

# Wahl repräsentativer Messpunkte für statistische Vorbeifahrtpegelmessungen des Straßenverkehrs

Manfred T. Kalivoda, Sonja Kröpfl

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

## Einleitung

Ziel dieser hier vorgestellten Untersuchung ist es festzustellen, ob das Vorbeifahrtgeräusch für ein bestimmtes Fahrzeugkollektiv auf einer bestimmten Fahrbahn durch einfache Entfernungskorrektur auf unterschiedliche Messabstände umgerechnet werden kann. Daraus ergibt sich die wesentliche Frage nach der „sinnvollsten“ Mikrofonposition.

Nationale und Internationale Richtlinien verwenden unterschiedliche Messabstände zur Erfassung des Vorbeifahrtpegels, wobei vier Regelwerke näher betrachtet wurden:

- Die ISO 11819-1 [3] schreibt einen Abstand von 7,5m zwischen der Fahrstreifenachse und dem Mikrofon vor.
- Der Französische Normenentwurf XP P 98-095 [2] verwendet einen Messpunkt in 3m Entfernung von der Fahrstreifenachse zur Beurteilung von Fahrbahnübergängen.
- HARMONOISE [1] empfiehlt eine Entfernung von 7,5m zwischen Fahrstreifenachse und Mikrofon.
- In der RVS 3.02 [5] werden alle Geräuschemissionswerte auf einen Referenzabstand von 1m umgerechnet.

Für diese Untersuchung wurden an mehreren Autobahnquerschnitten Vorbeifahrtpegelmessungen an unterschiedlichen Mikrofonpositionen durchgeführt und die Pegel in der Folge mit den theoretischen Ausbreitungsbedingungen verglichen.

## Messablauf

Bei jeder Messung wurden so viele Vorbeifahrten erfasst, dass eine normgerechte Auswertung (unbeeinflusste Einzelvorbeifahrten, ausreichende Stichprobe) möglich war. Eine Messung umfasste durchschnittlich 20 Messserien mit 10 bis 12 Vorbeifahrten, welche nach den drei Fahrzeugkategorien

- PKW (Pkw und Lieferfahrzeuge mit 2 Achsen),
- LKW (2-achsige Lkw und Lieferwagen, Busse) und
- sLKW (schweren Lkw mit mehr als 2 Achsen oder Anhänger) unterschieden wurden.

Gemeinsam mit dem Vorbeifahrtpegel der Einzelfahrzeuge wurden die Fahrzeugkategorie digital aufgezeichnet und die mittels Radarmessgerät gemessene Geschwindigkeit notiert. Alle Vorbeifahrten wurden auch mit Video gefilmt und die meteorologischen Daten wurden periodisch erfasst.

## Messpositionen

Das Vorbeifahrtgeräusch wurde parallel an den folgenden sechs Messpositionen ermittelt:

- MP1 in 7,5m Entfernung von der Achse des zweiten Fahrstreifens und 0,5m Höhe über F.O.K. Dieser Messpunkt entspricht der HARMONOISE-Mikrofonposition zur Erfassung des Rollgeräusches von Fahrzeugen auf dem zweiten Fahrstreifen.

- MP2 in 7,5m Entfernung von der Achse des zweiten Fahrstreifens und von 1,2m Höhe über F.O.K. Dieser Messpunkt ist der Standardemissionspunkt nach ISO 11819-1 und entspricht der HARMONOISE-Mikrofonposition zur Erfassung des Antriebsgeräusches von Fahrzeugen auf dem zweiten Fahrstreifen.
- MP3 in 7,5m Entfernung von der Achse des zweiten Fahrstreifens und in 2,0m Höhe über F.O.K. Dieser Messpunkt befindet sich in halbem Abstand zwischen den Fahrzeugen auf dem ersten Fahrstreifen und dem Messpunkt MP6.
- MP4 in 7,5m Entfernung von der Achse des zweiten Fahrstreifens und in 4,0m Höhe über F.O.K. entspricht der HARMONOISE-Mikrofonposition zur Erfassung des Strömungsgeräusches von Fahrzeugen auf dem zweiten Fahrstreifen.
- MP5 in 7,5m Entfernung von der Achse des ersten Fahrstreifens und 1,2m Höhe über F.O.K., Standardemissionspunkt für Fahrzeuge auf dem ersten Fahrstreifen.
- MP6 in 7,5m Entfernung von der Achse des ersten Fahrstreifens und in 4,0 Höhe über F.O.K.

