

Untersuchungen zur Optimierung der Abschirmwirkung von bestehenden Lärmschutzwänden bei tieffrequenten Geräuschen im Straßenverkehr

Erik Schädlich¹

¹ SLG Prüf- und Zertifizierungs GmbH, 09232 Hartmannsdorf, E-Mail: akustik@slg.de.com

Einleitung

Im Schallimmissionsschutz kommt den Lärmschutzwänden insbesondere bei der Bekämpfung des Straßenverkehrslärms eine zentrale Aufgabe zu. Für den Einsatz an Straßen sind die Anforderungen in der jeweils aktuellen Fassung der ZTV-Lsw festgeschrieben. Diese legen unter anderem Mindestanforderungen an die Schalldämmung und die Schallabsorption fest. Die im Rahmen der Zulassung in Prüfständen ermittelten frequenzabhängigen Kennwerte bilden jedoch den Frequenzbereich unter 100 Hz nur unzureichend ab. Darüber hinaus wird bei den Berechnungen der Verkehrslärmimmissionen nach den RLS-90 ausschließlich der Beugungseffekt über die Wand berücksichtigt, ein möglicher frequenzabhängiger Schalldurchgang durch die Lärmschutzwand bleibt unberücksichtigt.

Insofern sind die Erkenntnisse über das Minderungspotential bestehender Lärmschutzwände in Bezug auf tieffrequente Geräuschanteile, vor allem hervorgerufen durch den Schwerlast-Verkehr und dessen Auswirkungen im Wohnumfeld als ungenügend anzusehen. Die nachteilige Wirkung tieffrequenter Geräuschimmissionen ist dabei hinreichend bekannt.

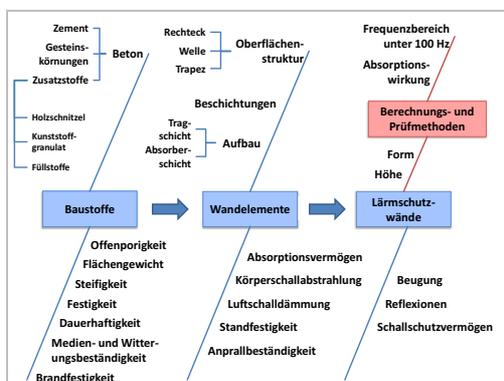


Abbildung 1: Struktur des Gesamtprojekts hinsichtlich Einfluss- und Zielgrößen.

Mit dem aktuellen Projekt werden Grundsatzuntersuchungen durchgeführt, um die Schallschutzeigenschaften von Lärmschutzwänden im tieffrequenten Bereich gezielt zu verbessern. Die Umsetzung der Zielstellung erfolgt in zwei Teilprojekten. Neben der materialtechnischen Entwicklung und Optimierung mineralischer Baustoffe mit verbesserten akustischen Eigenschaften bei tieffrequenter Schalleinwirkung werden ebenso die akustischen Eigenschaften des Gesamtsystems Lärmschutzwand untersucht und die Gültigkeit bestehender Berechnungsalgorithmen hinsichtlich der alleinigen Auswertung der Beugung über die Lärmschutzwand geprüft.

Teilprojekt 1: Materialtechnische Entwicklung und Optimierung mineralischer Baustoffe mit hoher Absorptionswirkung

Die experimentiellen Materialanalysen zur Optimierung der mineralischen Baustoffe und konstruktiven Detailösungen wurden in einem eigens für das Projekt gefertigten Modellhallraum im skalierten Frequenzbereich durchgeführt. Unter Beachtung der erforderlichen Frequenztransformation entsprechend der skalierten Abmessungen des Modellmessraums und der damit zwingend erforderlichen Skalierung der Proben sind zumindest vergleichende Variantenuntersuchungen uneingeschränkt durchführbar und die Ergebnisse für die weitere Entwicklung verwendbar.

Projektbezogen lag die Schwierigkeit darin, einen geeigneten Skalierungsfaktor zu definieren, der zum Einen die Fertigung eines qualifizierten Modellhallraums und die Bereitstellung der erforderlichen akustischen Messtechnik ermöglicht, aber zum Anderen auch die Fertigung von skalierten Proben gewährleistet. Aufgrund der vorrangig untersuchten Betonproben musste durch Vorversuche eine fertigungstechnisch noch beherrschbare Sieblinie der Zuschlagstoffe ermittelt werden. Der dabei ermittelte Skalierungsfaktor 1:6 stellt einen vertretbaren Kompromiss hinsichtlich der Probenfertigung (Einstellen der Sieblinie und Ausschalen der Proben) sowie der akustischen Anforderungen dar.

