

W. Ebner, E. Veres, Ch. Klöpfer¹, M. Mayer-Kreitz²

Untersuchung der Anwendungsmöglichkeit akustischer Messdaten aus automatischen Verkehrszählgeräten

1. Einleitung

Straßenverkehrslärm und die damit verbundenen Auswirkungen auf den Menschen stellen ein ernst zu nehmendes Problem für Betroffene dar. Es gilt die Lärmwirkungen zu dokumentieren und einzudämmen. Zur Erfassung des Straßenverkehrslärms sind die Länder der EU-Staaten anhand der „Umgebungslärmrichtlinie“ (Richtlinie 2002/49/EG) seit 2002 verpflichtet, Lärmkarten u.a. für Hauptverkehrsstraßen und Ballungsräume zu erstellen. Diese Karten stellen die Schallpegelbelastungen graphisch dar, denen der Mensch in einer bestimmten Region durchschnittlich ausgesetzt ist. Sie dienen somit dem Zweck, der Öffentlichkeit Auskunft über den Umgebungslärm zu liefern. Mittels solcher Karten werden Lärmaktionspläne erstellt, die das Ziel verfolgen, die Lärmentwicklung der Regionen zu reduzieren oder gar nicht erst entstehen zu lassen. Die Grundlage hierfür bildet die Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Straßen (VBUS) [1].

Das Land Baden Württemberg erfasst Verkehrsdaten seit 2010 über das sogenannte Verkehrsmonitoring. Darunter ist die Abkehr von manuellen, hin zu automatisierten Straßenverkehrszählungen zu verstehen. Die Erfassung der Daten erfolgt mittels Seitenradarzahlgeräten, die in herkömmliche Straßenleitpfosten integriert werden. Zusätzlich sind in diese Leitpfosten Mikrofone eingebaut, die die Schallsignale der vorbeifahrenden Fahrzeuge kontinuierlich aufzeichnen, um die Fahrzeugklassifikation festzustellen. Es stellt sich dabei die Frage, ob diese Mikrofone in Zukunft auch die Aufgabe übernehmen können, die Lärmentwicklung des Verkehrsaufkommens direkt zu dokumentieren und somit die Berechnungsmethode langfristig zu ersetzen.

2. Ziel der Arbeit

Im Rahmen der Arbeit [2] wird untersucht, ob das in den Leitpfosten integrierte Mikrophon verwertbare und verlässliche Schallpegelwerte liefert, mit deren Hilfe die durch-

schnittliche Lärmbelastung für die entsprechende Region bzw. Umgebung erfasst und in Lärmkarten dargestellt werden kann.

3. Methodik

Um die gestellte Frage zu beantworten, werden die akustischen Daten eines Verkehrszählgerätes mit den auf herkömmliche Weise durchgeführten Lärmmessungen verglichen. Bei den Vorortuntersuchungen befindet sich der mit dem Verkehrszählgerät ausgerüstete Leitpfosten am Straßenrand und ist mit einem tragbaren Computer verbunden. Ein Mikrophon wird direkt daneben (Bild 1), ein zweites in einer Entfernung von 25 m zur Fahrbahnmitte positioniert. Das erste Mikrophon dient zur Überprüfung der vom Pfosten gelieferten Daten, das zweite gibt Auskunft über die Ausbreitungsdämpfung. Die Datenerfassung erfolgt gleichzeitig. Die Messungen werden zu unterschiedlichen Tageszeiten mehrmals wiederholt, um erfassen zu können, inwiefern variierende Verkehrsstärke und Verkehrszusammensetzung, unterschiedliche Wetterlagen oder nicht straßengebundene Lärmquellen, wie Flugzeuge oder Landmaschinen, einen Einfluss auf die ermittelten Messdaten haben.



Bild 1: Foto des Leitpfostens am Straßenrand mit einem daneben positioniertem Mikrophon [2].

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

² Regierungspräsidium Tübingen, Abteilung 9, Landesstelle für Straßentechnik, Straßenverkehrszentrale BW

4. Ergebnisse

Eine der Hauptschwierigkeiten der Aufgabenstellung liegt darin, dass die vom Leitpfosten erfassten akustischen Daten nur als Audiosignal vorliegen (Bild 2). Um diese mit den auf konventionelle Art gewonnenen Schallpegelwerten in dB vergleichen zu können, werden sie zuerst mithilfe einer FFT-Analyse in ein Terzspektrum umgewandelt. Die so erhaltenen Schallpegel und die des Analysators weisen jeweils frequenzabhängige Differenzen auf, die vermutlich auf folgende Ursachen zurückzuführen sind:

- schwankendes Verkehrsaufkommen und veränderliche Verkehrszusammensetzung
- schalldämmende Eigenschaften des Leitpfostens
- richtungsabhängige Empfindlichkeit des Mikrofons im Leitpfosten
- Fehler bei der FFT-Analyse.

