

HOCHSCHULE MITTWEIDA

Minderung des Verkehrslärms durch den Einsatz aktiver Lärmschutzwände für Anwendung im Straßen- und Schienenverkehr

Entwurf Zusammenfassung für Marketing der
Hochschule

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Jörn Hübelt
Projektbearbeiter: Dipl.-Ing.(FH) Stefan Schubert

29.04.2011

1 Zielstellung

An Lärmschwerpunkten sind Schallschirme mit Bauhöhen von bis zu 9 m und zum Teil sogar höher anzutreffen. Diese schon als sehr hoch zu bezeichnenden Schallschirme bewirken auf Ihrer Schattenseite direkt hinter dem Schirm im Frequenzbereich 1000 Hz Werte der Einfügungsdämpfung von maximal 15-20 dB. Vielerorts kommt es dennoch zu Beschwerden aus der Bevölkerung an den betroffenen Immissionsorten. Zum Teil ist diese auf die bedeutend schlechtere Wirkungsweise der Lärmschutzeinrichtung im tieffrequenten Bereich zurückzuführen. Zum Teil werden die erheblichen Schirmhöhen auch von der Bevölkerung als störend in der Landschaft empfunden.

Darüber hinaus müssen bei der Genehmigungsplanung von neuen Trassen die entsprechenden gesetzlichen Grenzwerte eingehalten werden. Dies wird zum größten Teil durch Schallschirme mit großer Höhe gewährleistet. Die prognostizierte Zunahme der Verkehrsdichte lässt hierbei ein Anstieg der Schallschirmhöhen erwarten. Dadurch ist in den nächsten Jahren im Freistaat Sachsen mit erheblichen Bau- und Erhaltungskosten zu rechnen. Wünschenswert wäre daher insbesondere an Lärmschwerpunkten der Einsatz von Schallschirmen mit geringerer Höhe bei gleichbleibender schalltechnischer Wirkung. Dieser Effekt kann durch aktive Lärmschutzmaßnahmen auf der Schirmkrone erreicht werden. Durch den stetigen Fortschritt auf dem Gebiet der Elektronik/Informationstechnik können nunmehr kostengünstige Lösungen entwickelt werden.

Das hier beschriebene Projekt hatte daher die Entwicklung der technischen Grundlagen einer aktiven Lärmschutzwand und deren erste Erprobung zum Ziel. Hierbei sollte eine 2-dimensionale Lautsprecheranordnung auf der Krone der Lärmschutzwand die auftreffenden Schallwellen derart beeinflussen, dass sich die Schattenzone der Wand in vertikaler Richtung vergrößert.

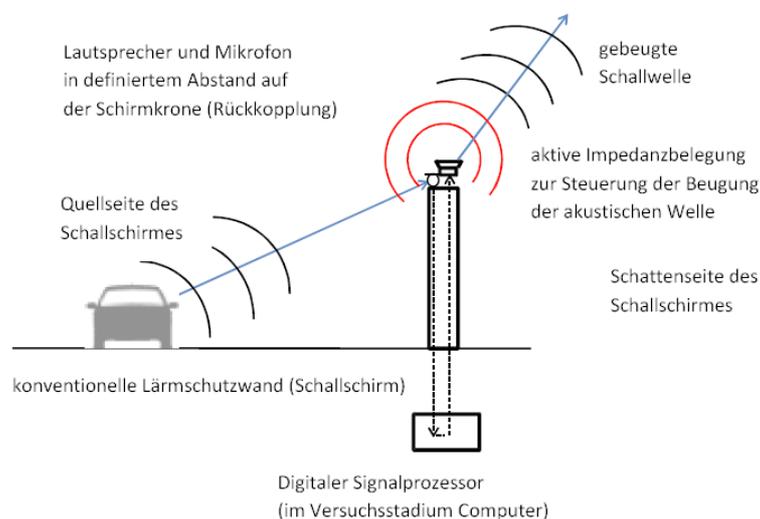


Abbildung 1: Aktive Lärmschutzwand. Durch ein mit Hilfe elektroakustischer Mittel (Lautsprecher) erzeugtes Schallfeld (spezielle Impedanzbelegung an der Schirmkrone) wird die Beugung von Schallwellen an der Schirmkante beeinflusst. Ziel dieser Maßnahme ist die Erhöhung der Einfügungsdämpfung des Schallschirmes (Skizze).

Grundidee der vorgestellten Arbeiten war somit die Entwicklung eines Antischallsystems zur Beeinflussung des Beugungseffektes an einer Lärmschutzwand. Hierbei wird an der Krone der Wand mit Hilfe eines sekundären Schallfeldes eine Impedanz erzwungen, die die Beugung der Schallwellen in einem größeren Winkel zur Folge hat.

