

M. Menz, E. Veres, Ch. Klöpfer¹, M. Mayer-Kreitz²

Einfügungsdämmung des Gehäuses automatischer Verkehrszählgeräte

1. Einleitung

In Baden-Württemberg ersetzt seit Juni 2010 das sogenannte „Verkehrsmonitoring“ die bisherige manuelle Straßenverkehrszählung im Fünfjahreszyklus. Bei diesem neuen Zählverfahren werden Seitenrandzählgeräte eingesetzt, die an verschiedenen Straßen in Standardleitpfosten integriert sind. Dabei werden neben den durch Radarsensoren registrierten Geschwindigkeiten und Fahrzeuglängen auch die akustischen Signale mithilfe eines Mikrofons erfasst und als Audiodateien gespeichert. Bereits durchgeführte Feldmessungen zeigen, dass der Frequenzgang der registrierten Daten durch das Gehäuse stark beeinflusst wird.

2. Ziel

Das Ziel der Arbeit [1] ist es, den Einfluss des Gehäuses von Verkehrszählgeräten auf die ermittelten akustischen Daten unter Laborbedingungen zu untersuchen. Dabei wird für die akustische Eigenschaft des Gehäuses, das Einfügungsdämm-Maß D_e , definiert. Es soll dabei die Frage beantwortet werden, ob es eine Methode gibt, mit deren Hilfe das Einfügungsdämm-Maß D_e zuverlässig bestimmt werden kann. Im Weiteren ist zu prüfen, ob die aus den Labormessungen ermittelten Einfügungsdämm-Maße mit den Praxismessungen nach [2] übereinstimmen und ob baugleiche Straßenleitpfosten gleiche Messergebnisse liefern.

3. Vorgehensweise

Das Einfügungsdämm-Maß ist die Differenz der Schallpegel, die durch ein ungekapseltes und ein gekapseltes Mikrophon, am gleichen Messort gemessen werden. Es gibt zwei Methoden A und B, um diese Schallpegeldifferenz zu bestimmen (Bild 1).

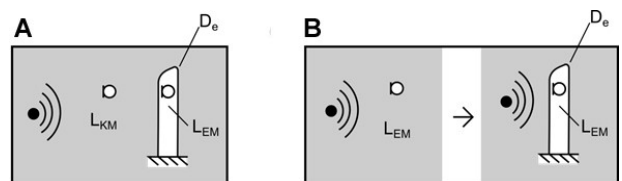


Bild 1: Schematische Darstellung der Methoden zur Ermittlung des Einfügungsdämm-Maßes D_e (mit L_{KM} = gemessener Schalldruckpegel des Kontrollmikrofons, L_{EM} = gemessener Schalldruckpegel des integrierten Elektretmikrofons des Pfostens).

A: Gleichzeit-Methode, mit zwei verschiedenen Mikrofonen
B: Nacheinander-Methode, mit dem gleichen Mikrophon

Die Untersuchungen fanden je nach Bedarf im reflexionsarmen Raum des Fraunhofer Instituts für Bauphysik, IBP Stuttgart und in einem Seminarraum der Universität Stuttgart statt.

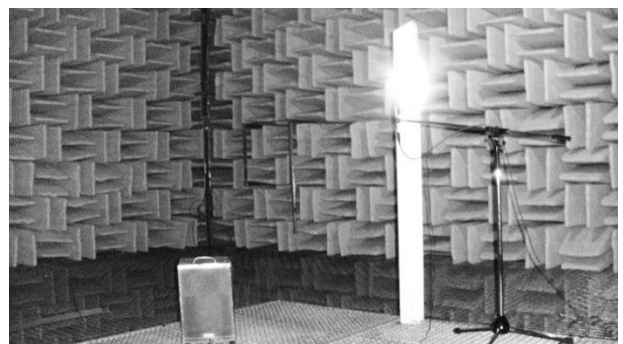


Bild 2: Fotoaufnahme des Versuchsaufbaus im reflexionsarmen Raum mit der Vergleichsschallquelle, der Leitpfosten und dem Kontrollmikrophon.

Als erstes wurde die Richtcharakteristik der integrierten Elektretmikrofone samt Pfosten im reflexionsarmen Raum (Bild 2) bestimmt. Es hat sich herausgestellt, dass sie eine Kugelcharakteristik besitzen. Es muss also keine Gewichtung je nach Schalleinfallrichtung vorgenommen werden und das Einfügungsdämm-Maß ist für einen 360° Winkelbereich gültig.

¹ Institut für Straßen- und Verkehrswesen (ISV), Universität Stuttgart

² Regierungspräsidium Tübingen, Abteilung 9, Landesstelle für Straßentechnik, Straßenverkehrszentrale Baden-Württemberg

In den weiteren Laboruntersuchungen wurde das Einfügungsdämm-Maß im freien und im diffusen Schallfeld ermittelt. Zusätzlich wurde der Schallpegel einer Schallquelle in Abhängigkeit von der Frequenz im selben Punkt, jeweils ohne und mit Leitpfosten, bzw. jeweils ohne und mit Gehäuse gemessen und die Schallpegeldifferenz gebildet. Dafür wurden die Aufnahmen sowohl mit einem Freeware Audio-Analyse-Programm als auch mit einem Schallpegel-Analysator ausgewertet und die Ergebnisse miteinander verglichen. Außerdem wurde der Einfluss eines bereitgestellten Fundamentes auf die Messungen untersucht.

4. Ergebnisse

Die Straßenleitpfosten weisen im freien und im diffusen Schallfeld ein unterschiedliches akustisches Verhalten auf. Je nach Anregung verursacht die Geometrie des Pfostens deutliche akustische Einflüsse auf die gemessenen Schallpegel. Aufgrund der Ergebnisse der Untersuchungen ist festzustellen, dass das Einfügungsdämm-Maß, das unter Laborbedingungen im reflexionsarmen Raum ermittelt worden ist nicht durch eine vereinfachte Methode im diffusen Schallfeld (beispielsweise in einem „normalen“ Raum) nachvollziehbar ist.