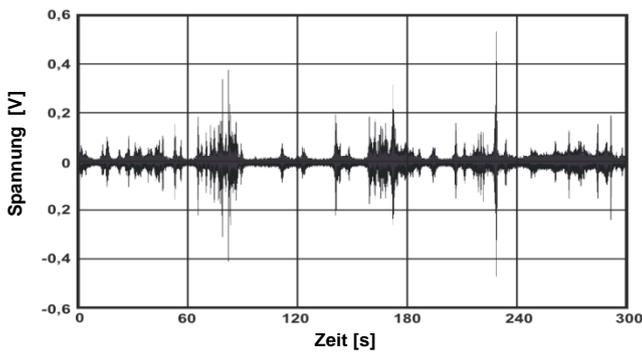


Bild 2: Grafische Darstellung des Audiosignals am Beispiel einer fünfminütigen Messung [2].

Den größten Anteil an der Abweichung der Messwerte verursacht der Leitpfosten als Einkapselung selbst. Deshalb wird die Differenz zwischen den durch das freistehende und im Leitpfosten installierte Mikrophon gemessenen Schallpegeln hier vereinfacht als Einfügungsdämmung des Pfostens bezeichnet:

$$D_e = L_{(frei)} - L_{(Pfosten)} \quad [dB] \quad (1)$$

Im Rahmen der Arbeit [2] sind die Untersuchungen an zwei Messorten durchgeführt worden. Die Lage der Leitpfosten wurde so ausgewählt, dass dabei keine Bebauung und möglichst wenige Störschallquellen (Straßenbahn, Flugzeuge) vorhanden waren. Bild 3 zeigt den Verlauf der ermittelten Einfügungsdämmung des Verkehrsleitpfostens in Abhängigkeit von der Frequenz an den beiden untersuchten Messorten.

Da jedoch bei der Darstellung von Lärmkarten keine frequenzabhängigen Werte, sondern A-bewertete Summenpegel berücksichtigt werden, soll auch hier eine A-bewertete Einfügungsdämmung ermittelt werden. Dies erfolgt nicht anhand einer Bewertungskurve, sondern wird aus den energetisch gemittelten A-Pegeln für jedes Mikrophonpaar gebildet:

$$D_{e,A} = L_{(frei),m;A} - L_{(Pfosten),m;A} \quad [dB] \quad (2)$$

Schließlich wird aus einer Vielzahl von Messpaaren der arithmetische Mittelwert der Einfügungsdämm-Maße ermittelt. Die Ergebnisse sind

- für Messort 1: $D_{e,A,1} = 18,0 \text{ dB(A)}$ und
- für Messort 2: $D_{e,A,2} = 13,1 \text{ dB(A)}$.

Es ergibt sich, dass die Ermittlung der Einfügungsdämmung der Pfosten durch Vorortmessungen von der Lage der Messposition und vom Verkehrsaufkommen abhängig zu unterschiedlichen Ergebnissen führen kann.

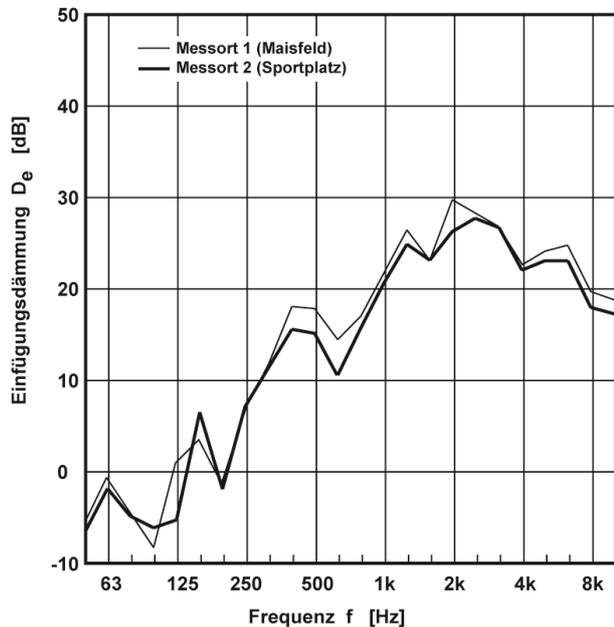


Bild 3: Frequenzabhängige Darstellung der Einfügungsdämmung D_e des Leitpfostens an zwei Messorten [2].

5. Fazit und Ausblick

Die akustischen Messdaten aus automatischen Verkehrszählgeräten (Leitpfosten) eignen sich prinzipiell zur Erfassung von Lärmdaten. Dennoch ist es noch unklar, mit welchen Korrekturen die gemessenen Schallpegelwerte korrigiert werden müssen, um die tatsächliche Lärmbelastung zu berechnen. Die durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass beispielsweise standortabhängig bei einem zu geringen Verkehrsaufkommen die Ergebnisse durch andere, nicht straßengebundene Störgeräusche beeinflusst werden. Um aussagefähige Ergebnisse zu erhalten, sollten weitere Untersuchungen unter Laborbedingungen durchgeführt werden, um die meteorologischen und topografischen Einflüsse sowie Störschallquellen auszuschließen. Die Frage, ob die vom Leitpfosten gelieferten Resultate winkelabhängig sind, könnte in einem reflexionsarmen Raum durch Bestimmung der Richtcharakteristik beantwortet werden. Schließlich sollte eine Messmethode zur Bestimmung der Einfügungsdämmung der einzelnen Leitpfosten entwickelt werden.

Literatur

- [1] Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Straßen (VBUS) (2006).
- [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