirkungskurven die Leitlinienempfehlung als „streng“ beurteilt wurde.

Grundsätzliche Erkenntniseinschränkungen mussten für die kognitive Beeinträchtigung, die psychische und die geburtliche Gesundheit in Kauf genommen werden. Für diese Endpunkte erlaubte die zur Verfügung stehende Evidenzgrundlage keine gesicherte Ableitung von Expositions-Wirkungskurven. Eine Übersicht über die Kriterien zur Qualitätsabschätzung nach GRADE ist in Abbildung 2 ausgeführt.

Weiterführende Information zur Methodik wurden in einer separaten WHO-Publikation beschrieben [21]. Die Bearbeitung hat auch wegen der neuen Anforderungen für die Evidenzgewinnung länger gedauert (2014 bis 2017) und die z. T. sehr umfangreichen Berichte wurden schließlich in einem internationalen Fachjournal nach einem eingehenden Review-Prozess bis Mitte 2018 in verkürzter Form publiziert [23]. Abweichend davon ist der vollständige Herz-Kreislauf- und Stoffwechsel-Evidenzbericht zusätzlich auf der Webseite des nationalen Public Health Instituts der Niederlande (RIVM) verfügbar [24].

Es gibt auch Unterschiede bei den einzelnen Evi-

denzberichten hinsichtlich des Zeit- und Suchrahmens, aus welchem Studien miteinbezogen wurden. Grundsätzliches Ziel der WHO war es, neue Literatur nach Veröffentlichung der Community Guidelines (1999) einzubeziehen. Mit Ausnahme der Mental Health Übersichtsarbeit (ab 2005) decken die anderen Evidenz-Arbeiten den Zeitraum von 2000–2014/2015 ab. Einige (Schlaf, Kognition, Herz-Kreislauf) haben ohne Zeitlimit gesucht. Relevante Unterschiede gab es jedoch in Hinblick auf die verwendeten Suchalgorithmen und die Anzahl der verwendeten Datenbasen. Während die Mental Health und Kognitions-Übersichtsarbeit nur Artikel von Zeitschriften mit peer review einbezog, haben andere Arbeitsgruppen zusätzlich lärmrelevante Konferenzberichte (ICBEN, ICA, Internoise) oder auch graue Literatur (Schlaf) durchsucht. Einzelne Arbeitsgruppen (Belästigung, Herz-Kreislauf) haben die durch die Suche identifizierten Autoren nach der Qualitätsprüfung kontaktiert, um passende numerische Informationen für die Expositions-Wirkungskurven zu erhalten. Die Autoren für die geburtliche Gesundheit bezogen sich auf die letzten drei systematischen Übersichtsarbeiten (bis 2014), bewerteten diese und bezogen neue Studien bis Dezember 2016 zusätzlich mit ein.

Die Methodik der Leitlinienentwicklung

Abweichend von früheren Leitlinien (Community Guideline 1999 [1] und Night Noise Guideline 2009 [2]) beziehen sich die empfohlenen Leitlinien-Werte nicht mehr auf den in toxikologischen oder anderen Risikoabschätzungen meist verwendeten NOEL (No Observed Effect Level). Die LEG kam überein ([25], Seite 40), die Leitlinienwerte methodisch abweichend so zu bestimmen, dass ein gesichert („con-

Tab. 1: Dem Leitlinienwert zugrunde liegender relevanter Risikoanstieg für prioritär eingeschätzte Gesundheitswirkungen durch die untersuchten Lärmquellen

Prioritäre Gesundheitsindikatoren	Relevanter Risikoanstieg für Leitliniensetzung
Inzidenz Ischämische Herzkrankheit (DW: 0.405)	5 % Anstieg des relativen Risikos
Inzidenz Bluthochdruck (DW: 0.117)	10 % Anstieg des relativen Risikos
Belästigung: % HA (DW: 0.02)	10 % Anstieg des absoluten Risikos
Schlafstörung: % HSD (DW: 0.07)	3 % Anstieg des absoluten Risikos
Kognition: Lesen / Verstehen (DW: 0.006)	Verzögerung des Lesealters um einen Monat

DW = Disability weighting, HA = starke Belästigung, HSD = starke Belästigung während der Schlafenszeit

fident“) erhöhtes Risiko für nachteilige Gesundheitswirkungen bei diesem Schalldruckpegelwert vorliegt. Die empfohlenen Leitlinienwerte repräsentieren deshalb nicht mehr Wirkungs-Schwellenwerte, sondern zeigen bereits den Bereich an, in welchem gesichert nachteilige Wirkungen auf die Gesundheit der exponierten Personen zu erwarten sind.

