

Ermittlung von Überstandslängen für Lärmschirme und lärmindernde Straßenbeläge

Stefan Schubert¹, Maximilian Ertsey¹, Wolfgang Bartolomaeus²

¹ Müller-BBM GmbH, 82152 Planegg, E-Mail: stefan.schubert@mbbm.com

¹ Müller-BBM GmbH, 82152 Planegg, E-Mail: maximilian.ertsey@mbbm.com

² Bundesanstalt für Straßenwesen, 51401 Bergisch Gladbach, E-Mail: bartolomaeus@bast.de

Aufgabenstellung

Im Rahmen des Forschungsprojektes FE 02.0374/2014/IRB „Ermittlung von Überstandslängen für Lärmschirme und lärmindernde Straßenbeläge“ wurde das akustische Verhalten von vorbeifahrenden Straßenverkehrsfahrzeugen am Ende von Lärmschutzwänden sowie am Übergang von einer lärmindernden auf konventionelle Asphaltdeckschichten beurteilt. Zielsetzung des Projektes war es, den durch den plötzlichen Wegfall der Lärmschutzmaßnahme auftretenden Pegelsprung qualitativ und quantitativ zu beschreiben und ggf. eine Handlungsempfehlung hieraus abzuleiten.

Untersuchungsmethodik

Zur Vorbereitung geplanter Messreihen an den unterschiedlichen Situationen wurde der zu erwartende Pegel-Zeit-Verlauf eines vorbeifahrenden Fahrzeuges am Ende von Lärmschutzmaßnahmen simuliert.

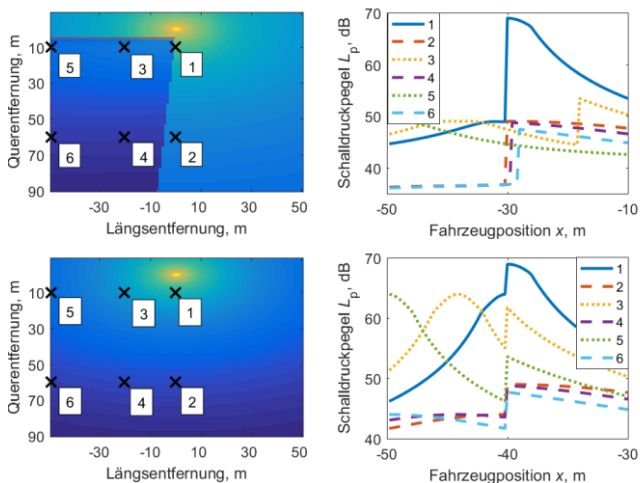


Abbildung 1: Simulation der Pegelverläufe an der Lärmschutzwand (oben) bzw. beim Belagswechsel (unten). Links: Draufsicht auf die Situationen inkl. Immissionsorte durch Nummern markiert; ein simuliertes Fahrzeug bewegt sich bei einer Querentfernung von 5 m horizontal. Rechts: resultierende Pegel-Zeit-Verläufe für unterschiedliche Immissionsorte.

Die Simulationen haben gezeigt, dass an der Lärmschutzwand vor allem der Winkel zwischen dem Immissionsort und dem Ende der Lärmschutzwand einen Einfluss auf den zu erwartenden Pegelsprung hat. Am Belagswechsel hingegen ergaben sich insbesondere aufgrund der Richtcharakteristik des Reifen-Fahrbahn-Geräusches [1] bei verschiedenen Überstandslängen unterschiedliche Pegelsprünge. Es wurde jeweils am Ende einer Lärmschutzwand sowie am Übergang von einem

lärmindernden auf konventionellen Asphalt eine Messreihe durchgeführt.



Abbildung 2: Messsituation an der Lärmschutzwand (oben) bzw. mit Belagswechsel (unten).

Zur Erfassung des Pegelsprungs wurden mehrere geeignete einzeln vorbeifahrende Pkw und Lkw sowie kontrollierte Vorbeifahrten erfasst.

