

Wirkung von SSI-Aufsätzen für Schallschutzwänden neben der Eisenbahn

Manfred T. Kalivoda¹, Gerard Presle², Hans Rieder³

¹ psiA-Consult GmbH, A-1230 Wien; E-mail: office@psia.at

² ÖBB-Infrastruktur Bau AG, Forschung & Entwicklung; A-1070 Wien, E-mail: Gerard.Presle@bau.oebb.at

³ Betonwerk Rieder GmbH, A-5751 Maishofen; E-mail: office@rieder.at

Einleitung

Schienenverkehrslärm ist ein großes gesellschaftliches Problem in Europa und Schallschutzwände sind in vielen Bereichen ein notwendiges Übel, um die Anrainer von Eisenbahnstrecken vor dem Lärm zu schützen. Aber weder die Menschen neben den Bahnlinien wollen hinter hohen Schallschutzwänden leben noch wollen die Bahnkunden in einem Tunnel aus Schallschutzwänden reisen.

Die Firma Betonwerk Rieder hat gemeinsam mit Professor Möser [1, 2, 3] ein Aufsatzelement für Schallschutzelement entwickelt, den so genannten Sound-Screen-Improver (SSI-Element), welches die Ausbreitung der Schallwellen über die reine Schirmwirkung hinaus beeinflusst und so die Schirmwirkung der Wand verbessert. Im Sommer 2007 wurden im Bereich der Haltestelle Maishofen auf einer vorhandenen Schallschutzwand die SSI-Elemente montiert, und ihre Wirkung ermittelt.

Ursprünglich waren nur zwei Messungen geplant und zwar eine Nullmessung ohne Aufsatz und eine Messung mit dem SSI-Aufsatz. Die Analyse der Messergebnisse hatte jedoch ein Verbesserungspotenzial gezeigt. Aus diesem Grund wurde eine dritte Messserie mit modifiziertem SSI-Aufsatz durchgeführt.

Die Modifikation der SSI-Aufsatzelemente betraf die dem Gleis zugewandte Seite. Hier wurden die unten offenen Röhren des Aufsatzes akustisch geschlossen. Damit sollte kein Schall mehr von unten durch die SSI-Elemente gelangen können und so die Wirkung noch verbessert werden.



Abbildung 1: SSI-Aufsatzelemente unten offen (links) und modifiziert mit geschlossenen Röhren (rechts)

Messaufbau

An der Bahnlinie Zell am See – Saalfelden in Salzburg war eine über 260 m lange und 2 m hohe Schallschutzwand vorhanden mit freier Schallausbreitung über 150 m hinter der Wand. An diesem Abschnitt wurden 100 m links und rechts des Messquerschnitts die SSI-Aufsatzelemente montiert.

Kurz vor der Montage der SSI-Aufsatzelemente wurde eine Nullmessung durchgeführt, um Vergleichswerte über die Schallminderung der konventionellen Wand ohne Aufsatzelemente zu erhalten.

Bei den Messungen selbst wurden einzelne Zugvorbeifahrten, getrennt nach Gleis 1, dem wandfernen Gleis, und Gleis 2, dem wandnahen Gleis, an insgesamt 7 Mikrofonpositionen gleichzeitig erfasst. Ein Mikrofon (Referenzmikrofon) war dabei vor der Schallschutzwand, d.h. auf der dem Gleis zugewandten Seite der Wand installiert, um die von den Maßnahmen an der Wand unbeeinflussten Vorbeifahrtpegel zu erhalten. Damit konnte die absolute Höhe des Vorbeifahrtpegels der verschiedenen Züge, etwa durch unterschiedliche Vorbeifahrtgeschwindigkeit, korrigiert werden, weil alle Messergebnisse auf die Pegelhöhe am Referenzmikrofon bezogen worden sind.

Von den 6 Mikrofonen hinter der Wand wurden im Zuge der Messung jeweils drei Mikrofone in 50 m und in 100 m Entfernung von der Achse des der Wand näher gelegenen Gleises (Gleis 2) aufgestellt. In jeden dieser beiden Messdistanzen waren die Mikrofone in 3 Niveaus über Schienenoberkante angebracht, um auch die vertikale Ausbreitungscharakteristik erfassen zu können (Abbildung 2).



