

Über die Korrelation von Fahrzeuggeräuschpegeln mit in situ gewonnenen Messergebnissen zum Strömungswiderstand, zur Wasserdurchlässigkeit und zum Absorptionsgrad von offenporigen Asphalten

Jörn Hübel¹, Hella Schmid², Wolfram Bartolomaeus³, Frohmut Wellner²

¹ Gesellschaft für Akustikforschung mbH, 01099 Dresden, Email: joern.huebelt@akustikforschung.de

² TU Dresden, Professur für Straßenbau, 01062 Dresden, Email: Frohmut.Wellner@mailbox.tu-dresden.de

³ Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Brüderstraße 53, 51427 Bergisch Gladbach, Email: Bartolomaeus@bast.de

Einleitung

Zielstellung der hier vorliegenden Arbeit war die Entwicklung eines Verfahrens zur Charakterisierung der akustischen Eigenschaften offenporiger Straßenbeläge in situ. Das Verfahren sollte auf indirektem Wege quantitative Aussagen über den zu erwartenden Fahrzeuggeräuschpegel L_{Veh} nach der Methode der „Statistischen Vorbeifahrt“ (DIN EN ISO11819-1) liefern, sich unproblematisch durchführen lassen und tolerant gegenüber Störeinflüssen aus der Umgebung sein.

Innerhalb der Untersuchungen wurden daher in situ Messverfahren verwendet und gegebenenfalls weiterentwickelt, bei denen davon auszugehen ist, dass sie Aussagen zum Einfluss der beiden Hauptmechanismen der lärmindernden Wirkung offenporiger Asphalte, nämlich der Reduzierung des „Airpumping-Effekts“ und der Schallabsorption im Nah- und Fernfeld vom Reifen, erlauben. Als Verfahren kamen dabei zur Anwendung:

- Messung der Wasserdurchlässigkeit
- Messung und Schätzung des Strömungswiderstandes
- Messung des Schallabsorptionsgrades nach DIN ISO 13472, Teil 1
- Schallausbreitungsmessungen

Diese Messverfahren sind an sieben Orten auf Bundesautobahnen eingesetzt worden. Die Ergebnisse der Messungen wurden anschließend mit nahezu zeitgleich bestimmten Fahrzeuggeräuschpegeln korreliert. Auf die Korrelation der Ergebnisse des Schätzverfahrens zur Bestimmung des Strömungswiderstands wurde dabei jedoch verzichtet, da es sich während der Untersuchungen herausstellte, dass dieses Verfahren eine nur unzureichende Genauigkeit aufweist.

Messverfahren

Im folgenden soll etwas näher auf die Messverfahren eingegangen werden, welche die beste Korrelation mit den Fahrzeuggeräuschpegeln aufweisen: Strömungswiderstand: Das Labormessverfahren zur Be-



Bild 1: Messaufsatz zur Bestimmung des effektiven spezifischen Strömungswiderstands R'_s .

stimmung des spezifischen Strömungswiderstandes nach STINSON [5] wurde an die in situ Messaufgabe auf der offenporigen Fahrbahn angepasst. Die Messung des effektiven spezifischen Strömungswiderstands R'_s erfolgt dabei anhand eines zylinderförmigen Adapters mit Krempe (Bild 1), welcher direkt auf die offenporige Fahrbahn aufgesetzt wird.

Für die Überprüfung der Nachhaltigkeit der akustischen Wirkung der inneren Struktur des Asphalts muss der Messaufsatz mit einem mittels Silikonkautschuk aufgeklebten Gummiring abgedichtet werden. Die in dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen zur Genauigkeit des Verfahrens ergaben, dass der relative maximale Fehler ca. 7% beträgt. Die über die Testserien gemittelte relative Standardabweichung σ ist dabei mit ca. 3% angebbar. Schallabsorptionsgrad: Zur Bestimmung des Schallabsorptionsgrades wurde das Verfahren nach DIN ISO 13472, Teil 1 herangezogen. Auf der Basis des Rollgeräuschspektrums nach DIN EN 1793-3 ist darüber hinaus eine Vorschrift zur Ermittlung einer „Einzahlanga-

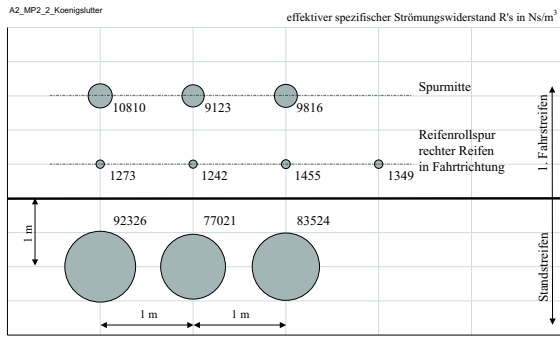


Bild 2: Messergebnisse des effektiven spezifischen Strömungswiderstands R'_s auf der BAB A2.

be“ (Einfügungsdämpfung $D_{e\alpha}$) für den Schallabsorptionsgrad der Fahrbahn entwickelt worden. Dies war notwendig, da die zur Korrelation heranzuziehenden Fahrzeuggeräuschpegel L_{Veh} als Gesamtschalldruckpegel angegeben werden.

