

Stand der Grundlagen und Modelle für die Beurteilung von Bahnlärm

Die derzeit in Österreich angewandte Methode einen Beurteilungspegel zu berechnen und normierte Grenzwerte festzulegen entsprach weitgehend anerkannten Verfahren. Diese müssen aber auf Grund der ständigen Weiterentwicklung dem Stand der Technik angepasst werden. Dabei sollte vor allem den Erkenntnissen in der internationalen Literatur und europäischen Empfehlungen gefolgt werden und nicht nur österreichischen Sonderlösungen und Gutachten in Einzelfällen.

1. EINLEITUNG

Die Thematik Lärm war ein zentraler Punkt rezenter höchstgerichtlicher Entscheide zu Umweltverträglichkeitsprüfungs-(UVP) Bescheiden sowie bereits während vieler UVPs von Bahninfrastrukturprojekten. Aufgrund der Bestimmungen in § 24f UVP-G wird in Österreich die Schienenverkehrslärm-Immissionsschutzverordnung (SchIV), ausgegeben im Jahre 1993, zur Beurteilung von unzumutbarer Belästigung und Gesundheitsgefährdung herangezogen [1]. Diese Verordnung steht in steigender Kritik durch Projektgegner und Bürgerinitiativen. Teile der allgemeinen Festlegungen wurden 2013 durch den Verfassungsgerichtshof (VfGH) aufgehoben. Dabei wurden Verweise auf zurückgezogene Normen und Richtlinien zur Messung und Berechnung von Schallimmissionen entfernt. Es bestehen aber weiterhin Zweifel, inwieweit die Bestimmungen in der Verordnung geeignet sind, Belästigung und Gesundheitsgefährdung durch Bahnlärm entsprechend dem Stand der Technik und Wissenschaften zu beurteilen. Hier aber herrschen in der öffentlichen Meinung, bei UVP Verhandlungen sowie sogar in der Argumentationslinie von UVP Gutachtern, Behörden und Höchststrichern grundsätzliche Missverständnisse und Fehlinterpretationen vor. Es kommt durch eine Vermischung von „Fakten und Mythen“ zur Thematik Lärm zu widersprüchlichen Beurteilungen und Entscheidungen, die nicht dem Stand der Technik und der Wissenschaften entsprechen. Dieser Beitrag versucht den derzeitigen Stand der Grundlagen und Modelle für die Beurteilung von

Bahnlärm im Kontext zur europäischen Entwicklung zu diskutieren.

2. GRUNDLAGEN ZUR DERZEITIGEN DEFINITION VON LÄRMINDIZES

Grundsätzlich wird der Schalldruck in N/m^2 angegeben und auch messtechnisch erfasst. Um die Einwirkung und damit auch die Belästigung und mögliche Gesundheitsgefährdung auf den Menschen zu beschreiben, wird ein Schalldruckpegel in dB, normiert auf die Hörschwelle und in einer logarithmischen Skala verwendet. Um die unterschiedliche Belästigung (Höreindruck) bei verschiedenen Frequenzen zu berücksichtigen, wird eine Frequenzbewertung vorgenommen (z.B. A-Bewertung). Auch die Physiologie des Hörapparates wird durch Zeitbewertungen bei der Integration des Signals mit einbezogen.

Die europäische Richtlinie 2002/49/EG über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm (European Noise Directive (END)) definiert Lärmindizes, die über Dosis-Wirkungs-Beziehungen mit Belästigung, Schlafstörung bzw. gesundheitlichen Auswirkungen verbunden sind. In Anhang I werden der Tag-Abend-Nacht-Pegel L_{den} und der Nachtlärmindex L_{night} definiert. Für besondere Fälle und Aufgabenfeststellungen können die Mitgliedsstaaten zusätzliche Lärmindizes festlegen. Die genaue Definition verweist grundsätzlich auf den A-bewerteten äquivalenten Dauerschallpegel gemäß ISO 1996-2: 1987. Diese Normenserie wurde und wird derzeit überarbeitet, wobei derzeit aktuell ein Entwurf für ISO 1996-1:2014 01

Es muss möglich sein, weg von einer diffusen qualitativen Abschätzung hin zu einer transparenten, nachvollziehbaren und im Sinne der Betroffenen richtigen Bewertung zu kommen.



Ao. Univ.-Prof. DI Dr. Christian Kirisits
Ziviltechnikerbüro Kirisits und Medizinische Universität Wien
office@akustik-kiri.at



DI Dr. Helmut Kirisits
Ziviltechnikerbüro Kirisits
office@akustik-kiri.at



Dipl.-HTL-Ing. Christoph Lechner
Amt der Tiroler Landesregierung
christoph.lechner@tirol.gv.at

27 und ISO 1996-2 in der Ausgabe 2007-03-15 vorliegt [2], [3]. Während ISO 1996-2 sich nun vorrangig messtechnischen Aspekten von Umgebungslärm widmet (inkl. meteorologischen Einflüssen und Unsicherheiten), geht der neue Entwurf ISO 1996-1 nun auf Begriffsbestimmungen und insbesondere auf den Beurteilungsaspekt ein.