Um diesen Wert nachvollziehbar zu bestimmen, wurde ein fünfstufiger Prozess angewandt, in dem neben der Evidenzgrundlage auch Experteneinschätzungen einfließen. Die Setzung des spezifischen Leitlinienwerts für die untersuchten Lärmquellen erfolgte auf der Basis der als prioritär bewerteten Gesundheitswirkungen (Tabelle 1). Dabei spielte die Validität der Expositions-Wirkungskurve, die Steilheit des Risikoanstiegs, der Schweregrad der Beeinträchtigung (basierend auf der etablierten „disability“ Gewichtung), aber auch die Nachhaltigkeit des Einflusses auf die gesundheitlichen Endpunkte eine maßgebende Rolle. Deshalb wurde z. B. für die starke Schlafstörung ein 3 %iger Anstieg des absoluten Risikos bestimmt – während für die starke Belästigung ein 10 %iger Anstieg angesetzt wurde. Obwohl die unmittelbare Auswirkung der Beeinträchtigung des Leseverständnisses von Experten als gering eingeschätzt wird (DW nur 0.006) wird die langfristige Auswirkung für das Schulkind als signifikant erachtet und erfuhr deshalb eine prioritäre Schutzeinstufung.

Die Herausforderung nach dem Erscheinen der neuen WHO-Leitlinien [25]

Umsetzung: Das Fehlen einheitlicher Schwellenwerte in der EU

Eine entscheidende Schwäche der Umgebungslärmrichtlinie (END) und ihrem Hauptinstrument zur Reduktion der Lärmbelastung der Bevölkerung – der Lärmaktionsplanung – liegt in der freien Disposition der Mitgliedsländer, ihre Schwellenwerte für die noch tolerable Lärmbelastung selbst zu bestimmen.

Häufig werden in den EU-Ländern nicht-bindende Richtwerte oder Schwellenwerte verwendet (z. B. Deutschland), welche auch noch durch Bundesländer eigenständig verändert werden. Diese freie Disposition der Mitgliedsländer führte zu einem sehr diversen Bild und ist auch verantwortlich dafür, dass nach Runde 3 (2017/2018) der Lärmkartierung und Aktionsplanung die EU noch weit davon entfernt ist, die Bevölkerung einheitlich vor nachteiligen Gesundheitswirkungen zu schützen.

Auch nach 17 Jahren END haben die meisten Mitgliedsländer, darunter auch solche mit reicher Erfahrung in Lärmforschung und Lärmbekämpfung, keine wirkliche Umstellung auf die konzeptuelle Grundkonzeption der END vorgenommen. Diese uneinheitliche administrative Lage schafft so jetzt einen deutlichen Kontrast zu der inzwischen stärkeren Evidenz für gesundheitliche Lärmwirkungen.

Dabei hatte die EU bereits selbst im 7. Umweltaktionsprogramm von 2013 generell für alle Lärmquellen Schwellenwerte von $L_{den} = 55 \text{ dB(A)}$ und $L_{night} = 50 \text{ dB(A)}$ als Zielvorstellung angesetzt [26]. Dort wurde auch festgehalten, dass die Lärmbelastung im Rahmen der Aktionspläne bis 2020 verringert werden sollte, um näher an die von der WHO vorgeschlagenen (alten) Richtwerte für Wohngebiete (55 dB(A) tags und 40 dB(A) nachts) zu kommen. Die Nichterreichung der EU-Ziele bis 2020 bedeutet, dass sich der notwendige Schutz der Bevölkerung quer durch die EU – trotz enormen Aufwands für Lärmkartierung und Aktionsplanung – relativ verringert hat, ohne dass die rechtliche Situation – im Vergleich mit der Luftverschmutzung – angepasst worden wäre.

