

Untersuchung der Regelwerke für den passiven Schallschutz unter Berücksichtigung aktueller Verkehrslärmspektren – Teil 2

Vergleichende Betrachtung von Schienenverkehrslärm und Straßenverkehrslärm

Jan Weinzierl, Wilfried Wieland

ZUSAMMENFASSUNG Die DIN 4109-2:2018 [2] sieht aufgrund der Frequenzzusammensetzung von Schienenverkehrsgeräuschen in Verbindung mit dem Frequenzspektrum der Schalldämm-Maße von Außenbauteilen eine pauschale Minderung des Beurteilungspegels von 5 dB vor. Inwieweit dieser Pauschalansatz, nachfolgend als Schienenkorrekturterm bezeichnet, ohne Differenzierung nach Zuggattungen und Fahrgeschwindigkeit Bestand haben wird, ist aktuell auch Thema im Schiedsverfahren zur DIN 4109 [2]. Die vorliegende Untersuchung, welche für eine Lochfassade mit geringem Fensterflächenanteil durchgeführt wurde, nimmt eine vergleichende Betrachtung der für innerstädtischen Schienenverkehrslärm und Straßenverkehrslärm ermittelten Korrektursummanden vor. Die Differenzen aus den Korrektursummanden für Schienenverkehr und Straßenverkehr werden mit dem bisherigen Ansatz zum Schienenkorrekturterm von 5 dB verglichen.

SUMMARY DIN 4109-2: 2018 [2] provides for a general reduction in the assessment level of 5 dB due to the frequency composition of rail traffic noise in connection with the frequency spectrum of the sound insulation dimensions of external components. The extent to which this flat-rate approach, hereinafter referred to as the rail correction term, will persist without differentiation according to the type of train and the speed of travel is currently also an issue in the arbitration proceedings to DIN 4109 [2]. The present investigation, which was carried out for a perforated facade with a small proportion of windows, takes a comparative look at the correction summaries determined for inner-city rail traffic noise and road traffic noise. The differences from the correction summands for rail traffic and road traffic are compared with the previous approach to the rail correction term of 5 dB.

Analog zu den vorhergehenden Betrachtungen für Straßenverkehrslärm (siehe Teil 1 des Artikels) wurden darüber hinaus ausgewählte Schienenverkehrslärmspektren verwendet, um Innenpegel für die beschriebenen Kombinationen aus Fenstern und Wänden in Massiv- und Holzbauweise zu prognostizieren. Die Prognoseergebnisse bzw. die Pegeldifferenzen zwischen Außenlärmpegel und Innenpegel werden mit den Einzahlwerten der Schalldämm-Maße der Fassadenkonstruktionen, bestehend aus opaker Außenwand und Fensterfläche, verglichen und die zugehörigen Korrektursummanden ermittelt. Die gemittelten Korrektursummanden für Schienenverkehrslärm und Straßenverkehrslärm werden zueinander ins Verhältnis gesetzt und können anschließend mit der pauschalen Minderung des Beurteilungspegels von 5 dB für Schienenverkehrsgeräusche, nachfolgend als Schienenkorrekturterm bezeichnet, verglichen werden.

Herangezogene Verkehrslärmspektren

Die spektralen Lärmpegel für Schienenverkehr wurden aus den umfangreichen Messungen der Arbeit von *Leupold* [7] entnommen. Unter dem Aspekt innerstädtischer Lagen wurden Per-

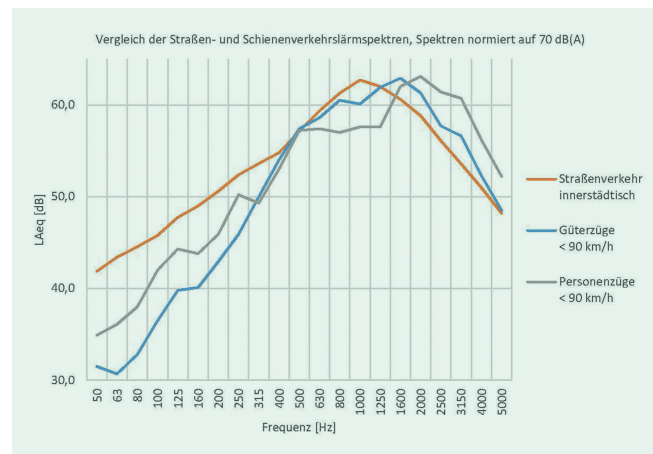


Bild 10

sonen- und Güterzüge mit einer Geschwindigkeit von kleiner 90 km/h betrachtet. **Bild 1** stellt die gemittelten, A-bewerteten Frequenzverläufe für Personen- und Güterzügen im Vergleich zu

dem in Teil 1 ermittelten Straßenverkehrslärmspektrum dar. (Bild 1)