Die Fahrstreifenbreite auf Autobahnen beträgt 3,75m und ist damit die Hälfte des Messabstands von 7,5m. Das bedeutet aber auch, dass ein Messpunkt in 7,5m Entfernung von der Achse des zweiten Fahrstreifens 3,75m von der Achse des ersten Fahrstreifens entfernt ist.

## Datenanalyse

Die Analyse der Daten erfolgte im Anschluss an die Messung. Dabei wurden für jede Messserie Pegel-über-Zeit-Diagramme erstellt, in denen sowohl das Schallsignal der verschiedenen Mikrofonpositionen sowie das Signal für die Fahrzeugerkennung enthalten sind. Aus diesen Diagrammen konnte anschließend das individuelle Zeitintervall einer Vorbeifahrt aus der Messserie geschnitten werden und für jede Vorbeifahrt wurde eine Pegelberechnung durchgeführt. Aus dieser Berechnung könnten anschließend verschiedene Beurteilungskriterien abgeleitet werden, wie der A-bewertete energieäquivalente Dauerschallpegel einer Vorbeifahrt  $L_{A,eq}$ , der A-bewertete Schallereignispegel einer Vorbeifahrt  $L_{A,E}$ .

Die gewonnenen Daten wurden anschließend statistisch analysiert (Korrelationen zwischen den Mikrofonpositionen, Fahrzeugarten, Geschwindigkeiten und den verschiedenen Oberflächenbeschaffenheiten) um eine Beurteilung zu ermöglichen.

Die ISO Norm 11819-1 sieht vor, den maximalen A-bewerteten Schallpegel  $L_{A,max}$  bei der Vorbeifahrt der Beurteilung zugrunde zu legen.

Alle Immissionsberechnungsmodelle basieren auf A-bewerteten energieäquivalenten Pegeln und nicht auf Maximalpegeln. Aus diesem Grund wird parallel zum  $L_{A,max}$  der A-bewertete Schallereignispegel  $L_{A,E}$  verwendet.

Der A-bewertete Schallereignispegel  $L_{A,E}$  gibt die gesamte Schallenergie wieder, die bei der Vorbeifahrt, abgestrahlt wird und kann somit einfach in einen energieäquivalenten Dauerschallpegel  $L_{A,eq}$  bzw. einen Immissionspegel umgerechnet werden.

## Ergebnisse und Beurteilung

### Mikrofonpositionen

- Der von HARMONOISE vorgeschlagene Messpunkt in 0,5m Höhe über F.O.K. weist in 7,5m Entfernung keine Pegelunterschiede zu der 1,2m Höhe auf.
- Die Mikrofonposition in 1,2m über F.O.K. ist gut geeignet, die Geräuschemissionen der Vorbeifahrten zu beschreiben. Dieser Messpunkt entspricht auch dem Standardemissionspunkt gemäß ISO 11819-1 sowie HARMONOISE zur Erfassung des Antriebsgeräusches von Fahrzeugen.
- Bezüglich dem angenommenen Messpunkt in 2m Höhe über F.O.K. kann festgestellt werden, dass sich bei einem Vergleich der Mikrofonpositionen in 1,2m Höhe und jenem in 2m Höhe Unterschiede bis zu 2dB ergeben. Ein zusätzlicher Messpunkt in dieser Höhe erweist sich jedoch nicht als unbedingt notwendig, aufgrund des Messpunktes in 4m Höhe.
- Der Messpunkt in 4m Höhe gemäß HARMONOISE zur Erfassung des Strömungsgeräusches von Fahrzeugen zeigt eine weitere Pegelabnahme um bis zu 2dB zwischen dem Messpunkt in 2m Höhe und dem Messpunkt in 4m Höhe.

### Distanzmessungen

In der Gegenüberstellung des ersten und zweiten Fahrstreifens mit den jeweiligen Entfernungen von 7,5m von der Fahrstreifenachse zum Messpunkt ergeben sich Pegelunterschiede bis zu 1dB. Diese Distanz von 7,5m von der Fahrstreifenachse zum Messpunkt entspricht der vorgeschlagenen Entfernung gemäß ISO 11819-1. Das Distanzdiagramm (Abbildung 1) zeigt die Ergebnisse des ersten Fahrstreifens, mit den Mikrofonpositionen M1-M4, und die Ergebnisse des zweiten Fahrstreifens, mit den Mikrofonpositionen M1-M4.