Umsetzung: Schwellenwertanpassungen sind notwendig

Die neuen Leitlinien der WHO [25] erfordern vor allem Anpassungen durch die jetzt höher eingeschätz-

Tab. 2: Vergleich von Schwellen mit WHO-Leitlinienwerten: Beispiel Österreich

Lärmquelle		Schwellenwerte*	WHO 2018**	Differenz
Straßenverkehrslärm	Tag/Abend/Nacht (L_{den})	60 dB(A)	53 dB(A)	7 dB(A)
	Nacht (L_{night})	50 dB(A)	45 dB(A)	5 dB(A)
Schienenverkehrslärm	Tag/Abend/Nacht (L_{den})	70 dB(A)	54 dB(A)	16 dB(A)
	Nacht (L_{night})	60 dB(A)	44 dB(A)	16 dB(A)
Flugverkehrslärm	Tag/Abend/Nacht (L_{den})	65 dB(A)	45 dB(A)	20 dB(A)
	Nacht (L_{night})	55 dB(A)	40 dB(A)	15 dB(A)

* für die Lärmaktionsplanung in Österreich (2005)

** Richtlinie der WHO zur Vermeidung von Gesundheitsgefahren (10.10.2018) [25]

ten gesundheitlichen Risiken durch Schienen- und Flugverkehrslärm. Obwohl Einzelstudien nie an die Bedeutung von systematischen Reviews herankommen können, ist anzumerken, dass große Studien nach Redaktionsschluss der WHO-Evidenz-Studien den Stand des Wissens zusätzlich untermauert haben [Auswahl: 27, 28, 29, 30, 31, 32]. Zentraleuropäisch sind insbesondere die Ergebnisse der deutschen Heinz-Nixdorf- [33] und NORAH-Studie sowie die Studien aus der Schweiz (SiRENE, SAPALDIA) von Bedeutung. Die SiRENE-Studie bestätigte, dass sich starke Belästigung und starke Schlafstörung von Straße und Schiene ähneln, bei höheren Pegeln aber die Schiene voranliegt [34]. Die NORAH-Studie fand ebenfalls ein erhöhtes Herz-Kreislauf-Risiko nicht nur für den Straßen-, sondern auch für den Schienenverkehr [35]. Des weiteren wurde auch ein erhöhtes Risiko für Depressionen für beide Verkehrsquellen beobachtet [36].

Die WHO-Leitlinien werden ferner auch unterstützt durch neue Risikoabschätzungen, welche die gesundheitlichen Folgen von Lärm und Luftverschmutzung (als DALYs) integriert nach dem aktuellen Stand des Wissens für einzelne Nationen und große europäische Agglomerationen berechnet haben [37, 38, 39]. Diese Studien zeigen dieselbe Größenordnung der Gesundheitswirkung für Luft- als auch Lärmbelastungen.

Die Diskrepanz zwischen (alten) nationalen Schwellen und neuen WHO-Leitlinienwerten ist insbesondere beim Schienen- und Flugverkehrslärm besonders groß. Gut sichtbar in Österreich (Tabelle 2), wo zumindest bundesländerübergreifend einheitliche Schwellenwerte zur Anwendung kommen.

Dabei kommt der Bekämpfung des Schienenverkehrslärms – im Vergleich zum Fluglärm – wegen der deutlich höheren Zahlen für die Bevölkerungsbelastung (> 55 dB(A), L_{den}) ein besonderer Stellenwert zu. Gerade für Länder mit hohem Bevölkerungsanteil durch Schienenverkehrsbelastung, wie Öster-

reich, Slowakei, Schweiz und auch Deutschland stellt das eine außergewöhnliche Herausforderung dar.

Die Schweiz ist hier deutlich weiter. Im Personenverkehr werden ausschließlich lärmarme Wagen mit Scheibenbremsen eingesetzt und bei allen inländischen Güterwagen wurden die stark lärmverursachenden Grauguss-Bremsklötze bereits vollständig gegen leisere K-Sohlen ausgetauscht. Auch Lärmschutzwände wurden nach Dringlichkeitskriterien gereiht und umgesetzt. Diese durchgehende Systematik des Lärmmanagements fehlt in anderen EU-Ländern. Dort ist das Rollmaterial oft veraltet und, da Güterzüge vornehmlich in der gesundheitlich sensiblen Nachtzeit operieren, sind höhere Schlafstörungsziffern zu erwarten. Das wird auch in Zahlen sichtbar (Tabelle 3).