Bei den Messungen im diffusen Schallfeld hat sich ergeben, dass das verwendete Freeware Audio-Analyse-Programm, keine zuverlässigen Werte liefert. An verschiedenen Messtagen, mit gleichen Randbedingungen ergeben sich unterschiedliche Ergebnisse. Demgegenüber stimmen die Aufzeichnungen und Auswertungen des Schallpegel-Analysators mit den Werten an den unterschiedlichen Messtagen mit gleichen Randbedingungen, überein. Die Aufnahmen mit dem Computer im Terz-Pegel-Spektrum verlaufen unregelmäßig alternierend, im Gegensatz zu denen mit dem Analysator. Die computergestützte Methode scheint für diese Messaufgabe nicht geeignet zu sein.

Bei der Messung ohne Gehäuse liefert das integrierte Elektretmikrofon andere Messergebnisse als das Kontrollmikrofon, ein Kondensatormikrofon. Um zuverlässige und aussagekräftige Messdaten zu erhalten, sollte sichergestellt werden, dass eine Kalibrierung der integrierten Mikrofone möglich ist. Es ist nicht auszuschließen, dass das Elektretmikrofon durch die Transporte zu den verschiedenen Messräumen oder beim Ausbauen aus dem Gehäuse beschädigt wurde.

Die Frage, ob baugleiche Pfosten gleiche Messergebnisse liefern, ist nicht eindeutig zu klären. Aus den Labormessungen im freien Schallfeld ergibt sich ein sehr ähnlicher Frequenzverlauf der beiden Pfosten zueinander mit unterschiedlichen charakteristischen Einbrüchen (siehe Bild 3). Dennoch ist keine Aussage möglich, ob dieser Unterschied aufgrund des Gehäuses, der integrierten Mikrofone oder durch das Audio-Analyse-Programm entsteht. Es ist dennoch festzuhalten, dass die Freifeldmessungen im Labor und den bereits durchgeführten Praxismessungen ähnliche Kurvenverläufe haben, aber unterschiedliche Pegelwerte annehmen. Die

Praxismessungen und die Labormessungen stimmen nicht überein. Sie sind um ca. 10 dB parallel zueinander verschoben (siehe Bild 3). Es konnte im Rahmen der Arbeit [1] nicht herausgefunden werden, woher dieser Unterschied herrührt.

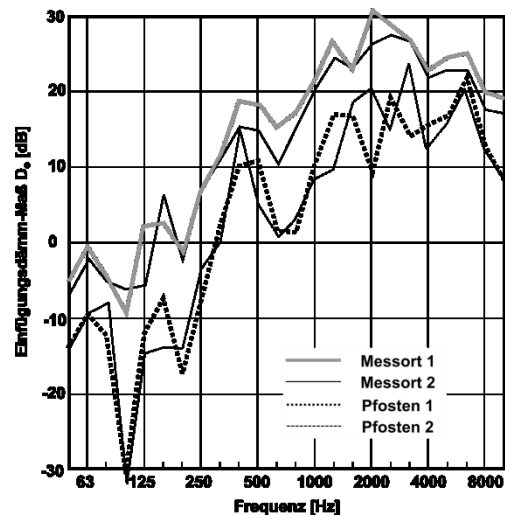


Bild 3: Vergleich des Einfügungsdämm-Maßes im freien Schallfeld, der Praxismessungen (Messort 1 und 2) und den Labormessungen (Pfosten 1 und 2).

5. Fazit

Die Idee der Aufzeichnung der akustischen Signale durch ein integriertes Mikrofon in einem Standard Straßenleitpfosten wird als sehr sinnvoll und zeitgemäß erachtet. Aufgrund der Ergebnisse der verschiedenen Messungen, die im Rahmen der Arbeit [1] durchgeführt worden sind, kann jedoch noch keine Methode vorgeschlagen werden, die eine zuverlässige Bestimmung des Einfügungsdämm-Maßes der Straßenpfosten ermöglichen würde.

Für die Umsetzung in die Praxis ist noch ein geeignetes Verfahren zu finden, denn die bisherigen Untersuchungen zeigen noch keine zuverlässigen Ergebnisse. Vor der Anwendung in der Praxis sollten weiter Laboruntersuchungen beispielsweise mit Schmalbandanalysen im reflexionsarmen Raum stattfinden, um eine zuverlässige Methode zur Bestimmung des Einfügungsdämm-Maßes auszuarbeiten. Außerdem wäre eine einfache Kalibrierung der integrierten Elektretmikrofone in den Straßenleitpfosten wünschenswert und müsste eine an die speziellen Anforderungen angepasste Software für die Aufnahme und Messauswertung entwickelt werden.

Literatur

- [1] Menz, M.: Einfügungsdämmung des Gehäuses automatischer Verkehrszählgeräte. Bachelorarbeit, Lehrstuhl für Bauphysik, Universität Stuttgart (2013).
- [2] Ebner, W.: Untersuchung der Anwendungsmöglichkeit der akustischen Messdaten aus automatischen Verkehrszählgeräten. Diplomarbeit, Lehrstuhl für Bauphysik, Universität Stuttgart (2013).



Universität Stuttgart
Lehrstuhl für Bauphysik

Lehrstuhl für Bauphysik

Prof. Dr.-Ing. Schew-Ram Mehra

70569 Stuttgart, Pfaffenwaldring 7, Tel.: 0711/685-66578, Fax: 0711/685-66583

E-Mail: bauphysik@lbp.uni-stuttgart.de