Abbildung 2: Messprofil mit Mikrofonpositionen

Da die Wirkung der Aufsatzelemente bis zu einer Entfernung von 150 m hinter der Wand untersucht werden sollte, wurde ein zweiter Messquerschnitt mit Mikrofonen in 100 m und in 150 m installiert. Es hat sich bei der Messung jedoch gezeigt, dass die Pegelreduktion durch die Schallschutzwand allein schon so groß war, dass das Zuggeräusch in die Größenordnung des (wohl geringen) Grundgeräuschpegels lag. Da also keine validen Messwerte zu erhalten waren, wurden die Zugvorbeifahrten an den 150 m-Messpunkte nur bei der Nullmessung gemessen.

Neben den Zugvorbeifahrten wurde auch die Ausbreitung von Einzelschallimpulsen (Pistolenschuss) gemessen. Zum einen wurde die Ausbreitung des Schalls von dieser Punktquelle über die Schallschutzwand (in der jeweiligen Ausführung) ermittelt. Zum anderen wurde die Schallausbreitung

hinter der Wand ermittelt, um Veränderungen durch unterschiedlichen Bewuchs detektieren zu können.

Die einzelnen Zugvorbeifahrten der Nullmessungen und der Messung mit den SSI-Aufsatzelementen sowie die Ergebnisse der Ausbreitungsmessungen wurden frequenzanalysiert und die Pegelabnahme hinter der Wand in Terzen angegeben. Daraus wurden schließlich mittlere (Pegel-)Abnahmen im Profil ermittelt.

Ergebnisse

In Tabelle 1 ist die Abnahme des A-bewertete Gesamtpegel bezogen auf die Nullmessung (2 m hohe Schallschutzwand ohne Aufsatz) für die 3 Höhengniveaus und 3 Messdistanzen zusammengefasst. In der jeweils ersten Zeile je Höhengniveau (+2mLSW) ist die Pegelminderung für Zugvorbeifahrten (Linienquelle) durch Erhöhung der Schallschutzwand um 2 m angegeben. In der zweiten Zeile (SSI, schwarz) ist die Pegelminderung durch den modifizierten SSI-Aufsatz für Zugvorbeifahrten (Linienquelle) und in der dritten Zeile (SSI, rot) für die Schallimpulse (Punktquelle) angegeben.

Tabelle 1: A-bewertete Gesamtpegel der unterschiedlichen Systemzustände (SSI = modifizierte Version)

Pegelabnahme ΔLA_{eq} [dB]								
Mikrofonposition	Art der Quelle	Vergleich LSW - SSI	in 50m Entfernung von Gleisachse 2		in 100m Entfernung von Gleisachse 2		in 150m Entfernung von Gleisachse 2	
			Gleis 1	Gleis 2	Gleis 1	Gleis 2	Gleis 1	Gleis 2
			+ 4,5m ü. S.O.K.	Zugvorbeifahrt	+2mLSW	3,7	5,5	3,8
		SSI	4,1	1,7	4,0	1,7		
	Ausbreitung	SSI	6,4	7,5	5,6	7,9	9,4	12,5
+2,0m ü. S.O.K.	Zugvorbeifahrt	+2mLSW	4,2	5,6	4,1	5,9		
		SSI	3,9	1,6	3,4	1,3		
	Ausbreitung	SSI	6,0	6,8	5,4	7,0	13,6	18,3
± 0m ü. S.O.K.	Zugvorbeifahrt	+2mLSW	4,3	5,6	4,2	5,9		
		SSI	5,5	2,3	3,6	1,6		
	Ausbreitung	SSI	5,8	7,0	4,9	5,8	15,8	18,5

Man erkennt, dass die Wirkung der SSI-Aufsätze bei Zugvorbeifahrten für das von der Schallschutzwand weiter entfernte Gleis 1 deutlich höher ist als für das wandnahe Gleis 2. Für die Messung der Ausbreitung eines Schallimpulses entspricht die Wirkung der Aufsätze wieder Erwartung mit höherer Pegelabnahme von Gleis 2 als von Gleis 1. Da der Schallimpuls eine Punktquelle, die Zugvorbeifahrten aber einer Linienquelle entsprechen, sind die Pegelabnahmen beim Schallimpuls höher als bei den Zugvorbeifahrten.