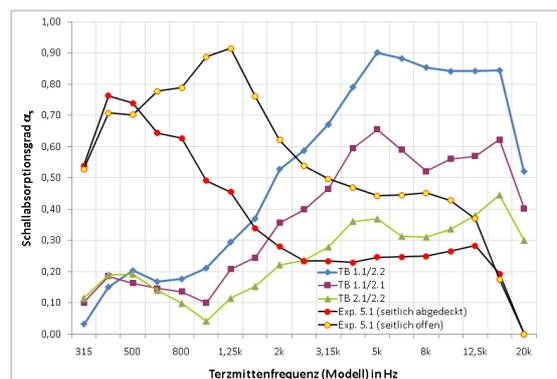


Abbildung 2: Darstellung der spektralen Schallabsorptionsgrade α_s für skalierte Materialproben [Skalierungsfaktor 1:6; Modellfrequenzbereich 315 Hz bis 20k Hz; Messung mit abgeschalteter Rauschanregung in Anlehnung an EN ISO 354; Mittelung über insgesamt 108 Mikrofon- und Lautsprecherpositionen; Probenkennzeichnung: TB (Tragbeton) und Absorber mit verschiedenen Zuschlagstoffen; Exp. 5.1 (Experimentalplatte) als zweischaliger Aufbau mit geschlitztem Absorber als Vorsatzschale].

Die an Proben im Modellmaßstab 1:6 ermittelten Schallabsorptionsgrade α_s betragen in den Terzbandmittelfrequenzen 315-630 Hz (entspricht im Original dem

Frequenzbereich 50-100 Hz) für die derzeit gängigen Absorberstrukturen (TB) maximal 0,2. Mit ersten Experimentalaufbauten zur Verbesserung der Tiefenabsorption (Exp. 5.1) wurden im Modell auch bereits Werte für α_s von mehr als 0,5 bei 100 Hz erzielt, die Anforderungen an die Praxistauglichkeit und die begrenzenden Randbedingungen der problematischen Probenfertigung können dabei gelöst werden

Teilprojekt 2: Verfahrensentwicklung zum Nachweis der Abschirmwirkung bei tiefen Frequenzen

Zur Quantifizierung der Abschirmwirkung wurden an geeigneten Streckenabschnitten verschiedener Bundesautobahnen In-Situ-Messungen an bestehenden Lärmschutzwänden bei fließendem Verkehr durchgeführt. Aus zeitgleichen Messungen im Schallschatten und seitlich neben den Lärmschutzwänden wurden die frequenzabhängigen Schalldruckpegeldifferenzen für den interessierenden Frequenzbereich 50-100 Hz ermittelt.

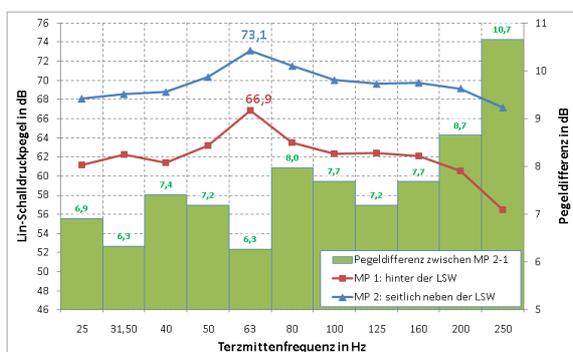


Abbildung 3: Darstellung der spektralen Schalldruckpegeldifferenzen an einer Holz-Lärmschutzwand (Höhe 4,5 m).

An allen untersuchten Streckenabschnitten wurde in der spektralen Zusammensetzung der Straßenverkehrsgeräusche die ausgeprägte Terzbandmittelfrequenz 63 Hz ermittelt, die in reduzierter Form auch im Schallschatten der Lärmschutzwände nachweisbar ist (s. Abb. 3). Die aus den Schalldruckpegeldifferenzen bestimmten Abschirmmaße D_z nach Tabelle 1 erscheinen plausibel und stimmen mit ersten überschlägigen Ausbreitungsrechnungen nach DIN ISO 9613-2 überein.