Korrelation

Die Darstellung der Einfügungsdämpfung $D_{e\alpha}$ als Funktion der Strömungsresistenz Ξ in Bild 3 zeigt, dass sich diese beiden Größen oberhalb eines Wertes Ξ_0 proportional und unterhalb dieses Wertes indirekt proportional zueinander verhalten. Die Größe des Wertes Ξ_0 wird dabei durch die Dicke d der Absorberschicht bestimmt. Für eine Schicht offenporigen Asphalts der Dicke $d=4\text{cm}$ beträgt die Strömungsresistenz $\Xi_0 \approx 4600 \text{ Ns/m}^4$. Dieser Wert liegt nach Untersuchungen in [2] innerhalb des Bereichs der technisch möglichen Strömungsresistenzen.

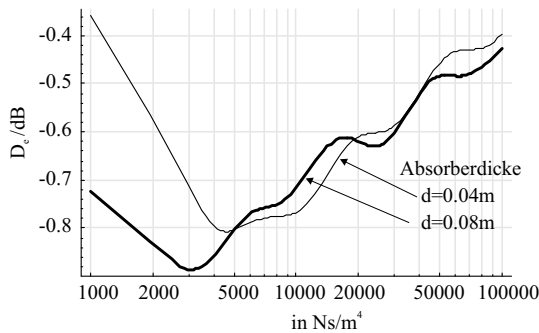


Bild 3: Einfügungsdämpfung $D_{e\alpha}$ als Funktion der Strömungsresistenz Ξ . Berechnung der Einfügungsdämpfung für eine rückseitig schallhart abgeschlossene homogene Absorberschicht der Dicke d nach dem „Phänomenologischen Modell“ [1] mit $\vartheta_0 = 0^\circ$, Vorhersage der Porosität und der Tortuosität anhand der Strömungsresistenz Ξ nach den Zusammenhängen in [4].

Als wesentliches Ergebnis der Untersuchungen zur Korrelation kann festgehalten werden, dass zur indirekten Bestimmung der lärmindernden Wirkung von offenporigen Asphalten zwei Verfahren, die Messung des effektiven spezifischen Strömungswiderstandes R'_s (Bild 4) und die Bestimmung des Schallabsorptionsgrades α [3], gleichbe-

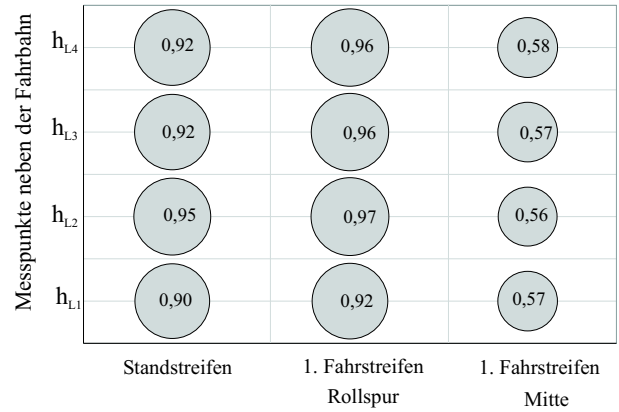


Bild 4: Korrelationskoeffizienten $q_{R'_s L_{Veh,1...4}}$ berechnet aus den Werten des in situ gemessenen effektiven spezifischen Strömungswiderstandes R'_s und den nach dem Verfahren der statistischen Vorbeifahrt (DIN EN ISO11819-1) gemessenen Schalldruckpegeln L_{Veh} , Kategorie I: Pkw. Höhe der Messpunkte für den Fahrzeuggeräuschpegel L_{Veh} : $h_{L1} = 1, 2\text{m}$, $h_{L2}=2\text{m}$, $h_{L3}=3\text{m}$, $h_{L4}=4\text{m}$.

rechtigt Anwendung finden müssen. Der effektive spezifische Strömungswiderstand R'_s soll dabei in der Rollspur des ersten Fahrstreifens gemessen werden. Die Bestimmung des Schallabsorptionsgrades α ist dagegen in der Mitte des ersten Fahrstreifens durchzuführen.

Abschließend sei angemerkt, dass sich die hier durchgeführten Untersuchungen zur Korrelation auf sieben Messorte beschränkten. Zur Verbesserung der statistischen Aussage müssen die zukünftigen Arbeiten daher auf eine größere Anzahl von Messorten erweitert werden.

Literatur

- [1] J. Hamet and M. Berengier. Acoustical characteristics of porous pavements: A new phenomenological model. In *Proc. of the Inter-Noise '93*, pages 641–646, 1993.
- [2] J. Hübel, E. Sarrad, and T. Lerch. Einfluss der Fahrbahneigenschaften auf das Rollgeräusch von Kraftfahrzeugen, DFG Abschlussbericht, Geschäftszeichen: Ko 1242/9-1,-2. Bericht, TU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation, Institut für Stadtbauwesen und Straßenbau, 2003.
- [3] J. Hübel and H. Schmid. Entwurf Abschlussbericht: Charakterisierung der akustischen Eigenschaften offenporiger Straßenbeläge Forschungsvorhaben Straßenwesen Fe 02.0239/2003/lrb Auftraggeber: Bast. Gesellschaft für Akustikforschung Dresden mbH, TU Dresden Prof. Straßenbau, 2005.
- [4] E. Sarradj, T. Lerch, and J. Hübel. Input parameters for the prediction of acoustical properties of open porous asphalt. *Acta Acustica united with Acustica*, 2003. eingereicht.
- [5] M. Stinson and G. Daigle. Electronic system for the measurement of flow resistance. *Journal of the Acoustical Society of America*, 83(6):2422–2428, 1988.