Der Anhang II der END mit dem Titel „Bewertungsmethoden für Lärmindizes“ liegt rezent in einer aktualisierten Fassung vor. Dabei ist auf eine Besonderheit der deutschen Übersetzung hinzuweisen. So wurde der Term „Assessment“ aus dem Originaltitel mit Bewertungsmethoden übersetzt, wobei vielmehr die Übersetzung „Feststellung“ oder „Erfassung“ treffender wäre. So widmet sich dieser Anhang nun primär der Berechnung der Lärmindizes und der dazu notwendigen Eingangsparameter.

Demgegenüber widmet sich Anhang III »

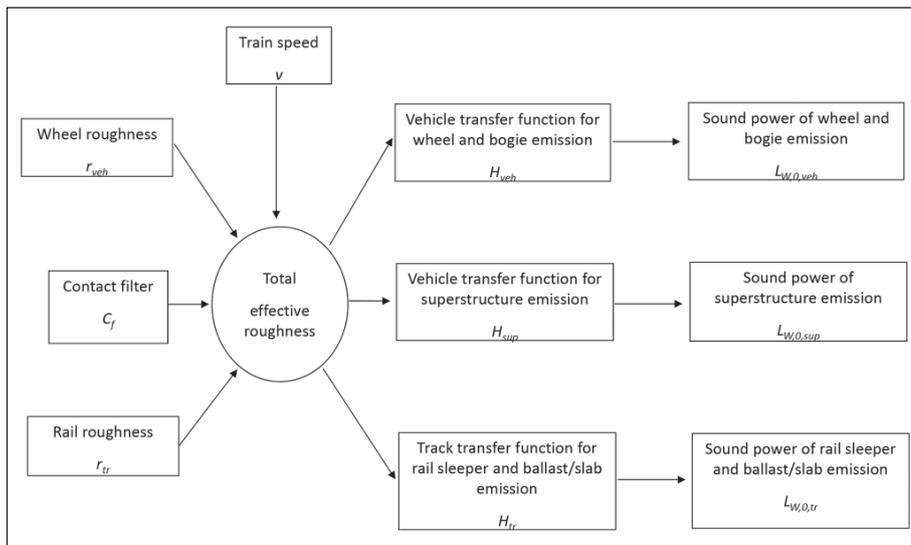


BILD 1: Schema der verschiedenen Rauigkeits- und Transferfunktionen nach der neuen europäischen Berechnungsmethode [10]

der END den Methoden zur Bewertung der Auswirkungen von Lärm auf die Bevölkerung. Das zentrale Element für Schienenverkehrslärm sind dabei die Formulierungen zu Dosis-Wirkungsrelationen zwischen Belästigung und L_{den} bzw. Schlafstörung und L_{night} . Dieser Anhang III unterliegt gegenwärtig ebenfalls einem Anpassungsprozess. Es kann erwartet werden, dass nach Anhang II auch Anhang III überarbeitet wird. Vorarbeiten dazu liegen mit diversen Positionspapieren von Arbeitsgruppen der Europäischen Kommission [4–6] und dem „Good practice guide on noise exposure and potential health effects“ der European Environment Agency vor [7].

3. VERGLEICH MIT DER ÖSTERREICHISCHEN RECHTSLAGE

Zum Vergleich der österreichischen Rechtslage mit den europäischen Richtlinien soll auf die Paragraphen 2 und 3 der SchIV eingegangen werden.

3.1. BERECHNUNGSVERFAHREN

Die vom VfGH aufgehobenen Verweise auf die Normen können durch Vergleich mit den aktualisierten Normausgaben wiederhergestellt werden. Bedeutend ist der nun fehlende Verweis auf ein Berechnungsverfahren. In Österreich hat sich die ON Regel 305011 aus 2009 [8] als Stand der Technik bewährt und wäre der logische Ersatz für die zurückgezogene und in der Verordnung ursprünglich vorgeschriebene ÖAL Richtlinie Nr. 30 aus dem Jahr 1990. Dieses Regelwerk bietet ein