Ermittlung der Korrektursummanden

Die Arbeit von *Leupold* untersuchte bereits die Auswirkungen der aktuellen Schienenlärm-spektren auf den Korrektursummanden der VDI 2719 [3] und schlug angepasste Korrektursummanden zur Bemessung des passiven Schallschutzes vor. Die Untersuchungen von *Leupold* bilden den Extremfall einer vollverglasten Fassade ab, da ausschließlich der Schalldämmverlauf von Fenstern in der Arbeit herangezogen wurde.

In den von uns vorgenommenen Betrachtungen wurde das resultierende Schalldämm-Maß von Fassadenaufbauten mit relativ kleinen Fensterflächenanteilen von 10 % betrachtet, um den Einfluss der opaken Außenbauteile hervorzuheben.

Es wurden exakt dieselben Konstruktionen wie bei den Ausführungen zum Straßenverkehrslärm (siehe Teil 1 des Artikels) untersucht. Die Summenpegel der Außenlärm-spektren wurden ebenfalls auf 70 dB(A) normiert. Anhand der über das spektrale Prognosemodell ermittelten Schalldämm-Maße und Innenpegel konnte der Korrektursummand *K* für die jeweilige Konstruktion ermittelt werden. Der Korrektursummand entspricht gemäß VDI 2719 [3] der Differenz des bewerteten Bau-Schalldämm-Maßes zur A-bewerteten Schallpegeldifferenz:

$$K = R'_w - (L_a - L_i) \tag{1}$$

Ein Unterschied von 5 dB zwischen dem Korrektursummanden *K* für Straßen- gegenüber Schienenlärm würde hierbei der pauschalen Minderung des Beurteilungspegels für Schienenlärm, wie in der DIN 4109 vorgesehen, entsprechen.

Gemäß VDI 2719 beträgt der Korrektursummand *K* für Immissionsorte an „Bahnstrecken mit überwiegendem Personenver-

kehr“ 0 dB und für Immissionsorte an „übrigen Bahnstrecken“ 3 dB. Für innerstädtischen Straßenverkehrslärm werden 6 dB angesetzt. Hieraus würde sich für die DIN 4109 theoretisch eine Minderung des Beurteilungspegels bei Schienenlärm von 3 dB (übrige Bahnstrecken) und 6 dB (Bahnstrecken mit überwiegendem Personenverkehr) ergeben.

In **Tabelle 1** sind die spektral ermittelten Innenpegel $L_{i, \text{spektral}}$ für die verschiedenen Lärmquellen, die resultierenden Schalldämm-Maße der Fassaden $R'_{w, \text{ges}}$ und die hieraus resultierenden Korrektursummanden *K* dargestellt. Bei den Betrachtungen zur Massivbauweise ergibt sich im Mittel zum Beispiel für Straßenverkehr ein Korrektursummand von 3,8 dB (Tabelle 1).

Für die Leichtbauweise treten tendenziell höhere Korrektursummanden auf als für die Massivbauweise (**Tabelle 2**). Extrem hohe Werte für *K* liefern die Kombinationen der hochschalldämmenden Wand mit den Fenstern der Schallschutzklasse 4 bzw. 5. Da der Korrektursummand letztlich die Abweichung der Schalldämmkurve von der Bezugskurve nach DIN EN ISO 717-1 [1] beschreibt, weisen die beschriebenen Konstruktionen analog zu den Betrachtungen über den Spektrum-Anpassungswert im ersten Teil dieses Artikels sehr hohe Korrektursummanden auf (Tabelle 2).

Die Mittelwerte der gewonnenen Korrektursummanden zeigen eine ähnliche Tendenz wie die Ergebnisse von *Leupold* (**Tabelle 3**). Sowohl die Untersuchung von *Leupold* als auch unsere Untersuchungen stellen jedoch eher eine Extremwertbetrachtung bezogen auf den herangezogenen Fensterflächenanteil dar (Tabelle 3).