Der Vergleich in Tabelle 3 zeigt, dass der Anteil der berechneten Schlafstörungen durch Schienenlärm in Deutschland doppelt so hoch wie beim Straßenverkehrslärm ist. Das ist nicht verwunderlich, sind doch schon 1,45 Mio. Anrainer von Schienenstrecken allein in Nordrhein-Westfalen über dem EU-Wert von 50 dB(A), L_{night} belastet – im Bundesgebiet sogar 5,16 Mio. [41]. Aber auch für Österreich liegt der berechnete Anteil der Schlafstörungen für die Schiene relativ höher als in der Schweiz.

Tab. 3: Berechnete Schlafstörungen: Basis ist die Lärmkartierung von 2017, der EU-Richtwert für die Nacht (50 dB(A), L_{night}) und die Schlafstörungsdaten der „Burden of disease“-Studie (WHO 2011) [40].

Quelle: EEA. Noise-country-fact-sheets-2018

Lärmquelle	Deutschland	Schweiz	Österreich
Straße	237.392	117.671	144.156
Schiene	485.574	40.491	78.698

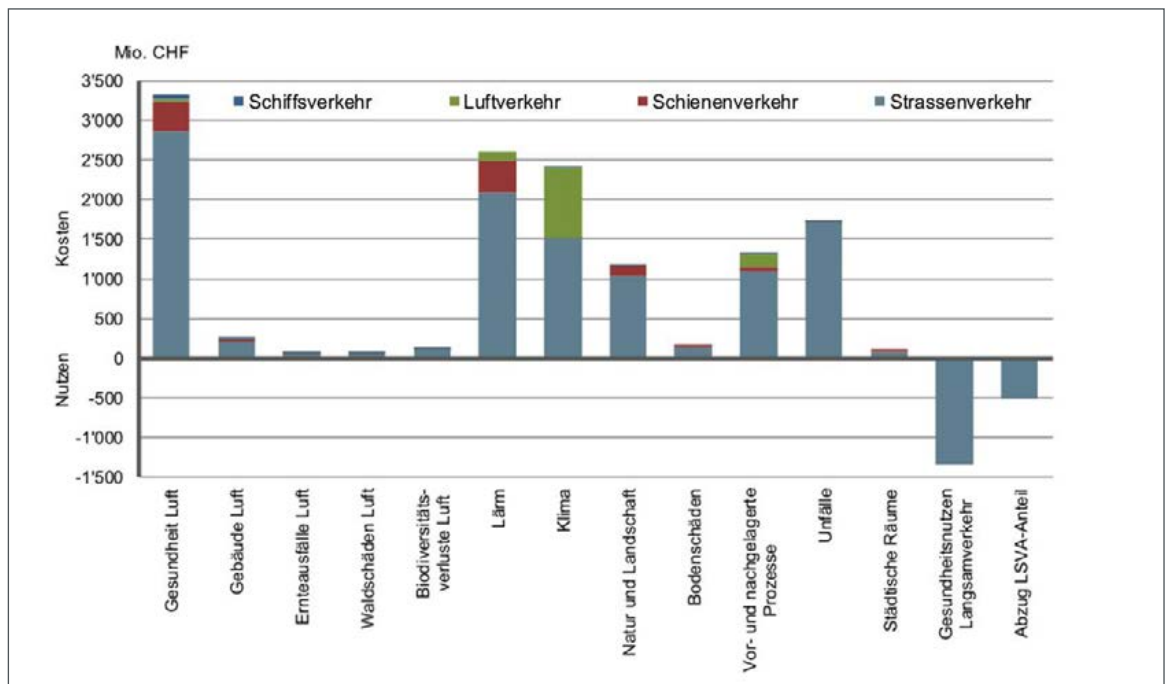


Abb. 3: Externe Wirkungen des Verkehrs für die Schweiz. Datenbestand 2015. (Abdruck mit freundlicher Genehmigung von [47])

Umsetzung: Anpassung der Umgebungslärmrichtlinie

Eine Berechnung für die neuen WHO-Leitlinienwerte (44 bzw. 45 dB(A), L_{night}) könnte gar nicht vorgenommen werden, da die Umgebungslärmrichtlinie ihre Mitgliedsländer für die Lärmkartierung nicht verpflichtet hat, Werte unter 50 dB(A) zu erfassen. Hier ist eine Nachbesserung dringend nötig.