Verfahren zur Berechnung der durch Zugverkehr verursachten Schallimmissionen basierend auf der oktavbandweisen Angabe von Schalleistungspegeln für verschiedenen Fahrzeuge und einer Schallausbreitungsrechnung nach ÖNORM ISO 9613-2 [9]. Grundsätzlich steht es jedem Mitgliedsland der EU frei, eigene Regelwerke zur Planung, Genehmigung oder jegliche andere nationalstaatliche Regelung zu verwenden. Für die von der END vorgeschriebenen strategischen Lärmkarten und Aktionspläne sind jedoch die Berechnungsverfahren des Anhangs II verpflichtend. Auch wenn hier nun eine weitere Übergangsfrist vorgesehen wurde, ist eine möglichst zeitnahe Anpassung an dieses harmonisierte Berechnungsmodell von Vorteil. Dies auch zum Zweck, dass entsprechende praktische Erfahrungen gewonnen werden können, bevor die Verwendung besonders im Bereich der strategischen Lärmkartierung verpflichtend wird. Der Anhang II bietet ein vollständiges Berechnungsmodell für Schallemissionen und Schallausbreitung. Dieses wurde in einem jahrelangen Prozess innerhalb von europäischen Expertengruppen entwickelt und kann mit deren Einführung als neuer europäischer Stand der Technik bezeichnet werden. Das neue Verfahren bietet eine weitaus individuellere Modellierung der Eingangsparameter [10]. Für die Fahrzeuge werden dazu Werte für die Transferfunktion, Kontaktfiter, Rad-Rauigkeit und Antriebsgeräusch definiert (siehe Bild 1). Für das Gleis kann die Rauigkeit und der Gleisoberbau ebenfalls individueller angepasst werden, als dies in der ONR 305011 der Fall ist.

Zusätzlich bietet das Regelwerk Parameter zur Berücksichtigung von Weichen, An-

schlüssen und Übergängen sowie die Schalleistungspegel für die Antriebsgeräusche, aerodynamischen Geräusche und Korrekturen für Eisenbahnbrücken. Damit werden die Rollgeräusche, Antriebsgeräusche, aerodynamischen Geräusche, Impulsgeräusche, Kurvengeräusche und Brückengeräusche festgelegt und diese auf zwei Ersatzschallquellen definiert als Emissionsachsen in 0,5 m und 4,0 m Höhe über Schienenoberkante aufgeteilt.

Unterschiedlich zum bisherigen österreichischen Regelwerk folgt der neue Anhang II eher der Definition der Lärmindizes, die ein hinsichtlich Witterungsbedingungen durchschnittliches Jahr beinhalten. Dabei sind korrekterweise die unterschiedlichen Ausbreitungsbedingungen aufgrund atmosphärischer Absorption und Brechung durch Schallgeschwindigkeitsgradienten gemeint. Das Verfahren im neuen Anhang II ermöglicht die Berechnung für ausbreitungsgünstige und neutrale Bedingungen sowie eine Mittelung entsprechend meteorologischer Daten für den letztlich zu bildenden Lärmindex.

3.2. A-BEWERTUNG

Die in Österreich verwendete A-Bewertung entspricht grundsätzlich der europäischen Definition. Im neuen Anhang II der END wird dabei auf die Norm IEC 61672-1 verwiesen. Die A-Bewertung ist eine notwendige Festlegung zur Angabe von reproduzierbaren Lärmindizes, die sich für Dosis-Wirkungs-Beziehungen eignen. Sie hat sich bewährt, indem die wichtigsten bisher durchgeführten Studien mit hohen Fallzahlen ebenfalls A-bewertete Pegel verwendeten. Eine direkte Folge der A-Bewertung ist die besondere Gewichtung der Frequenzbereiche ab etwa 500 Hz. In bestimmten Situationen, wie beispielsweise bei der Mehrfachreflexion zwischen Schienenfahrzeug und Lärmschutzwänden entlang von Schienenstrecken, kann es zu einer relativen Veränderung des Frequenzspektrums hin zum niedrigeren Frequenzbereich kommen [11]. Das Einfügedämm-Maß ist für niedrigere Frequenzen geringer. Im A-bewerteten Gesamtpegel wirkt sich dieser Effekt jedoch kaum aus. Solche Effekte bedeuten jedoch keine Unterschätzung, wie dies auch schon bei der Diskussion von Ergebnissen der Sekundärschallmessungen verwendet wurde. Es handelt sich dabei vielmehr um eine mögliche Darstellungsform, und solange keine Dosis-Wirkungs-Beziehungen für andere Bewertungsfilter vorliegen, bleiben die Modelle mit der Verwendung der A-Bewertung allein zulässig.