Vergleicht man die Wirkung der SSI-Aufsätze mit einer fiktiven Wanderhöhung um 2 m, dann erkennt man, dass die Aufsätze für Gleis 1 in etwa die Wirkung dieser 2 m Wanderhöhung besitzen.

In Tabelle 2 sind nun die Nettopegelabnahmen für die beiden Gleise und alle Messpunkte zusammengefasst. Unter Nettopegelabnahme ist der Zusatznutzen der SSI-Aufsätze zu verstehen, der nach Abzug der geometrischen Verschiebung der Beugekante (die Wand wird durch die SSI-Elemente um 50 cm erhöht und die Beugekante wird um rund 40 cm zur Gleisachse verschoben) verbleibt. Man erkennt aus den Daten, dass es speziell für Gleis 1, also das wandferne Gleis, in 50 m Entfernung einen Zusatznutzen von etwa 3 bis 4,5 dB(A) gibt, in 100 m von etwa 2,5 dB.

Die Terzanalyse der Zugvorbeifahrten hat gezeigt, dass die größte Wirkung der SSI-Aufsatzelemente bei etwa 250 – 315 Hz liegt, also in einem Frequenzbereich, der zwar den Klang

des Bahngeräusches (subjektiv) verändert, in der A-Bewertung jedoch nur geringe Effekte zeigt. In den Frequenzen unter 200 Hz zeigen alle Systeme tendenziell eine Verschlechterung gegenüber der Nullmessung. Da diese Frequenzen für den A-bewerteten Pegel noch weniger Relevanz haben als die oben beschriebenen Frequenzen, ist dieser Effekt nicht kritisch zu sehen. Hinsichtlich der unterschiedlichen Zugkategorien hat es keine signifikanten Unterschiede in der Wirkung der SSI-Elemente gegeben.

Tabelle 2: Nettopegelabnahmen in dB(A) für die mit SSI-Aufsätzen ausgestattete Wand gegenüber der ursprünglichen, 2m hohen LSW für Zugfahrten

Mikrofonposition	Zusatznutzen ΔLA_{eq} [dB]			
	in 50m Entfernung von Gleisachse 2		in 100m Entfernung von Gleisachse 2	
	Gleis 1	Gleis 2	Gleis 1	Gleis 2
+4,5m ü. S.O.K.	3,0	0,3	2,8	0,3
+2,0m ü. S.O.K.	2,8	0,2	2,2	-0,2
± 0m ü. S.O.K.	4,5	0,9	2,4	0,2

Schlussfolgerungen

Die Testinstallation von SSI-Aufsatzelementen auf einer Schallschutzwand neben einer Bahnlinie hat gezeigt, dass die Abschirmung signifikant erhöht werden konnte. Die Pegelreduktion war für das wandferne Gleis mit rund 4,1 dB(A) (Mittel über alle Messpunkte) deutlich höher als als beim dem wandnahen Gleis mit 1,7 dB(A). Damit eignen sich die SSI-Aufsatzelemente speziell in jenen (kritischen) Situationen, in denen primär das wandferne Gleis die Höhe der Schallschutzwand determiniert.

Literatur

- [1] Volz R., Möser M.: Aufsätze für Schallschirme – Messungen an einer Lärmschutzwand. Fortschritte der Akustik. DAGA 2000
- [2] Volz R., Möser M.: Aufsätze für Schallschirme – Verschieden abgestimmte Resonatoren. Fortschritte der Akustik. DAGA 2000
- [3] Volz R., Möser M.: Aufsätze für Schallschirme – Einfluss der Kammerbreite. Fortschritte der Akustik. DAGA 2001
- [4] Kalivoda M. et. al.: Überprüfung der akustischen Wirkung von SSI Aufsatzelementen an der Giselabahn bei Maishofen. Untersuchungsbericht (2005-198-014), Wien 2007