Fazit und Ausblick

Die Differenz der Korrektursummanden zwischen Straßenverkehrs- und Schienenverkehrslärm bzw. der Schienenkorrekturterm entsprechend der Arbeit von *Leupold* [7] beträgt circa 2 dB

Tabelle 1 Vergleich der spektralen Innenpegel und Korrektursummanden – Massivbauweise.

Massivbauweise							
Konstruktion	Straße	Personenzug	Güterzug	$R'_{w, \text{ges}}$	Straße	Personenzug	Güterzug
	$L_{i, \text{spektral}}$ [dB(A)]	$L_{i, \text{spektral}}$ [dB(A)]	$L_{i, \text{spektral}}$ [dB(A)]	[dB]	Korrektursummand <i>K</i> [dB]	Korrektursummand <i>K</i> [dB]	Korrektursummand <i>K</i> [dB]
schlecht - SSK 2	32,1	30,3	28,3	41,0	3,1	1,3	-0,7
schlecht - SSK 4	25,6	22,7	21,2	49,0	4,6	1,7	0,2
schlecht - SSK 5	24,4	21,0	19,0	51,0	5,4	2,0	0
mittel - SSK 2	31,8	30,1	28,2	41,0	2,8	1,1	-0,8
mittel - SSK 4	24,1	21,7	20,6	49,0	3,1	0,7	-0,4
mittel - SSK 5	22,5	19,5	18,0	52,0	4,5	1,5	0
gut - SSK 2	31,7	30,0	28,1	41,0	2,7	1,0	-0,9
gut - SSK 4	23,4	21,0	20,2	50,0	3,4	1,0	0,2
gut - SSK 5	21,3	18,2	17,2	53,0	4,3	1,2	0,2
Mittelwert des Korrektursummanden:					3,8	1,3	-0,2

bis 3 dB, wobei die Untersuchung von *Leupold* [7] von einer vollverglasten Fassade ausgeht.

Entsprechend den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung mit einem sehr geringen Fensterflächenanteil wird für Personenzüge ein Schienenkorrekturterm von 3 dB und für Güterzüge ein Schienenkorrekturterm von 4 dB bis 5 dB ermittelt

(**Tabelle 4**). Der Schienenkorrekturterm ergibt sich aufgrund der Differenz für der Straßenverkehrslärmspektren für innerörtlichen Straßenverkehr mit hoher Verkehrsbelastung gegenüber den Schienenverkehrslärmspektren gemäß der Veröffentlichung von

Tabelle 2 Vergleich der spektralen Innenpegel und Korrektursummanden – Holzbauweise.

Massivbauweise							
Konstruktion	Straße	Personenzug	Güterzug	$R'_{w,ges}$ [dB]	Straße	Personenzug	Güterzug
	$L_{i, spektral}$ [dB(A)]	$L_{i, spektral}$ [dB(A)]	$L_{i, spektral}$ [dB(A)]		Korrektursummand K [dB]	Korrektursummand K [dB]	Korrektursummand K [dB]
schlecht - SSK 2	32,1	30,3	28,3	41,0	3,1	1,3	-0,7
schlecht - SSK 4	25,6	22,7	21,2	49,0	4,6	1,7	0,2
schlecht - SSK 5	24,4	21,0	19,0	51,0	5,4	2,0	0
mittel - SSK 2	31,8	30,1	28,2	41,0	2,8	1,1	-0,8
mittel - SSK 4	24,1	21,7	20,6	49,0	3,1	0,7	-0,4
mittel - SSK 5	22,5	19,5	18,0	52,0	4,5	1,5	0
gut - SSK 2	31,7	30,0	28,1	41,0	2,7	1,0	-0,9
gut - SSK 4	23,4	21,0	20,2	50,0	3,4	1,0	0,2
gut - SSK 5	21,3	18,2	17,2	53,0	4,3	1,2	0,2
Mittelwert des Korrektursummanden:					3,8	1,3	-0,2

Tabelle 3 Korrektursummanden für verschiedene Verkehrsarten und Außenbauteile.