3.3. BEURTEILUNGSPEGEL

Dem Stand der Technik folgend werden in Österreich seit vielen Jahrzehnten erfolgreich Beurteilungspegel verwendet [12]. Diese entsprechen den im europäischen Sprachgebrauch verwendeten Lärmindizes. Dabei gehen die einzelnen Vorbeifahrtspegel mit ihrer Charakteristik und deren Häufigkeit pro betrachteten Zeitabschnitt ein. Aus der Vielzahl von verschiedenen Schallereignissen (Schallereignispegel bzw. Vorbeifahrtspegel) wird ein energieäquivalenter Dauerschallpegel als Einzahlangabe für einen Beurteilungszeitraum ermittelt. Damit ergeben sich beispielsweise L_{day} , $L_{evening}$ und L_{night} Werte. Nach der SchIV wird nur zwischen Tag (als Zeitraum Tag und Abend, von 6 bis 22 Uhr) und Nacht unterschieden. Dies steht in keinem direkten Widerspruch zu den Empfehlungen der END. Bei der Definition von Grenzwerten muss aber auf die korrekte Transformation aus zur Verfügung stehenden Dosis-Wirkungs-Beziehungen geachtet werden. Die überwiegende Mehrzahl der derzeit zur Verfügung stehenden Studien basiert auf Angaben zum L_{den} für Belästigung und L_{night} für Schlafstörung [13, 14]. Grundsätzlich wäre die Angabe dieser Lärmindizes zur Beurteilung und Limitierung von Schienenverkehrslärm ausreichend. Jedoch zeigen sich systematische Unterschiede in der Korrelation zwischen dem Lärmindex und der davon abhängigen Größe (Belästigung, Schlafstörung), wenn man die Darstellung für einzelne Umgebungslärmarten trennt. So ergeben sich bei gleichem Lärmindex unterschiedlich hohe Belästigungswirkungen, wobei in der Regel die Reihung Fluglärm, Straßenverkehrslärm zu Schienenverkehrslärm auftritt. Dieser systematische Unterschied wird in Österreich durch Anpassungswerte berücksichtigt. In der SchIV ist dazu ein Anpassungswert von -5 dB vorgesehen. Bei Fluglärm erfolgt die Anpassung nicht über den Beurteilungspegel, sondern über im Vergleich zu Straße

und Schiene niedrigere Grenzwerte. Diese Vorgehensweise ist grundsätzlich weiterhin Stand der Technik, wird aber in den einzelnen Ländern der europäischen Union unterschiedlich betrachtet. Grundsätzlich sind die Dosis-Wirkungsbeziehungen von Straßen-, Flug- und Schienenlärm nicht exakt parallel verschoben, sondern variieren vielmehr über ihren gesamten Bereich. Möchte man die durch einen Anpassungswert ermittelten Beurteilungspegel lediglich als Instrument zur Grenzwerteinhaltung verwenden, sind aber Einzahlangaben für den Anpassungswert zulässig, wenn sich diese auf den Pegelbereich um den Grenzwert beziehen. Für eine detaillierte Zusammenschau, insbesondere beim Vorliegen von Expositionen durch verschiedene Lärmarten (Flug, Straße, Schiene und evtl. weitere) sollten aber vielmehr die zugrundegelegten Dosis-Wirkungs-Kurvenregressionen verwendet werden (Gesamtlärmbetrachtung) [15 – 17].

3.4. IMMISSIONSPUNKT

Nach der SchIV befindet sich bei Gebäuden der maßgebende Immissionspunkt 0,5 m außerhalb und in der Mitte des betrachteten Fensters. Es werden zwar auch Immissionspunkte für Freiflächen erwähnt, in den weiteren Bestimmungen der Verordnung beziehen sich aber notwendige Lärmschutzmaßnahmen nur mehr auf Grenzwertüberschreitungen an Gebäuden. Dies wäre im Sinne der vorhin erläuterten Lärmindizes und deren Dosis-Wirkungsbeziehungen, welche für Punkte auf der Fassade von bewohnten Gebäuden ermittelt wurde.

3.5. MASSGEBLICHE VERKEHRSELASTUNG

Lärmindizes beziehen sich grundsätzlich auf ein ganzes Jahr als Beurteilungszeitraum und alle Kalendertage. Nach der SchIV ist dazu das Betriebsprogramm unter Bedacht-

nahme auf mittel- und langfristige technische und verkehrliche Entwicklungen als Basis zu verwenden. Dabei sollte es prinzipiell unerheblich sein, an welchen Kalendertagen ein spezielles Betriebsprogramm auftritt. Die tradierten Betriebsprogramme haben allerdings nicht immer den Jahresdurchschnitt zum Inhalt, vielmehr wurde der durchschnittlich belastete Werktag der Dimensionierung zu Grunde gelegt. Hier wird der Jahrgüterverkehr durch 250 dividiert. Ein Anpassungsbedarf bzw. eine rechtliche Klarstellung bei der Überarbeitung der SchIV ist hier dringend notwendig.