Eine weitere Lücke für den Schutz der Gesamtbevölkerung vor Gesundheitswirkungen durch den Verkehrslärm bleibt weiterhin bestehen, da in der nächsten Runde der Lärmkartierung (2022) kleinere Straßen (< 3 Mio. Kfz/Jahr) weiterhin nicht erfasst werden. Diese Grenze suggeriert, dass bei diesen Verkehrsfrequenzen keine Gesundheitsbeeinträchtigungen vorliegen können – was sehr fraglich und stark vom Kontext abhängig ist. Konkret bedeutet das oft für ländliche Gemeinden mit einem Verkehrskreuz, dass eine Durchfahrtsstraße über dem Verkehrsfrequenzkriterium kartiert wird und die Anwohner vielleicht Lärmschutz bekommen. Die Anwohner der zweiten Zufahrtsstraße unter dem Verkehrsfrequenzkriterium werden nicht kartiert, obwohl auch hier die angrenzende Häuserreihe ziemlich sicher über den EU-Leitwerten von 55 dB(A) / 50 dB(A) (tags / nachts) belastet sein wird. Solche Problemlagen existieren aber auch in urbanen und suburbanen Gebieten.

Neue Wege im Lärmmanagement: Kostenwahrheit und Nachhaltigkeit

Das kommunale Lärmmanagement muss angesichts komplexer Belastungssituationen und niedriger Gesundheits-Richtwerte neue Wege gehen,

um nachhaltige Lösungen zu erreichen. Gerade für solche Belastungssituationen wäre es notwendig, die klassische Lärmbekämpfung durch den Soundscape-Ansatz zu ergänzen [42]. Unter diesen Umständen kann nur eine integrierte Umweltperspektive mit Berücksichtigung aller Belastungen (Lärm, Erschütterung, Luftverschmutzung) und präventiv bedeutsamer Faktoren für die Bewältigung und Restoration (Grünraum, ruhige Hinterhöfe) nachhaltige Ergebnisse erbringen [43, 44, 45].

Eine Fortentwicklung der Standardisierung im Soundscape-Ansatz [46] ist sicher eine notwendige Voraussetzung für die mögliche Einbindung in die kommunalen Abläufe der Lärmaktionsplanung. Der Soundscape-Ansatz könnte außerdem die von der Umgebungslärmrichtlinie geforderte Transparenz und Bürgernähe vorantreiben.

Schlussendlich wird es notwendig sein, die Gesundheitskosten des Lärms auf Basis der WHO-Leitlinien neu zu berechnen. Nur so kann die Wahrnehmung in Politik und Wirtschaft verändert werden. Für Deutschland und Österreich existiert seit Jahren keine Lärm-Gesundheitskostenrechnung mehr. Die Schweiz macht eine regelmäßige Aktualisierung der externen Kosten des Verkehrs (siehe Abb. 3).

Die letzte Schätzung (Basis 2015) weist ähnliche Gesundheitskosten durch Verkehrslärm (2,6 Mrd. CHF) und Klima (2,4 Mrd. CHF) aus. Die Luftverschmutzung liegt mit 3,3 Mrd. CHF etwas höher [47].

Es wird deutlich, dass trotz der systematischen Maßnahmen in der Schweiz immer noch beträchtliche gesellschaftliche Kosten anfallen. Die Schweiz nimmt

das aber sehr ernst – sie war auch der Hauptzahler für die Arbeiten zu den neuen WHO-Leitlinien. Wenn diesen real anfallenden Gesundheitskosten in den EU-Ländern nicht präventiv begegnet wird, resultiert eben eine versteckte Verschiebung in das Gesundheitsbudget.

