

Bestimmung der Einfügedämmung von Lärmschutzwänden mit besonderer Geometrie

Holger Waubke, Christian Kasess

Österreichische Akademie der Wissenschaften, Institut für Schallforschung
Wohllebengasse 12-14, A-1040 Wien, EMAIL: holger.waubke@oeaw.ac.at

Einleitung

Seit geraumer Zeit wird versucht die Schirmwirkung von Lärmschutzwänden durch Änderung der Geometrie und die Verwendung von Aufsätzen zu verbessern. Problematisch ist dabei, dass die üblichen Rechenverfahren die Wirkung von Aufsätzen und Absorption nicht berücksichtigen. Bisher werden in erster Linie Korrekturen auf Basis von Messungen verwendet. Für die Berechnung der Schirmwirkung eignet sich besonders die Randlelemente Methode, da sie zum einen den Einfluss erfassen kann und zum anderen in der Lage ist bis in große Entfernungen eine Prognose zu ermöglichen. Ziel des Projektes RELSKG war es die Randlelemente Methode, die am Institut für Schallforschung entwickelt wurde an Messungen an Modellen zu validieren und anschließend Parameterstudien für mögliche Formen von Schallschutzwänden durchzuführen. Auf diese Weise soll der Schirmeffekt quantifiziert und allgemein zugänglich gemacht werden. Neben der Wirkung der Form soll auch die Wirkung der Absorption auf die Abschirmung untersucht werden. Üblicherweise wird die Absorption nur eingesetzt, um Reflexionen auf die gegenüberliegende Seite bzw. Mehrfachreflexionen bei Bahnen zu minimieren. Der positive Effekt der Absorption auf die Schirmwirkung bleibt bei den momentanen Berechnungen hingegen unberücksichtigt. Das Projekt wurde in Österreich vom BMVIT, der ASFIAG und den ÖBB im Rahmen des Call VIF 2011 der FFG mit der Projektnummer 2869208 gefördert.

Simulationen

Die in Abbildung 1 dargestellten Formen wurden in der Simulation verwendet. Die gerade Wand dient als Referenz und es wird das Verbesserungsmaß gegenüber der geraden Wand mit Terzabstand bestimmt. Dabei wird über Oktavbandbreite gemittelt um die Interferenzeffekte, die bei Annahme einer kohärenten Linienquelle auftreten, zu reduzieren. Die Brauchbarkeit dieses Vorgehens wurde an sporadisch durchgeführten Simulationen in 3D nachgewiesen. Als Parameter der Wand wurden die Höhe, die Breite des Aufsatzes oder der Auskragung und der Neigungswinkel bei der geknickten Wand gewählt. Es wurde jeweils ohne Absorption, mit Absorption auf der Vorderseite und zusätzlich mit Absorption auf der Rückseite gerechnet. Die Quellpunkte wurden in verschiedenen Abständen von der Wand angenommen und es wurde die Immission bis 150 m hinter der Wand ermittelt.

Um die Daten zu reduzieren wurde zunächst jener Parameter bestimmt, der den größten Anteil der Varianz erklärt, wenn man das Verbesserungsmaß in Abhängigkeit des Ortes bestimmt. Dies ist der Umweg des Schalls um die

Lärmschutzwand bezogen auf den direkten Schallweg (Abbildung 2).

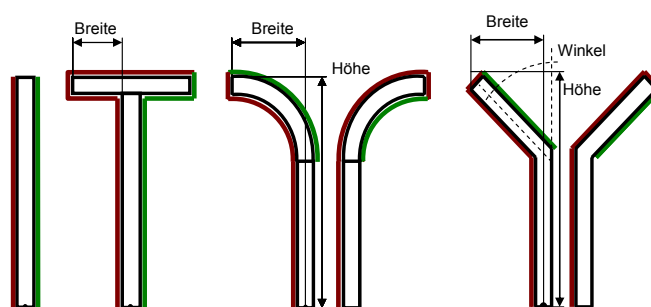


Abbildung 1: Grundformen, die in der Simulation verwendet wurden ohne Absorption, mit Absorption vorne (rot) und zusätzlich mit Absorption auf der Rückseite (grün).