4. DISKUSSION GEGENWÄRTIGER ENTWICKLUNGEN

4.1. „MESSEN VERSUS RECHNEN“

Die oftmals vor allem von Juristen kommunizierte Forderung, Immissionen zu messen wann immer dies möglich sei und dies vor rechentechnische Ermittlungen zu stellen beruht meist auf einem groben Missverständnis bzw. auf einer Fehleinschätzung. Der Beurteilungspegel (oder Lärmindex) der mit einer Dosis-Wirkungsbeziehung mit der Belästigung, Schlafstörung und evtl. Gesundheitsgefährdung korreliert ist messtechnisch gar nicht direkt erfassbar.

Es ist dies vielmehr ein auf jeden Fall rechnerisch zu ermittelnder Wert, da er sich auf ein durchschnittliches Jahr mit einem definierten Betriebsprogramm bezieht. Messtechnisch müsste man jahrzehntelang messen, jegliche Störeinflüsse ausschalten, vor allem jegliche anderen Lärmquellen ausblenden, um die geforderte Größe annähernd zu ermitteln (siehe Bild 2). Die Anpassungswerte sind jedenfalls wieder rechnerisch zu addieren. Möglich wäre es, einzelne Vorbeifahrtspegel zu erheben. Dies ist unter Beachtung der vorliegenden Schallausbreitungssituation zulässig, führt aber ebenfalls nicht direkt zur gewünschten Größe. Die be-

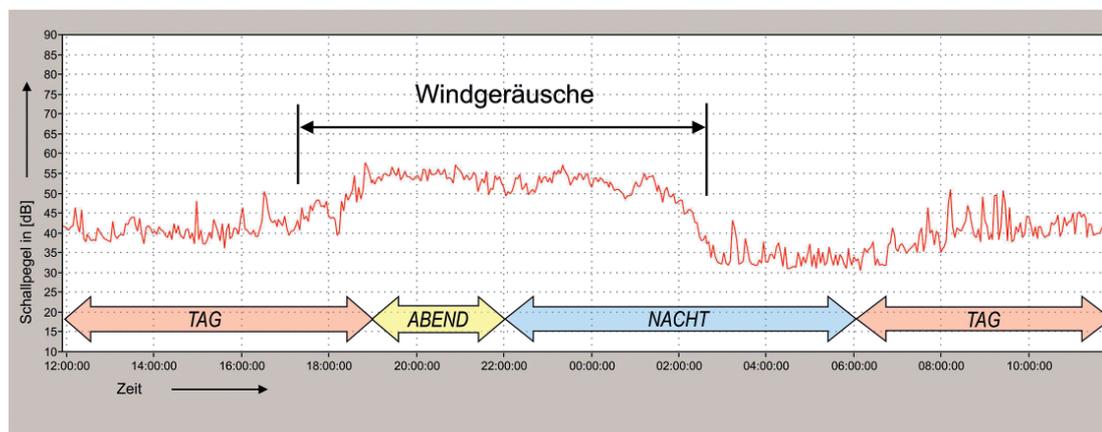


BILD 2: Illustration der Abhängigkeit des gemessenen Geräuschpegels vom unkontrollierbaren Einfluss der Meteorologie und Fremdgeräuschen

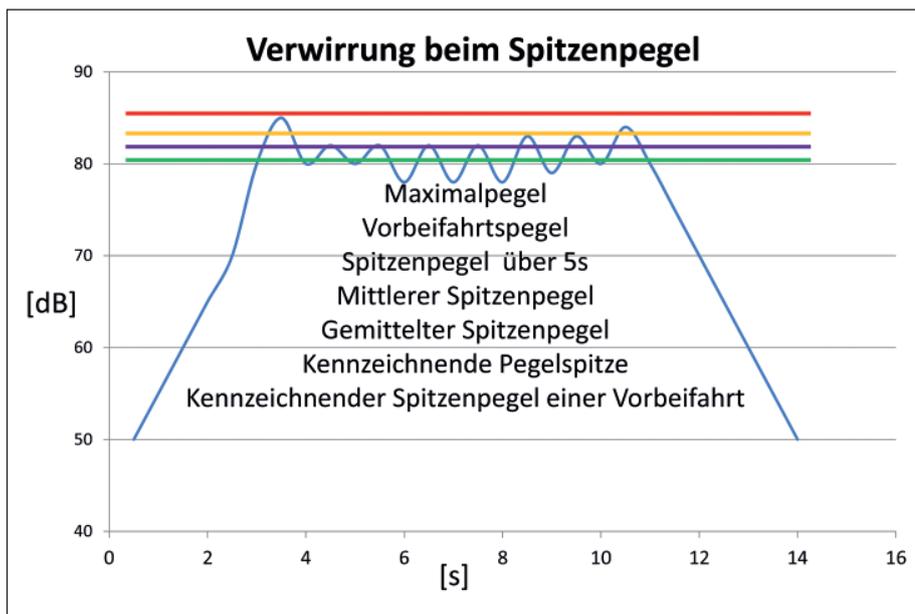


BILD 3: Illustration zur Angabe von „Spitzenpegeln“ ohne klare Definition der dazugehörigen schalltechnischen Größe