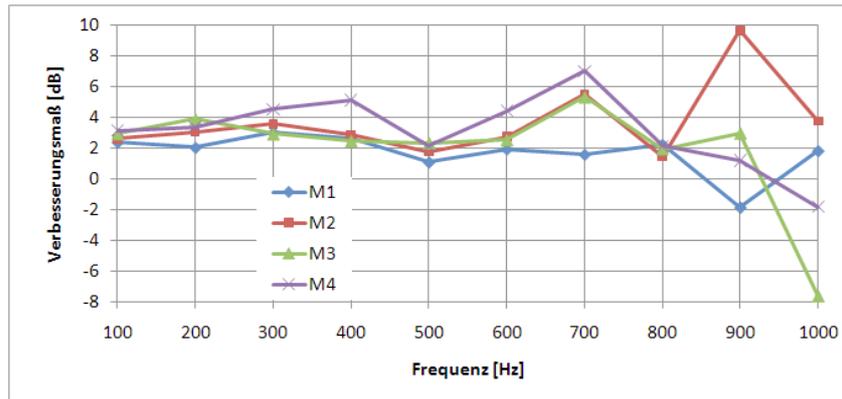


Abbildung 4: Verbesserungsmaß an vier Mikrofonpositionen nach DIN 1793-4.

Die Ergebnisse zeigen, dass durch eine schallweiche Oberkante Verbesserungen (positiver Wert) bzw. Verschlechterungen zwischen $10 \text{ dB} \geq VM \geq -8 \text{ dB}$ möglich sind. Die Wirkung ist frequenzabhängig und nimmt mit dem Beugungswinkel β zu.

Die aktive Lärmschutzwand besteht hierbei aus einer „Schnelle-Quelle“ auf der Oberseite der Lärmschutzwand.

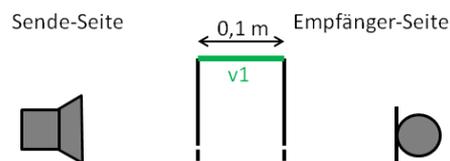


Abbildung 5: Versuchsanordnung

Die Abbildung 6 zeigt die Wirkung der aktiven Maßnahme auf der Krone der Lärmschutzwand an vier Immissionspunkten (M1 – M4) hinter der Wand.

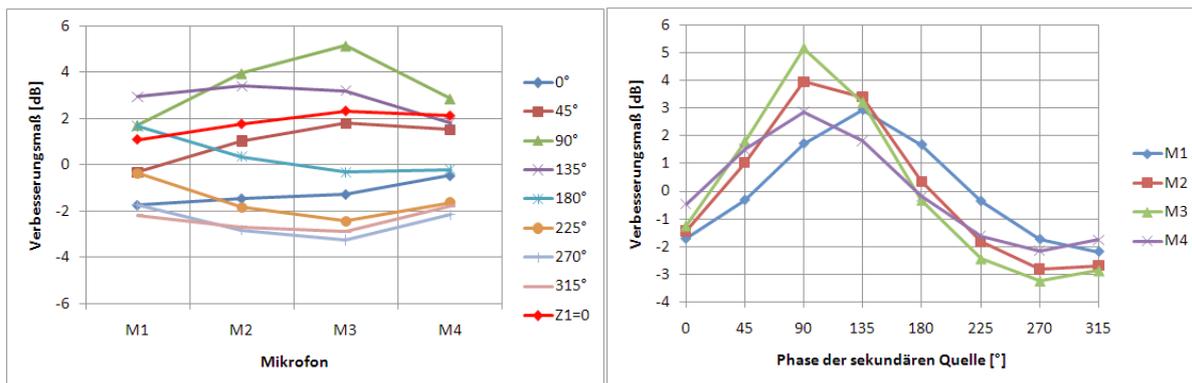


Abbildung 6: Ortsabhängiges (links) und phasenabhängiges (rechts) Verbesserungsmaß

3 Messung

Abbildung 7 zeigt den Versuchsaufbau des im Maßstab 1:3 aufgebauten Lärmschutzwand-Modells mit Aufsatz.

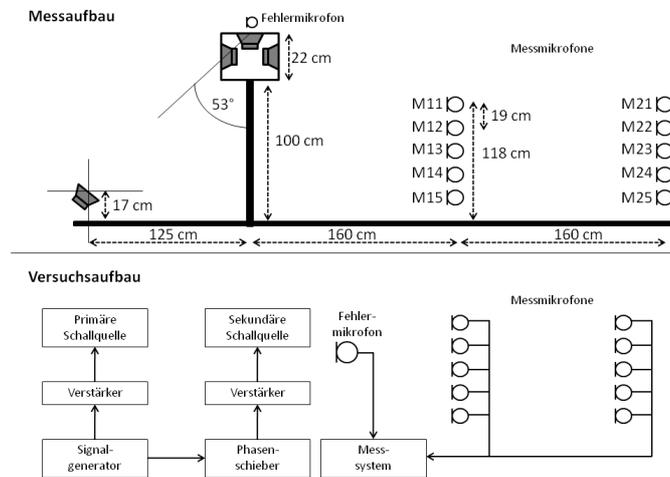


Abbildung 7: Versuchsaufbau der aktiven Modelllärmschutzwand im akustischen Halbfreieldraum.



Abbildung 8: Modelllärmschutzwand mit ANC-Aufsatz im akustischen Halbfreieldraum der SLG.