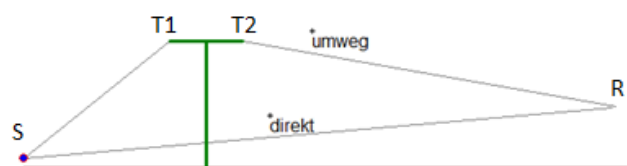


Abbildung 2: Definition des Umwegs um die Lärmschutzwand

Um eine höhere Korrelation zu erhalten, werden die Empfängerpositionen in drei Bereiche unterteilt. Zone 1 ist der Teil, in dem der Empfänger direkt sichtbar ist. Zone 2 ist jener Bereich, bei dem nur ein Knick auftritt und Zone 3, sofern vorhanden, jener Bereich, in dem der Umweg zweimal geknickt ist. Abbildung 3 zeigt beispielhaft das Vorgehen bei einer oktavgemittelten Terzmittelfrequenz. Die Regressionsgeraden wurden um die Standardabweichung angehoben, damit die Regressionsgeraden auf der sicheren Seite zu liegen kommen.

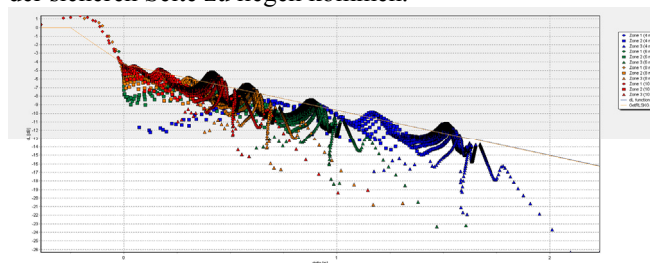


Abbildung 3: Beispiel einer Regressionsgeraden für einen Fall mit farblich unterschiedenen Quelledistanzen

Die Regressionsgeraden können für jede Terzmittelfrequenz auf dem Server des Instituts für Schallforschung abgerufen werden. Sie wurden exemplarisch in das Programm SoundPlan integriert. Da es sich um einen einparametrischen Ansatz handelt ist die Implementierung einfach. Allerdings

sind die Werte für abweichende Dimensionen zwischen den Werten der berechneten Geometrien zu interpolieren.

Erkenntnisse

Aus den Simulationen ließen sich die folgenden Kenntnisse ableiten bzw. bestätigen:

- Hochabsorbierendes Material liefert einen bedeuteten Beitrag zur Abschirmung. Dabei ist es wesentlich möglichst viel absorbierendes Material in den Schallweg einzubringen.
- Eine Krümmung hin zur Quelle und weg von der Quelle liefert ähnliche Schirmwerte, wenn hochabsorbierendes Material verwendet wird.
- Das T-Profil zeigt sich als äußerst wirksam und wird wegen seiner einfachen Montage empfohlen.
- Die Kopfausbildung ist vor allem dann entscheidend für die Schalldämmung, wenn der Kopf hochabsorbierend ausgeführt wird.

Nachrechnungen

Auf die Nachrechnungen von Modellen wurde bereits an anderer Stelle eingegangen [1]. Deshalb soll hier nur eine Nachrechnung eingegangen werden. An der Autobahn A4 bei Mannswörth in Österreich wurden Messungen durchgeführt, um die Berechnungen zu validieren. Die Autobahn ist sechsspurig und es wurden in der Berechnung zueinander inkohärente zu sich selbst kohärente Linienquellen auf allen sechs Spuren in der Berechnung angenommen. Die Stärke der Quellen wurde anhand einer dort installierten Verkehrszählanlage gewählt. Dabei wurden Messungen ohne Wand, mit niedriger weitgehend gerader Wand (Abbildung 4) und hoher stark gekrümmter Wand durchgeführt (Abbildung 5).