rechneten Lärmindizes beruhen ja bereits selbst auf einer ausreichend hohen Anzahl an Vorbeifahrtmessungen unter standardisierten Bedingungen. Diese definieren den geforderten Mittelwert - den wahren Wert im Sinne der Definition dieser Lärmindizes. Messungen sind nur dann angebracht, wenn berechnete Zweifel bestehen, dass das verwendete Regelwerk bestimmte Effekte derzeit noch nicht ausreichend standardisiert erfassen kann. Dies kann beispielsweise für bestimmte Oberbautypen, Kurvenkreisen, gleisnahe Schallminderungsmaßnahmen oder Brücken der Fall sein. Für den Standardfall sollte aber klar sein, dass

mit standardisierten Berechnungen die für die Beurteilung maßgebenden jahresdurchschnittlichen Verhältnisse wesentlich zuverlässiger ermittelt werden können als mit kurzzeitigen Einzelmessungen, die im günstigsten Fall nur die Situation während der Messung samt möglicher Störeinflüsse wiedergeben können.

4.2. „SPITZENPEGEL“

Seit Jahrzehnten läuft die Diskussion zum Vorwurf, dass die Einzulangabe von Beurteilungspegeln bei Schienenverkehrslärm die Spitzenpegel außer Acht lässt. Eine Viel-

zahl von Ansätzen versuchte Parameter zur Beschreibung von Spitzenpegeln zu finden. Bisher gibt es aber keine allgemein anerkannte Methode und es liegen noch keine Dosis-Wirkungsbeziehungen mit derselben Wertigkeit als für die bisherigen Lärmindizes vor [18–21]. In Österreich herrscht darüber hinaus eine völlige Vermischung verschiedener schalltechnischer Größen und deren zugeordneten Grenzwerten vor. So werden die Größen $L_{A,max}$, $L_{A,5pr}$, $L_{A,1}$ oder eigens nur in Österreich erfundenen Spitzen über einen definierten Zeitraum (5 sek Spitze) oftmals den gleichen Grenzwerten gegenübergestellt (siehe Bild 3). Zusätzlich besteht ein Irrtum in der Annahme, wonach messtechnisch ermittelte „Spitzen“ dem rechnerisch ermittelten Vorbeifahrtspegel gegenübergestellt werden können.

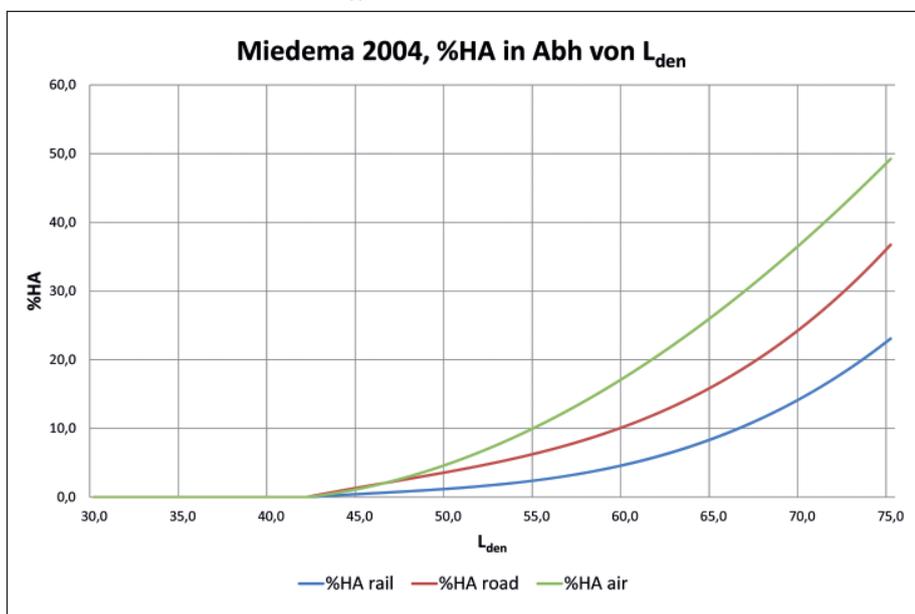
In Deutschland kam der Länderausschuss Immissionsschutz im Jahr 2014 zum Schluss, dass fachlich fundierte Voraussetzungen für die Bewertung von Spitzenpegeln beim Schienenlärm derzeit nicht vorliegen bzw. erst entwickelt werden müssen.

Zusammengefasst fehlt zum gegenwärtigen Datum eine klare Evidenz für Dosis-Wirkungsbeziehungen von Spitzenpegeln.