Literatur

- [1] World Health Organization (WHO): Guidelines for community noise. 1999.
<https://www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines2.html>
- [2] World Health Organization (WHO): Night noise guidelines for Europe. 2009.
<http://www.euro.who.int/de/publications/abstracts/night-noise-guidelines-for-europe>
- [3] Clark, C.; Stansfeld, S. A.: The effect of transportation noise on health and cognitive development: A review of recent evidence. *International Journal of Comparative Psychology*, 20(2), 2007.
- [4] Babisch, W.: Road traffic noise and cardiovascular risk. *Noise and Health*, 10(38), p. 27, 2008.
- [5] Babisch, W.; van Kamp, I.: Exposure-response relationship of the association between aircraft noise and the risk of hypertension. *Noise Health*, 11, pp. 161–168, 2009.
- [6] Van Kempen, E.; Babisch, W.: The quantitative relationship between road traffic noise and hypertension: a meta-analysis. *Journal of hypertension*, 30(6), pp. 1.075–1.086, 2012.
- [7] Hume, K. I.; Brink, M.; Basner, M.: Effects of environmental noise on sleep. *Noise and Health*, 14(61), pp. 297–302, 2012.
- [8] Hohmann, C.; Grabenhenrich, L.; de Kluizenaar, Y.; Tischer, C.; Heinrich, J.; Chen, C. M.; Thijs, C.; Nieuwenhuijsen, M.; Keil, T.: Health effects of chronic noise exposure in pregnancy and childhood: A systematic review initiated by ENRIE-CO. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 216(3), pp. 217–229, 2013.
- [9] Miedema, H. M.; Oudshoorn, C. G.: Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals. *Environmental health perspectives*, 109(4), pp. 409–416, 2001.
- [10] Lercher, P.; de Greve, B.; Botteldooren, D.; Rüdisser, J.: A comparison of regional noise-annoyance-curves in alpine areas with the European standard curves. In 9th Congress of the International Commission on the Biological Effects of Noise (ICBEN 2008), pp. 562–570, 2008.
- [11] Lercher, P.; Brink, M.; Rüdisser, J.; Van Renterghem, T.; Botteldooren, D.; Baulac, M.; Defrance, J.: The effects of railway noise on sleep medication intake: results from the ALPNAP-study. *Noise & health*, 12(47), pp. 110–119, 2010.
- [12] Möhler, U.; Liepert, M.; Schreckenberger, D.: Zur Anwendung des Schienenbonus bei der Beurteilung von Verkehrsgeräuschen. *Lärmbekämpfung*, 5(2), S. 47–56, 2010.
- [13] Pedersen, E.; van den Berg, F.; Bakker, R.; Bouma, J.: Response to noise from modern wind farms in The Netherlands. *J. Acoust. Soc. Am.*, 126, pp. 634–643, 2009.
- [14] Knopper, L. D.; Ollson, C. A.: Health effects and wind turbines: A review of the literature. *Environmental health*, 10(1), p. 78, 2011.
- [15] Janssen, S. A.; Vos, H.; Eisses, A. R.; Pedersen, E.: A comparison between exposure-response relationships for wind turbine annoyance and annoyance due to other noise sources. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 130(6), pp. 3.746–3.753, 2011.
- [16] Nissenbaum, M. A.; Aramini, J. J.; Hanning, C. D.: Effects of industrial wind turbine noise on sleep and health. *Noise and Health*, 14(60), p. 237, 2012.
- [17] Guyatt, G. H.; Oxman, A. D.; Vist, G. E.; Kunz, R.; Falck-Ytter, Y.; Alonso-Coello, P.; Schünemann, H. J.: GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations. *Bmj*, 336(7650), pp. 924–926, 2008.
- [18] Langer, G.: Von der Evidence zur Empfehlung, Folie 2. 12. Jahrestagung des DNEbM 2011, Trainingsworkshop. Berlin, 2011.
<https://www.ebm-netzwerk.de/kongress/2011/presentationen/t3-langer.pdf>
- [19] <https://bestpractice.bmj.com/info/toolkit/learn-ebm/what-is-grade/>
- [20] <https://apps.who.int/iris/handle/10665/145714>
- [21] Héroux M. E.; Verbeek, J.: Methodology for systematic evidence reviews for the WHO environmental noise guidelines for the European Region. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2018.
<http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise/publications/2018/methodology-systematic-evidence-reviews-who-environmental-guidelines-for-the-european-region>
- [22] Meerpohl, J.: GRADE? - Eine Einführung, Folie 28. 12. Jahrestagung des DNEbM 2011, Trainingsworkshop. Berlin, 2011.
<https://www.ebm-netzwerk.de/kongress/2011/presentationen/t3-meerpohl.pdf>
- [23] Alle WHO-Evidenzreviews, publiziert in IJERPH (2017–2018).
https://www.mdpi.com/journal/ijerph/special_issues/WHO_reviews