Es wurden die Pegel-Zeit-Verläufe an allen Messpositionen (vgl. Abbildung 4) der Einzelvorbeifahrten betrachtet und die auftretende Änderung des Geräusches am Ende der Lärmschutzmaßnahme im Pegelverlauf und spektral charakterisiert. Ferner wurden psychoakustische Kennwerte wie Lautheit und Schärfe bei den Fahrzeugvorbeifahrten bestimmt. Die höchsten Pegelsprünge wurden hierbei auf Höhe der Übergangsposition (d.h. am Ende der jeweiligen Lärmschutzmaßnahme) nah am Verkehrsweg detektiert. Die ermittelten Lautheiten sind an der Übergangsposition sowie an der Referenzposition ohne Lärmschutz deutlich höher als an den restlichen Positionen.

Basierend auf zeitvarianten Übertragungsfunktionen zwischen den Mikrofonpositionen sowie Simulationen der Vorbeifahrten wurden ausgewählte Einzelvorbeifahrten, die zuvor mit einem Kunstkopf aufgenommen wurden, an allen Positionen auralisiert.

Aus den auralisierten Aufnahmen wurde ein Hörversuch generiert, in dem Probanden die Fahrzeugvorbeifahrten an allen Positionen nach der persönlich empfundenen Lästigkeit sowie der Pegeldynamik beurteilt haben.

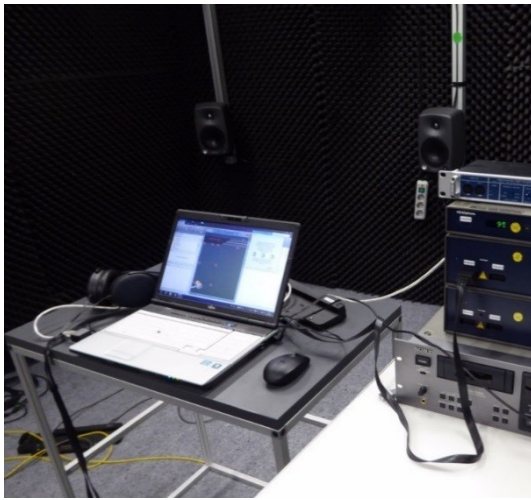


Abbildung 3: Hörversuchsaufbau.

Untersuchungsergebnisse

Ergebnisse der messtechnischen Untersuchung zeigten an der Lärmschutzwand eine gewisse Richtcharakteristik des Pegelsprungs.

Anhand der Hörversuche hat sich gezeigt, dass der Pegelsprung auch in größerer Entfernung wahrgenommen und als lästig empfunden wird. Zum Teil wurde der gesamte Hörversuch als „belastend“ bezeichnet, da die Probanden konstant Verkehrslärm ausgesetzt waren.



Abbildung 4: Bewertung der empfundenen Pegeldynamik an der Lärmschutzwand (links) bzw. am Belagswechsel (rechts).

Viele Probanden gaben an, den Pegelsprung beziehungsweise die Pegeldynamik an der Lärmschutzwand als deutlich größer zu empfinden als am offenporigen Asphalt.

Die Pegeldynamik wird insgesamt umso höher bewertet, je näher die Position sich an der Übergangsstelle befindet (d.h. je geringer die Überstandslänge ist).

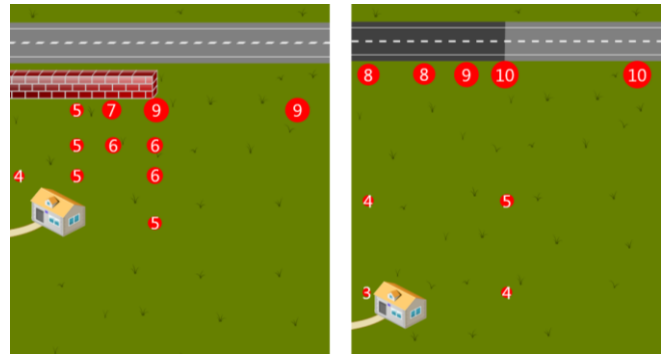


Abbildung 5: Bewertung der empfundenen Lästigkeit an der Lärmschutzwand (links) bzw. am Belagswechsel (rechts).