Erste Messungen mit örtlich stationärer Modellärmquelle (Punktstrahler) konnten bereits durchgeführt werden. Ziel der Messung war die Bewertung der Beeinflussung der lokalen Impedanz des Aufsatzes mittels einer sekundären Schallquelle. In Abbildung 9 ist das Verbesserungsmaß VM für eine Messung bei $f = 250$ Hz dargestellt. Es zeigte sich, dass durch die lokale Beeinflussung des Schallfeldes hinter der Wand eine Minderung von bis zu 5 dB erreicht werden kann. Leider tritt jedoch zum gegenwärtigen Zeitpunkt an bestimmten Orten auch eine Verschlechterung der Wirkung des Schallschirmes auf.

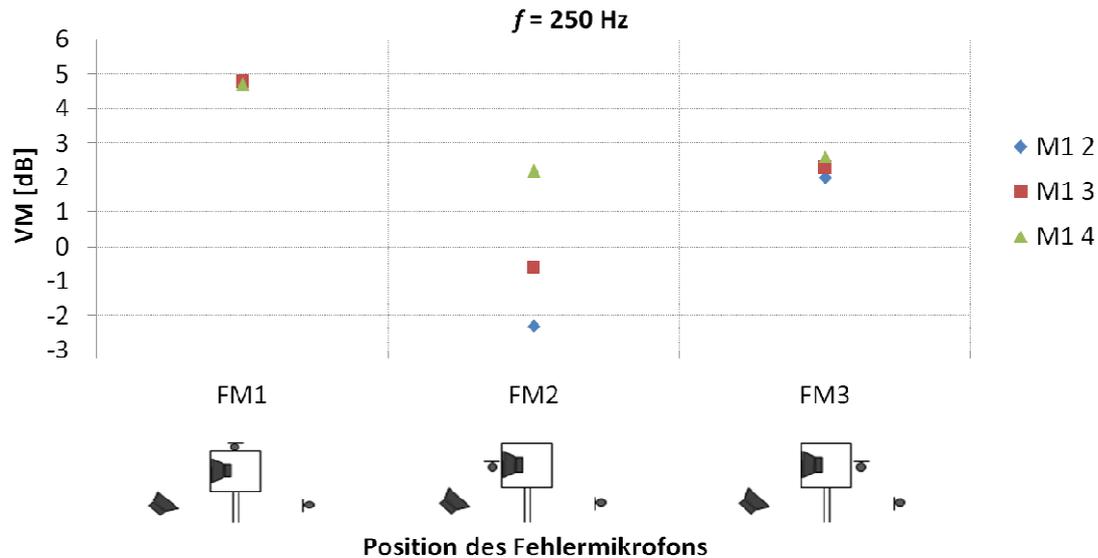


Abbildung 9: Das Verbesserungsmaß für die Fehlermikrofon-Positionen 1, 2 bzw. 3.

4 Zusammenfassung

Es konnte ein numerisches Modell einer aktiven Lärmschutzwand entwickelt und verifiziert werden. Mit dem Modell war es möglich die Schallabstrahlung eines Einzelfahrzeuges (Punktstrahler) zu simulieren. Damit wurden die Betrachtungen der Ausbreitung einer Zylinderwelle (2-dimensional) von Möser und Koh auf ein 3-dimensionales Schallfeld mit Punktquelle erweitert. Als Bewertungsmaßstab wurde nun die DIN 1793-4 "Lärmschutzeinrichtungen an Straßen" [DIN1793-4] herangezogen. Dieses Prüfverfahren dient speziell zur Bestimmung der produktspezifischen Merkmale der Schallbeugung bei Zusatzeinrichtungen, die auf Lärmschutzeinrichtungen für Straßen montiert werden. Das Prüfverfahren sieht Messungen des Schalldruckpegels an mehreren Bezugspunkten nahe der Oberkante der Lärmschutzeinrichtung mit und ohne eingebaute Zusatzeinrichtung vor. Die Wirksamkeit der Zusatzeinrichtung ist die Differenz aus den mit und ohne Zusatzeinrichtung gemessenen Werten unter Berücksichtigung von Änderungen der Höhe.

Die Erkenntnis von Möser, dass die geforderte Impedanzbelegung „schallweich“ sein sollte, konnte auch hier nachgewiesen werden. Für eine solche Kantenbelegung zeigen sich theoretisch (BEM) Minderungen von 3-5 dB.

Für die praktische Umsetzung einer lokalen schallweichen Wandimpedanz eignet sich ein aktives System sehr gut. Wichtig ist es dabei eine lokale Kriterium zur finden, mit dem das globale Verhalten des Schallfeldes hinter dem Schirm beschrieben werden kann. Hierzu wurde ein Antischallsystem konzipiert und durch Modellmessung getestet. Hauptsächlich wurden dabei die Position des Störmikrofons, die Lage und die Richtwirkung der sekundären Quellen betrachtet. Es zeigte sich, dass durch die lokale Beeinflussung des Schallfeldes hinter der Wand eine Minderung von bis zu 5 dB erreicht werden kann. Leider tritt jedoch zum gegenwärtigen Zeitpunkt an bestimmten Orten auch eine Verschlechterung der Wirkung des Schallschirmes auf.