4.3. LÄRMPEGEL IM RAUM BZW. AM OHR DES SCHLÄFERS

Messungen am Ohr des Schläfers sind vor allem bei Studien im Schlaflabor verwendet worden. Nach der EU Umgebungslärmrichtlinie sind aber Feldstudien für Belästigungsreaktionen heranzuziehen, und dazu wurden immer Lärmpegel vor der Fassade der betroffenen Gebäude verwendet. Die EU Kommission und die WHO haben eindeutig erkannt, dass die Angabe eines Innenpegels praktisch nicht realisierbar ist und haben sich daher eindeutig auf Fassadenpegel festgelegt [22]. Die gegenwärtige entgegengesetzte Tendenz in Österreich ist völlig kontraproduktiv. So müssten bei einer Lärmuntersuchung die Schalldämmwerte und Flächen von Fenstern und Fassaden, die akustischen Verhältnisse der Innenräume, das Schlafverhalten und der Umgang mit der Öffnung von Fenstern bis ins letzte Detail erhoben werden. Darüber hinaus scheint noch nicht vollständige Klarheit zu herrschen, welches zeitliche Ausmaß für das Geschlossenhalten und Öffnen von Fenstern in die Bewertung einfließen soll oder nicht. Dies zeigt sich im Besonderen in intransparenten Pegeldifferenzen zwischen Freiraum und Ohr des Schläfers, wo und unter welchen Verhältnissen auch immer dieses anzunehmen ist.

BILD 4: Illustration zur Abhängigkeit des Anteils an Hoch-Belästigten (Highly annoyed (HA)) vom Tag-Abend-Nacht Lärmindex L_{den} für verschiedene Lärmquellen. Adaptiert nach [15]



4.4. SCHIENENBONUS UND GRENZWERT

Gegenwärtig wird die Terminologie „Schienebonus“ in Zusammenhang mit zwei völlig verschiedenen Fakten verwendet. Auf der einen Seite steht ein messbarer Zusammenhang zwischen den unterschiedlichen Dosis-Wirkungsbeziehungen von Bahn-, Flug- und Straßenlärm (siehe 3.3). Zum anderen kann der Gesetzgeber volkswirtschaftliche, volksgesundheitliche oder politische Gründe erkennen, um bestimmte Bonuswerte und unterschiedliche Grenzwerte für Bahn-, Straßen- oder Fluglärm einzuführen. Fachlich plausibel wäre aber, ausschließlich Anpassungswerte aufgrund der Dosis-Wirkungsbeziehungen zu verwenden.

Die spezielle Bedeutung von Infrastrukturmaßnahmen kann dann durch entsprechende Grenzwerte und Maßnahmenauslösungen berücksichtigt werden. Eine durchaus detaillierte Anpassung könnte von fixen Anpassungswerten hin zu Funktionen durchgeführt werden, wie dies bereits bei den Methoden zur Gesamtlärbetrachtung begonnen wurde [23]. Zusätzlich könnte die Anpassung noch anhand von Untergruppen erfolgen. So werden derzeit unterschiedliche Anpassungswerte für Personen- versus Güterzüge bzw. Vorbeifahrten mit und ohne fühlbare Erschütterungen untersucht und vorgeschlagen [3, 24, 25]. ◀

Literatur

[1] Verordnung des Bundesministers für öffentliche Wirtschaft und Verkehr über Lärmschutzmaßnahmen bei Haupt-, Neben- und Straßenbahnen (Schieneverkehrslärm-Immissionsschutzverordnung – SchIV). BGBl. Nr. 415/1993, 1993.

[2] International Standard, ISO 1996-2: Acoustics – Description, measurement and assessment of environmental noise – Part 2: Determination of environmental noise levels, vol. 2007. 2007-03-15, 2007.

[3] DRAFT INTERNATIONAL STANDARD ISO/DIS 1996-1 Acoustics – Description, measurement and assessment of environmental noise — Part 1: Basic quantities and assessment procedures, vol. 2014. 2014.

[4] European Commission Working Group, Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2002.

[5] European Commission, Position paper on EU noise indicators. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2000.

[6] European Commission Working Group on Health and Socio-Economic Aspects, "Position paper on dose-effect relationships for night time noise," 2004.

[7] European Environment Agency, "Good practice guide on noise exposure and potential health effects, EEA Technical report No 11," Copenhagen, 2010.

[8] ONR 305011: Berechnung der Schallimmission durch Schienenverkehr – Zugverkehr, Verschluss- und Umschlagbetrieb. 2009-11-15, 2009.

[9] ÖNORM, ISO 9613-2: Akustik – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren, vol. 12. 2008-07-01, 2008.

[10] S. Kephelopoulou, M. Paviotti, and Anfosso-Ledee, Common Noise Assessment Methods in Europe (CNOSSOS-EU), EUR 25379. 21027 – Ispra, Italy: European Commission Joint Research Centre Institute for Health and Consumer Protection, 2012.