Die empfundene Lästigkeit deckt sich gut mit der ausgewerteten N_5 -Lautheit, jedoch nicht mit dem physikalisch ausgewerteten Pegelsprung bzw. der Pegelsteilheit. Dies zeigt die Brisanz der Ergebnisse deutlich. Als Ausgangspunkt der Untersuchung wurde auf Basis des physikalischen Pegelsprungs die Vermutung angestellt, dass es bei kurzen Überstandslängen zu einer Lästigkeit kommen kann. Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass die empfundene Pegeldynamik und Lästigkeit an einzelnen Positionen sogar größer ausfällt, als der Pegelsprung im Pegel-Zeit-Verlauf dies vermuten ließe.

Dabei fällt insbesondere auf, dass die empfundene Pegeldynamik und Lästigkeit bei gleichem vektoriellem Abstand zur Übergangsstelle umso höher bewertet wird, je größer der Anteil des Querabstandes zur Fahrbahn ist. Zur Veranschaulichung: 100 m Abstand orthogonal zum Übergang führen zu einer höheren Pegeldynamik als 100 m im 45° Winkel zum Übergang. Das bedeutet, dass die Überstandslänge einen entscheidenden Einfluss auf die wahrgenommene Geräuschsituation hat.

Die Ergebnisse zur Lästigkeit zeigen, dass

- die Lästigkeit deutlich sinkt, je weiter die Position vom Ende der Lärmschutzmaßnahme entfernt ist bzw. je größer die Überstandslänge ist,
- neben der Entfernung zum Ende der Lärmschutzmaßnahme vor allem auch die Überstandslänge relevant ist; größere Überstandslängen reduzieren die Lästigkeit nachweislich;
- die Lästigkeit deutlich geringer ist, je geringer der Pegelsprung im Vergleich zur eigentlichen Vorbeifahrt ist.

Folgerung für die Praxis

Um auf Grundlage der vorliegenden Ergebnisse eine Abschätzung zur Berücksichtigung zu kurzer Überstandslängen treffen zu können, wird wie folgt vorgegangen:

1. Betrachtet wird eine „lange gerade Straße“.
2. Eine Lärmschutzwand hat eine ausreichend hohe Schalldämmung (größer 20 dB).

3. Aus 1. und 2. folgt, dass auf Höhe des Endes der Lärmschutzwand nah am Verkehrsweg der L_{eq} 3 dB niedriger liegt im Vergleich zur Situation ohne Lärmschutzwand, da nur die Hälfte der Schallquelle wirksam ist.
4. Die Untersuchungen zur Lästigkeit haben ergeben, dass nah an der Straße die Lästigkeit auf Höhe des Endes der Lärmschutzwand genauso groß ist wie am Referenzpunkt.
5. Aus 3. und 4. folgt, dass der um 3 dB niedrigere L_{eq} am Ende der Lärmschutzwand zumindest für geringe orthogonale Abstände durch die zusätzliche Impulshaftigkeit der Verkehrsgeräusche kompensiert wird (Da die Lästigkeit an diesen Punkten gleich groß bewertet wird.).
6. Die Untersuchungen haben ergeben, dass ein orthogonaler Abstand die Lästigkeit geringer abschwächt als ein paralleler Abstand hinter der Wand (also eine Überstandslänge).

Aus diesen Ergebnissen kann nun eine vereinfachende Formel abgeleitet werden, die einen Lästigkeitszuschlag bzw. in der Nomenklatur der RLS [2] einen Korrekturfaktor zur „besonderen Berücksichtigung von Minderlängen“ d_{BBM} vergibt.

$$d_{BBM} = 3 - \frac{d_p}{100} - \frac{d_{\perp}}{200} [\text{dB}] \quad (1)$$

In der folgenden Abbildung 6 ist die Auswirkung des Korrekturfaktors auf den Bereich nahe dem Ende der Lärmschutzwand dargestellt.