Die gemessenen Pegel der vorbeifahrenden Fahrzeuge des Fahrstreifens zwei sind demnach rund 1dB höher als jene auf Fahrstreifen eins.

Dieser Pegelunterschied ergibt sich aus dem Fahrverhalten der aufgezeichneten und erfassten Vorbeifahrten. Das Verhalten der Fahrzeuglenker am ersten Fahrstreifen wurde durch die Sicherheitstafel vor der Messstelle und durch die Aufbauten der Messstelle selbst massiv beeinflusst.

Ein hoher Prozentsatz der Vorbeifahrten fuhr in den Messquerschnitten am Fahrstreifen eins möglichst weit links und kehrte erst nach der Messstelle wieder in seine ursprüngliche Fahrposition zurück. Die Vorbeifahrtspegel in 7,5m Entfernung von der Fahrstreifenachse und in einer Höhe von 1,2m über F.O.K. sind für die Fahrzeuge, die den Messquerschnitt auf dem ersten Fahrstreifen passierten rund 1dB niedriger als jene Fahrzeuge, die den Messquerschnitt auf dem zweiten Fahrstreifen passierten.

Der Grund für diese Pegeldifferenz liegt darin, dass die Entfernung von der Längsachse der Fahrzeuge am ersten Fahr-

streifen zum 7,5m Messpunkt durch das ausweichende Fahrverhalten der Fahrzeuglenker tatsächliche 8,3m beträgt und damit die Entfernungen im Mittel um knapp einen Meter weiter sind, als jene vom 7,5m Messpunkt zum zweiten Fahrstreifen, auf dem die Fahrzeuglängsachse mit jener des Fahrstreifens übereinstimmt.

Um eine Messentfernung von 7,5m zur jeweiligen Fahrstreifenachse einhalten zu können, sollten zwei räumlich voneinander getrennte Messquerschnitte herangezogen werden. Werden die Vorbeifahrten auf beiden Fahrstreifen in einem Querschnitt gemessen, beeinflusst der Abstand von 7,5m von der Achse des zweiten Fahrstreifens zum Messpunkt das Fahrverhalten der Fahrzeuglenker auf dem ersten Fahrstreifen. Werden zwei Messquerschnitte gewählt, kommt es zu keinem Ausweichen der Fahrzeuglenker des ersten Fahrstreifens, da die Entfernung von 7,5m zum ersten Fahrstreifen eingehalten wird.

Zusätzlich müssen sich Alternativen finden um in der gleichen Effektivität aber ohne beeinflussende Wirkung für die Fahrzeuglenker auf die Messstelle aufmerksam zu machen und somit abzusichern.

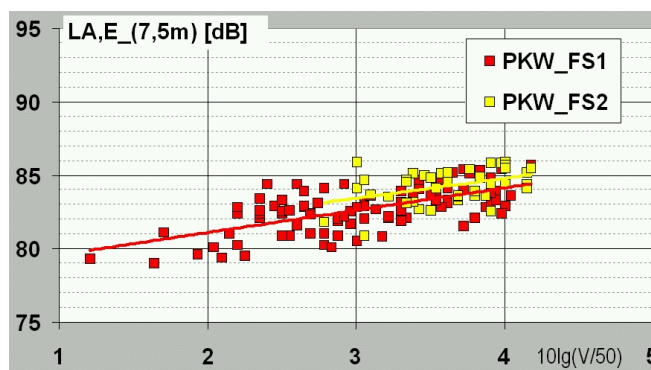


Abbildung 1: PKW Vorbeifahrten in 7,5m Entfernung, Gegenüberstellung Fahrstreifen 1 (rot), Fahrstreifen 2 (gelb)

## Literatur

- [1] Blokland G., Ejsmont J., Jonasson H., et al.: Source modelling of road vehicles. HARMONOISE, Work Package 1.1, Document identity HAR 11 TR-041210-SP10, 2004
- [2] französischer Normenentwurf: Tests relating to road bridge expansion joints; Methodology for in situ characterisation of acoustic emergence. XP P 98 095
- [3] ISO 11819-1: Acoustics – Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise – Part 1: Statistical Pass-By method. First edition 15-06-1997
- [4] Kalivoda M. et. al.: Studie über das Kraftfahrzeuggeräusch unter realen Fahrbahnoberflächenbedingungen. Untersuchungsbericht, Wien 2006
- [5] Öst. Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr (Hrsg): RVS 04.02.11: Umweltschutz - Lärmschutz, Ausgabe März 2006