- [24] http://www.rivm.nl/en/Documents_and_publications/Scientific/Reports/2017/november/Cardiovascular_and_metabolic_effects_of_environmental_noise_Systematic_evidence_review_in_the_framework_of_the_development_of_the_WHO_environmental_noise_guidelines_for_the_European_Region
- [25] World Health Organization (WHO): Environmental Noise Guidelines for the European Region. 2018.
<http://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/environmental-noise-guidelines-for-the-european-region-2018>
Zusammenfassung unter:
<http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise/publications/2018/environmental-noise-guidelines-for-the-european-region-executive-summary-2018>
- [26] <https://www.eea.europa.eu/airs/2017/environment-and-health/environmental-noise>
- [27] Fuks, K. B.; Weinmayr, G.; Basagaña, X.; Gruzieva, O.; Hampel, R.; Oftedal, B.; Sørensen, M.; Wolf, K.; Aamodt, G.; Aasvang, G. M.: Long-term exposure to ambient air pollution and traffic noise and incident hypertension in seven cohorts of the European study of cohorts for air pollution effects (ESCAPE). *Eur. Heart J.*, 38, pp. 983–990, 2017.
- [28] Hansell, A.; Cai, Y. S.; Gulliver, J.: Cardiovascular Health Effects of Road Traffic Noise. In *Environmental Impacts of Road Vehicles*, pp. 107–132, 2017.
- [29] Dzhambov, A. M.; Dimitrova, D. D.: Residential road traffic noise as a risk factor for hypertension in adults: Systematic review and meta-analysis of analytic studies published in the period 2011–2017. *Environmental pollution*, 240, pp. 306–318, 2018.
- [30] Sørensen M.; Pershagen, G.: Transportation noise linked to cardiovascular disease independent from air pollution. *European Heart Journal*, 40, 7, pp. 604–606, 2019.
- [31] Roswall, N.; Raaschou-Nielsen, O.; Jensen, S. S.; Tjønneland, A.; Sørensen, M.: Long-term exposure to residential railway and road traffic noise and risk for diabetes in a Danish cohort. *Environmental research*, 160, pp. 292–297, 2018.
- [32] Pyko, A.; Andersson, N.; Eriksson, C.; de Faire, U.; Lind, T.; Mitkovskaya, N.; Ögren, M.; Östenson, C.-G.; Pedersen, N. L.; Rizzuto, D.; Wallas, A. K.; Pershagen, G.: Long-term transportation noise exposure and incidence of ischaemic heart disease and stroke: a cohort study. *Occup Environ Med*, 76(4), pp. 201–207, 2019.
- [33] Ohlwein, S.; Hennig, F.; Lucht, S.; Matthiessen, C.; Pundt, N.; Moebus, S.; Jöckel, K.-H.; Hoffmann, B.: Indoor and outdoor road traffic noise and incident diabetes mellitus: Results from a longitudinal German cohort study. *Environmental Epidemiology*, 3(1), p. e037, 2019.
- [34] Röösl, M.; Wunderli, J. M.; Brink, M.; Cajochen, C.; Probst-Hensch, N.: Die SiRENE-Studie. In *Swiss Medical Forum*, Vol. 19, No. 0506, pp. 77–82, 2019.
- [35] Seidler, A.; Wagner, M.; Schubert, M.: Aircraft, road and railway traffic noise as risk factors for heart failure and hypertensive heart disease: A case-control study based on secondary data. *International journal of hygiene and environmental health*, 219(8), pp. 749–758, 2016.
- [36] Seidler, A.; Hegewald, J.; Seidler, A. L.: Association between aircraft, road and railway traffic noise and depression in a large case-control study based on secondary data. *Environmental research*, 152, pp. 263–271, 2017.
- [37] Vienneau, D.; Perez, L.; Schindler, C.; Lieb, C.; Sommer, H.; Probst-Hensch, N.; Künzli, N.; Röösl, M.: Years of life lost and morbidity cases attributable to transportation noise and air pollution: A comparative health risk assessment for Switzerland in 2010. *International journal of hygiene and environmental health*, 218(6), pp. 514–521, 2015.
- [38] Tainio, M.: Burden of disease caused by local transport in Warsaw, Poland. *Journal of transport & health*, 2(3), pp. 423–433, 2015.
- [39] Mueller, N.; Rojas-Rueda, D.; Basagaña, X.; Cirach, M.; Cole-Hunter, T.; Dadvand, P.; Donaire-Gonzalez, D.; Foraster, M.; Gascon, M.; Martinez, D.; Tonne, C.; Triguero-Mas, M.; Valentín, A.; Nieuwenhuijsen, M.: Urban and transport planning related exposures and mortality: A health impact assessment for cities. *Environ Health Perspect*, 125, pp. 89–96, 2017.
- [40] World Health Organization (WHO): Burden of disease from environmental noise. 2011.
<http://www.euro.who.int/de/publications/abstracts/burden-of-disease-from-environmental-noise-quantification-of-healthy-life-years-lost-in-europe>
- [41] Umweltbundesamt: Belastung der Bevölkerung durch Schienenverkehrslärm entlang von Haupteisenbahnstrecken und in Ballungsräumen nach Umgebungslärmrichtlinie, Tab. 3. In: *Daten der Lärmkartierung 2017, Zusammenstellung der Mitteilungen der Bundesländer und des Eisenbahn-Bundesamtes entsprechend § 47c BImSchG*. 2018. (Stand 30.12.2018)
<https://www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-gesundheit/gesundheitsrisiken-durch->