Korrektursummand K in dB			
	$K_{\text{Straße, innerstädtisch}}$	$K_{\text{Personenzug < 90 km/h}}$	$K_{\text{Güterzug < 90km/h}}$
VDI 2719	6	0 (... überwiegendem Personenverkehr)	3 (übrige Bahnstrecken)
Fenster (Leupold)	2,8	0,9	-0,2
Massivbauweise (IfB Sorge)	3,8	1,3	-0,2
Leichtbauweise (IfB Sorge)	5,6	2,6	0,9

Tabelle 4 Korrektursummanden für verschiedene Verkehrsarten und Außenbauteile.

Korrektursummand K in dB			
	$K_{\text{Straße, innerstädtisch}}$	$K_{\text{Personenzug < 90 km/h}}$	$K_{\text{Güterzug < 90km/h}}$
Massivbauweise (IfB Sorge)	3,8	1,3	-0,2
Schienenkorrekturterm:	Schienenkorrekturterm = $3,8 - 1,3 = 2,5$ dB		
	Schienenkorrekturterm = $3,8 - (-0,2) = 4,0$ dB		
Leichtbauweise (IfB Sorge)	5,6	2,6	0,9
Schienenkorrekturterm:	Schienenkorrekturterm = $5,6 - 2,6 = 3,0$ dB		
	Schienenkorrekturterm = $5,6 - 0,9 = 4,7$ dB		

Leupold [7] mit einer Fahrgeschwindigkeit von unter 90 km/h (Tabelle 4).

Insgesamt dürften sowohl die Veröffentlichung von *Leupold* als auch die vorliegenden Ergebnisse eine Extremwertbetrachtung bezogen auf den angesetzten Fensterflächenanteil darstellen. Eine Differenzierung des Schienenkorrekturterms bezüglich der Ausführung in Massiv- oder Leichtbauweise ist entsprechend unseren Ergebnissen jedoch nicht angezeigt.

Auch die Neufassung der DIN 4109 [2] benennt das Schutzziel, den zulässigen Innenpegel im Tag- und Nachtzeitraum bei Außenlärmbelastung, nicht. Für eine ausreichende Transparenz und zur Vermeidung von Fehlinterpretationen wäre zukünftig die Benennung der Zielsetzung, der Innenpegelanforderung, wünschenswert. Die verschiedenen Verkehrslärmarten müssten dann über entsprechende Zuschläge (hier: 3 bis 5 dB für Straßenverkehr gegenüber Schienenverkehr) im Zuge der Innenpegelprognose berücksichtigt werden. ■

Literatur

- [1] DIN EN ISO 717-1:2013-06; Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Teil 1: Luftschalldämmung, Berlin: Beuth 2013.
- [2] DIN 4109-2:2018-01; Schallschutz im Hochbau – Teil 2: Rechnerische Nachweise zur Erfüllung der Anforderungen, Berlin: Beuth 2018.
- [3] VDI 2719:1987-08; Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen
- [4] *Moll, W., Szabunia, R.*: Beurteilung des Schallschutzes durch Außenbauteile: Messtechnische Untersuchung der Relation zwischen bewertetem Bau-Schalldämm-Maß und A-Schallpegeldifferenz, Berlin; Umweltbundesamt, 1985
- [5] DIN EN ISO 12354-1:2017-11; Berechnung der akustischen Eigenschaften in Gebäuden und von Bauteilen am Bau – Teil 3: Luftschalldämmung von Außenbauteilen gegen Außenlärm
- [6] *Schedl, K.*: Untersuchung des Bemessungsansatzes der VDI 2719 für den Schallschutz von Fenstern und unter Berücksichtigung unterschiedlicher Außenlärmspektren, HS Rosenheim, 2016
- [7] *Leupold, P.*: Ermittlung und Vergleich von Außenlärmspektren zur Überprüfung der Korrektursummanden der VDI 2719 hinsichtlich des Schallschutzes von Fenstern, HS Rosenheim, 2017



Jan Weinzierl
Technischer Mitarbeiter,

Bild: IfBSorge



Dipl.-Ing. (FH) Wilfried Wieland, M.Eng., M.B.P.

Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Bauakustik und Erschütterungsschutz, Geschäftsführender Gesellschafter, Wolfgang Sorge Ingenieurbüro für Bauphysik GmbH & Co. KG, Nürnberg.

Bild: IfBSorge