Tabelle 1: Darstellung der messtechnisch bestimmten Abschirmmaße an realen Lärmschutzwänden in Abhängigkeit der Bauausführung

Variante	Höhe der Lärmschutzwand	gemittelte Messwerte für das Abschirmmaß D_z im Frequenzbereich 50-100 Hz (Werte in Klammern geben die Spannweite an)
Holz	bis 4,0 m	5,6 dB [nur eine Messung]
	4,0 bis 5,5 m	6,0 dB [5,0...7,0 dB]
Beton	bis 4,0 m	7,0 dB [nur eine Messung]
	7,0 m	8,8 dB [7,0...9,8 dB]
	9,0 m	12,9 dB [12,7...13,1 dB]

Die parallel zu den Schalldruckpegelmessungen durchgeführten Schwingungsmessungen mit hochempfindlichen Geophonen lassen derzeit keine Rückschlüsse auf eine körperschallerregte Abstrahlung der Struktur der Lärmschutzwände erkennen. Die punktuell auf der Oberfläche der Lärmschutzwände erhobenen Schwingungsgeschwindigkeiten sind insgesamt sehr niedrig und weisen im spektralen Verlauf keine Auffälligkeiten auf. Ein Zusammenhang mit der im Luftschall auffälligen Terzbandmittelfrequenz 63 Hz kann nicht abgeleitet werden.

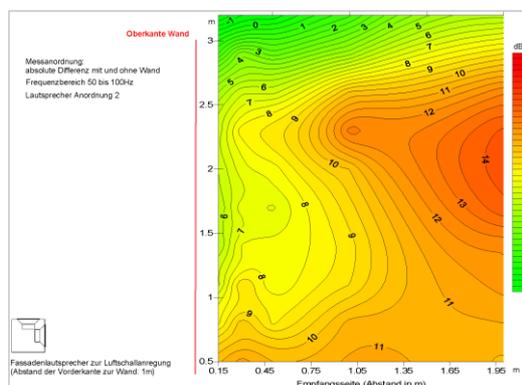


Abbildung 4: Darstellung der resultierenden Abschirmverhältnisse im Schallschatten, die sich aus der Schalldruckpegeldifferenz mit und ohne Wand $h = 3$ m ergeben (energetischer Summenwert zwischen 50-100 Hz; Lautsprecheranordnung 2 – horizontale und vertikale Anregung)

An einer Holz-Lärmschutzwand wurden exemplarisch mit ausschließlich durch Lautsprecher erregter Luftschallanregung die örtlichen Schalldruckpegelverteilungen im Schallschatten messtechnisch erfasst und als farbige Plots ausgewertet (s. Abb. 4). Die Darstellung zeigt anschaulich für den Frequenzbereich 50-100 Hz die Ausbildung von „lauten“ und „ruhigen“ Zonen hinter der Wand.

Ausblick

Die Datenbasis der In-Situ-Messungen ist weiter auszubauen, wobei der Ansatz, den Anteil der Beugung und der Transmission ausschließlich anhand von Messungen zu beschreiben, für den zu untersuchenden Frequenzbereich kleiner 100 Hz als problematisch anzusehen ist. Letztlich ist eine rechnerische Simulation mit vorhandenen Schallausbreitungsprogrammen und eine Verfahrensentwicklung zur Abbildung des Schalldurchgangs zielführend.

Für das Teilprojekt 1 sind die positiven Ergebnisse an den Absorbern im Modellmaßstab mit Nachweismessungen im Originalmaßstab zu verifizieren und auf eine insgesamt breitbandige Absorptionswirkung zu optimieren.

Literatur

[1] Zwischenbericht zum FuE-Projekt: „Optimierung der Luftschalldämmung, der Schallabsorption/-beugung an neuartigen Lärmschutzwänden bei tieffrequenten Geräuschen“

Die Arbeiten wurden im Rahmen eines durch die „Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF) geförderten ZIM-KOOP Projektes zusammen mit der Technischen Universität Chemnitz, FG „Leichtbau im Bauwesen“ durchgeführt.