umgebungs-laerm

- [42] Kang, J.; Schulte-Fortkamp, B. (Eds.): Sound-scape and the built environment. London, CRC press. 2018.
- [43] Lercher, P.: Noise in Cities: Urban and Transport Planning. Determinants and Health in Cities, Chapter 22. In: Nieuwenhuijsen, M.; Khreis, H. (Eds.): Integrating Human Health into Urban and Transport Planning: A Framework. Springer, pp. 443–481, 2019.
- [44] Lercher, P.; van Kamp, I.; von Lindern, E.; Botteldooren, D.: Perceived soundscapes and health-related quality of life, context, restoration, and personal characteristics. Soundscape and the Built Environment. Kang, J.; Schulte-Fortkamp, B. (Eds.), pp. 133–160, 2016.
- [45] Nieuwenhuijsen, M.; Khreis, H.; Verlinghieri, E.; Mueller, N.; Rojas-Rueda, D.: The role of health impact assessment for shaping policies and making cities healthier. In: Integrating Human Health into Urban and Transport Planning, pp. 609–624. Springer, Cham. 2019.
- [46] Fiebig, A.; Schulte-Fortkamp, B.: Soundscape-Fortschritte in der Standardisierung auf internationaler Ebene. Akustik Journal 01/19, S. 36–42, 2019.
- [47] Ecoplan, INFRAS: Externe Effekte des Verkehrs 2015. Aktualisierung der Berechnungen von Umwelt-, Unfall- und Gesundheitseffekten des Strassen-, Schienen-, Luft- und Schiffsverkehrs 2010 bis 2015. Im Auftrag des Bundesamtes für Raumentwicklung ARE, Bern. 2019. ■



**Prof. Dr. med.
Peter Lercher,
M.P.H.**
TU Graz



Make better spaces

with the complete software solution for room acoustics

Elegant and user friendly interface

Fast and reliable simulations and measurements

Available as: **B** Basics, **I** Industrial, **A** Auditorium & **C** Combined

Start your free trial at
www.odeon.dk