Es zeigt sich, dass sich der Korrekturwert wie folgt verhält:

- Nahe der Straße auf Höhe des Übergangs ergibt sich $d_{BBM} = 3$ dB. Der Korrekturwert d_{BBM} erhöht den L_{eq} somit auf ein Maß entsprechend der Referenzposition ohne Lärmschutzmaßnahme. Der um d_{BBM} korrigierte L_{eq} bildet dann die an dieser Position vergleichbare Lästigkeit wie ohne Lärmschutzmaßnahme ab.
- Nahe der Straße hinter der Lärmschutzwand nimmt der Korrekturfaktor mit zunehmender Überstandslänge ab.
- Ein paralleler Abstand zum Ende der Lärmschutzwand (entsprechend einer Überstandslänge) wirkt sich auf die Verringerung von d_{BBM} stärker aus als eine Vergrößerung des orthogonalen Abstandes.
- Ein ausreichend großer orthogonaler und paralleler Abstand lässt d_{BBM} zu 0 werden.

Somit wirkt der Korrekturfaktor entsprechend den Auswertungen zur hörgerechten Wahrnehmung der Lästigkeit (vgl. Abbildung 5).

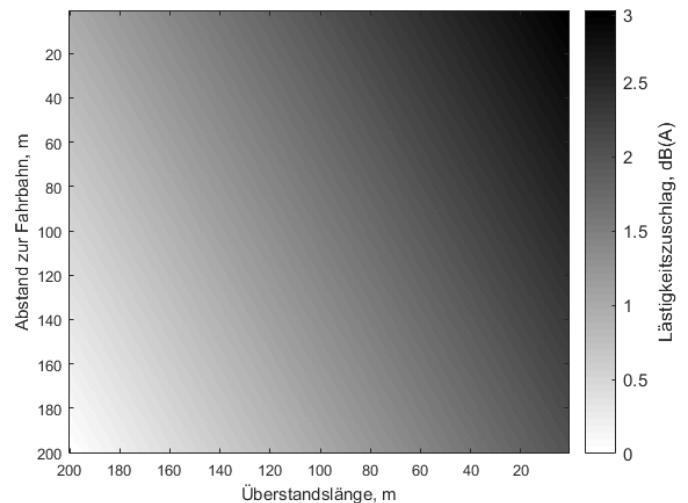


Abbildung 6: Korrektur in Abhängigkeit der Überstandslänge. Nach dem Ende der Lärmschutzmaßnahme verhält sich der Korrekturfaktor spiegelsymmetrisch zur y-Achse.

Für die Überstandslängen geräuschmindernder Fahrbahnbeläge liegt der Korrekturfaktor d_{BBM} auf der sicheren Seite, da die Minderungswirkung in aller Regel geringer ist als die einer Lärmschutzwand.

Die in d_{BBM} genannten Divisoren sind hier abgeschätzt, liegen aber auf der sicheren Seite. Unter Umständen kann es sinnvoll sein, diese in einem weiteren Forschungsvorhaben genauer zu bestimmen.

Für ausreichend groß parallele und orthogonale Abstände kann d_{BBM} nicht negativ werden.

Wir danken dem Betreuerkreis des Projekts für die konstruktiven Diskussionen, insbesondere:

- Herrn Chudalla (Bundesanstalt für Straßenwesen)
- Herrn Dr. Stringari (Bundesanstalt für Straßenwesen)
- Herrn Dr. Attenberger (Landesamt für Umweltschutz Bayern)
- Herrn Lippert (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur)
- Herrn Dr. Schade (Umweltbundesamt)
- Herrn Prof. Hugo Fastl (Technische Universität München)

Literatur

- [1] Bartolomaeus, W.: “Vorbeifahrtpegel von Straßenfahrzeugen”, DAGA, Berlin, 2010
- [2] Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen – RLS 90, 1990