[11] C. Kirisits, H. Meidl, G. Dinshob, H. Gutschelhofer, J. Punk, and H. Kirisits, "Comparison of measurements

and calculations to investigate the effects of multiple-reflections between absorptive noise barriers and trains," in INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings, InterNoise 2013, 2013, pp. 5955 – 5963.

[12] Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung, ÖAL-Richtlinie Nr. 3 Blatt 1: Beurteilung von Schallimmissionen im Nachbarschaftsbereich, vol. 43, no. 3. Wien, 2008.

[13] H. M. Miedema and C. G. Oudshoorn, "Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals," Environ. Health Perspect., vol. 109, no. 4, pp. 409 – 16, Apr. 2001.

[14] K. Giering, Lärmwirkungen Dosis-Wirkungsrelationen. Umweltbundesamt, 06813 Dessau-Roßlau, 2010.

[15] H. M. E. Miedema, "Relationship between exposure to multiple noise sources and noise annoyance," J. Acoust. Soc. Am., vol. 116, no. 2, pp. 949 – 957, 2004.

[16] H. M. E. Miedema and H. C. Borst, "QCity, Deliverable D 1.5: Rating environmental noise on the basis of noise maps," TIP4-CT-2005-516420, 2007.

[17] VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE, VDI 3722 Blatt 2 Wirkung von Verkehrsgläuschen Kenngrößen beim Einwirken mehrerer Quellenarten. 2013.

[18] U. Möhler, "Spitzenpegel beim Schienenverkehrslärm," Zeitschrift für Lärmbekämpfung, vol. 37, pp. 35 – 40, 1990.

[19] I. Van Kamp and R. Van Poll, "The role of noise events in noise research, policy and practice (peaks, events or both ...)," in INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings, Internoise 2014, 2014, pp. 228 – 237.

[20] A. L. Brown, "An overview of concepts and past findings on noise events and human response to surface transport noise," in INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings, Internoise 2014, 2014, pp. 1925 – 1932.

[21] J. Jabben and C. Potma, "Sound Exposure Levels from Trains and Sleep Disturbance," in INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings, Internoise 2014, 2014, pp. 592 – 599.

[22] WHO, Night Noise Guideline for Europe. 2009.

[23] C. Lechner, „Gesamtlärmbeurteilung, Gute Praxis – Theorie – Utopie?“, R. der Umwelt, no. 1, pp. 1 – 9, 2015.

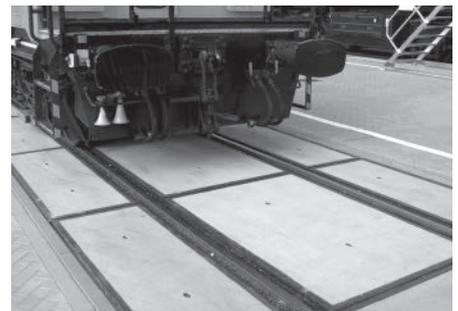
[24] P. Schomer, V. Mestre, S. Fidell, B. Berry, T. Gjestland, M. Vallet, and T. Reid, "Role of community tolerance level (CTL) in predicting the prevalence of the annoyance of road and rail noise," J. Acoust. Soc. Am., vol. 131, no. 4, pp. 2772 – 86, Apr. 2012.

[25] U. Möhler, M. Liepert, and D. Schreckenberger, „Zur Anwendung des Schienebonus bei der Beurteilung von Verkehrsgläuschen“, Lärmbekämpfung, vol. 5, no. 2, pp. 47 – 56, 2010.

► SUMMARY

Assessing railway noise – stocktaking of fundamental principles and models

Fundamental principles and models that are regarded as state-of-the-art are available for assessing railway noise. The methods currently applied in Austria, based on a computation method for establishing a noise level to be judged, are basically in accordance with widely recognised procedures, but they need to be adapted to fit in with the latest advances in knowledge. This process requires particular consideration to be given to the progress made in various scientific fields as reported in the literature and also to European recommendations and not just to special Austrian solutions based on individual investigations and expert reports.



ZUGELASSENE VERKEHRSPRODUKTE

- » Gleisüberwegplatten
- » Gleistragplatten
- » Gleistragwannen
- » Spezialelemente

UNSER PARTNER FÜR ÖSTERREICH

Anton Schuh GmbH
Stiftgasse 15-17
1070 Wien
Tel. +43 (0) 1 523 37 91



BTE Stelcon GmbH
Philippsburger Str. 4
76726 Germersheim
Tel. +49 (0) 72 74 / 70 28-0
Fax +49 (0) 72 74 / 70 28-129
info@stelcon.de
www.stelcon.de