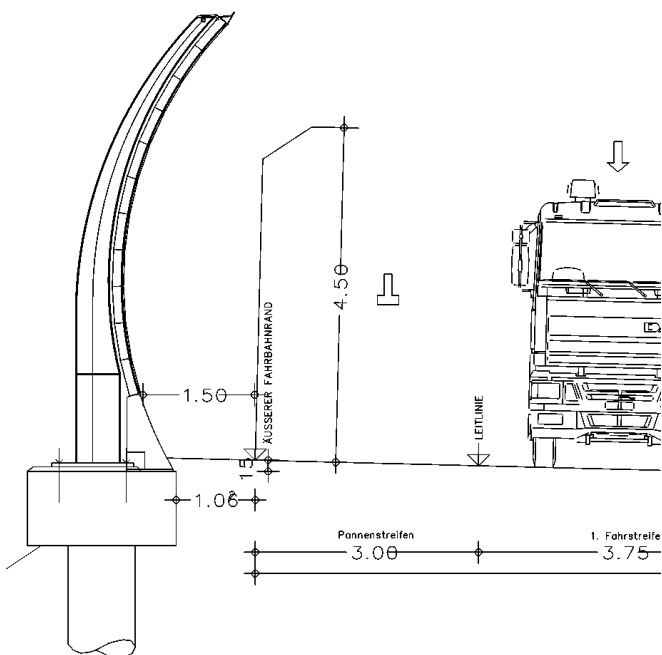


Abbildung 4: Niedrige Lärmschutzwand

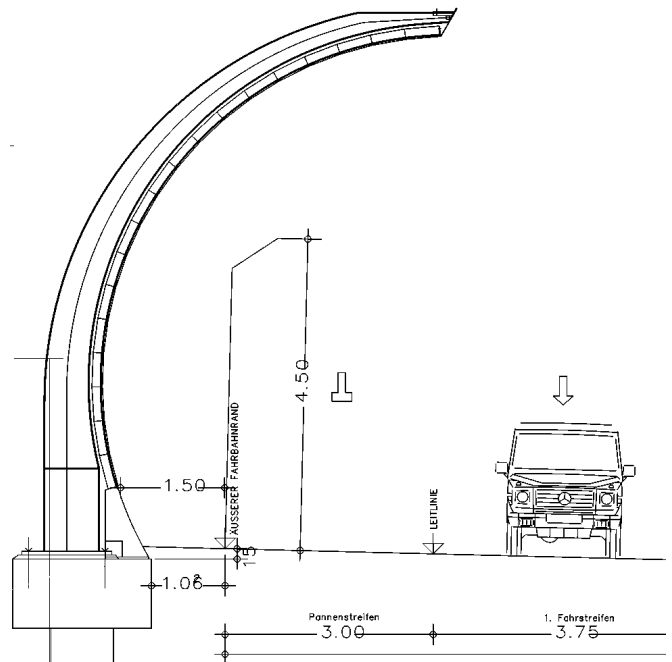


Abbildung 5: Hohe Lärmschutzwand

Abbildung 6 zeigt eine gute Übereinstimmung des Verbesserungsmaßes zwischen niedriger und hoher Wand. Dies gilt vor allem für Mittelflächenelemente (MF). Die etwas schlechtere Übereinstimmung für Randelemente ist auf die ungenaue Abbildung der sehr dünnen Kopfregion zurückzuführen. Das abfallende Gelände (G) hat nur geringen Einfluss ebenso wie das Graslandmodell.

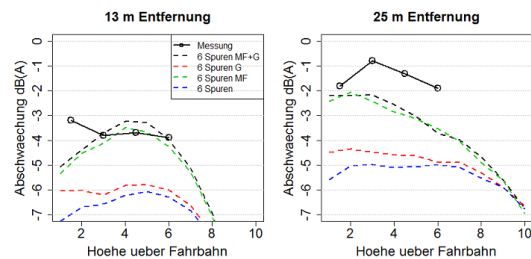


Abbildung 6: Vergleich des Verbesserungsmaßes zwischen Messung (schwarz) und Berechnung (gestrichelt)

Zusammenfassung

Mittels der Randelemente-Methode wurden Verbesserungsmaße für Lärmschutzwände mit besonderer Geometrie bestimmt. Es wurden Regressionskurven abgeleitet, die öffentlich zugänglich sind und relativ einfach in Lärmkartierungsprogramme integriert werden können. Das Rechenprogramm wurde durch Messungen im Modell und an existierenden Straßen validiert.

Literatur

[1] Waubke, H., Kasess, C.H., Hoislbauer, H., Strohmayer, G. (2013): Boundary element method for the calculation of correction factors of insertion loss for arbitrarily shaped noise barriers, in: Internoise 2013. Innsbruck, Austria, CD-ROM