

Forschungsprojekt OSILAWA - Einfluss der Fahrbahntextur auf das Reifen-Fahrbahngeräusch bei Betondecken

Reinhard Wehr¹, Manfred Haider und Martin Kriegisch

¹ AIT Austrian Institute of Technology, 1210 Wien, e-Mail: Reinhard.Wehr@ait.ac.at

Einleitung

Aufgrund ihrer langen Lebensdauer und niedrigen Lärmmissionen sind Fahrbahndecken in Waschbetonbauweise im hochrangigen Straßennetz in Österreich weit verbreitet. In erster Linie werden dabei Bauweisen mit einem Größtkorn von 8 bzw. 11 mm verwendet. Das Forschungsprojekt OSILAWA, finanziert durch das Förderprogramm "Mobilität der Zukunft", strebt eine weiterführende Optimierung von Betonfahrbahndecken in Bezug auf ihre akustischen Eigenschaften an. Dabei soll der Zusammenhang der 2D- sowie 3D-Fahrbahntextur und der Schallemissionseigenschaften der Fahrbahndecken erforscht werden. Das vorliegende Paper beschreibt erste Ergebnisse des Forschungsprojektes, die aus Analysen der Oberflächentextur und der Messung der Schallemission des Reifen-Fahrbahngeräusches durch Messungen nach ISO/CD 11819-2 (CPX-Methode [1]) gewonnen wurden.

Textureinfluss auf das Reifen-Fahrbahngeräusch

Hauptentstehungsmechanismen des Reifen-Fahrbahngeräusches sind die Reifenvibrationen, die durch den Aufschlag des Reifens auf die Fahrbahnoberfläche angeregt werden, und das sog. Air Pumping, die Strömungsgeräusche der Luft, die in das Reifenprofil und die Fahrbahnoberfläche eingepresst und bei Loslösen des Reifenkontaktes wieder eingesogen wird. Eine ausführliche Beschreibung der Grundmechanismen findet sich in [2].

In den letzten Jahren wurden mehrere statistische und semi-physikalische Modelle erstellt, um aus der Fahrbahntextur auf das Abrollgeräusch der Reifen zu schließen [3, 4]. Die Modelle unterscheiden sich dabei in ihrem Komplexitätsgrad was sowohl die Beschreibung der Textur als auch in dem verwendeten Reifenmodell betrifft. Die Spannweite beläuft sich auf die Berücksichtigung einzelner Textur-Wellenlängenbereiche bis zu mehreren parallelen Linientexturen als Eingangsfunktion. Den Modellen ist allerdings gemeinsam, dass mit Linientexturscanner aufgenommene Spektren verwendet werden. Obwohl die Modelle für die Datensätze, aus denen sie erstellt wurden, gute Genauigkeitsgrade aufweisen, treten bei neuen, den Basisdatensätzen unähnliche Oberflächenstrukturen Abweichungen zwischen Modell und Messung auf. Wie weit die Verwendung einer durchgehenden 3D-Textur die Prognosegenauigkeit der Modelle erhöht, ist Gegenstand aktueller Forschung.

Betonfahrbahndecken

Beton-Fahrbahndecken werden im hochrangigen Straßennetz besonders auf stark belasteten Strecken eingesetzt. Die Oberfläche der Betondecke kann dabei konventionell mit

Besenstrich oder Jutetuch bzw. zur Lärminderung in Waschbetonbauweise ausgeführt werden. Besondere, als lärmindernd angesehene Bauweisen werden im Weiteren kurz vorgestellt.

Waschbeton-Fahrbahndecken

Zur Herstellung der Waschbeton-Oberfläche wird auf dem fertig eingebauten, verdichteten und geglätteten Oberbeton ein Kontaktverzögerer und ein geeigneter Verdunstungsschutz gleichmäßig aufgesprüht. Nach ca. 8 bis 24 Stunden wird anschließend die oberste, nicht ausgehärtete Schicht des Feinmörtels ausgebürstet, zurück bleiben die im ausgehärteten Zement eingebetteten Gesteinskörner und somit eine speziell texturierte Oberflächengeometrie.

Bezüglich der akustischen Eigenschaften wird vor allem das Größtkorn und damit die Oberflächentextur als Einfluss- und Variationsparameter betrachtet. Durch die Kornstruktur an der Fahrbahnoberfläche wird eine möglichst gleichmäßige Tragestruktur für den Reifen geschaffen, die durch ihre Homogenität eine geringe Anregung von Reifenvibrationen zum Ziel hat. Gleichzeitig wird ein dünner Luftraum an der Reifenaufgabe geschaffen, um die durch das sog. Air-Pumping hervorgerufenen Schallemissionen zu minimieren. Typische Werte von CPX-Pegeln (Reifen ASTM SRTT) zwischen 99 und 102 dB bei einer Messgeschwindigkeit von 100 km/h sowie als grundlegenden Texturparameter einen MPD zwischen 0,50 und 0,60 mm auf.

Betonfahrbahndecken in Grinding-Bauweise

Im Gegensatz zu den Waschbeton-Fahrbahndecken wird bei der Diamond-Grinding-Bauweise in eine ausgehärtete Betondeckschicht eine Rillenstruktur in Längsrichtung eingefräst, Steg- und Rillenbreite liegen dabei in der Größenordnung weniger Millimeter (Abbildung 1). Bisher wurde diese Technik in erster Linie als längenebenheits- und griffigkeitsverbessernde Maßnahme durchgeführt, durch die erzielte Gleichmäßigkeit in Fahrtrichtung wird allerdings bei gleichzeitig erhaltener Strukturtiefe der Fahrbahnoberfläche ebenfalls eine Verbesserung der akustischen Eigenschaften gefördert.



Abbildung 1: Beispiel einer Grinding-Oberfläche

Vorteil der Grinding-Fahrbahndecken ist hier die Wirkung der Fahrbahnstruktur einerseits auf die Minderung der Reifenvibrationen durch die geringe Texturwellenlänge in Längsrichtung, andererseits der unter der Reifen-Fahrbahn-Kontaktfläche bestehende Resthohlraumgehalt, der zu einer Verringerung des Air-Pumpings führt. Die CPX-Werte liegen hier im Vergleich um 3-4 dB niedriger, dh. bei ca. 96 dB. Die MPD-Werte, die mittels eines Linientextursensors aufgenommen wurden, liefern Ergebnisse um die 0,30 mm. Dabei wird allerdings die Tiefe der Rillenstruktur bedingt durch die 2D-Linientexturmessung nicht korrekt abgebildet.

Messungen

In einer ersten Messkampagne wurden sowohl CPX- als auch Linientexturmessungen an verschiedenen Waschbeton- und Grinding-Strecken durchgeführt. Dabei sollen im weiteren Projektverlauf Zusammenhänge zwischen den Textur- und den Rollgeräuschparametern gefunden werden, um eine weitere Optimierung der Fahrbahndecken zu ermöglichen.

In Abbildung 2 werden die Spektren einer Textur- und einer CPX-Messung dargestellt. In den drei markierten Bereichen wurde die Fahrbahndecke durch eine Grinding-Maßnahme strukturiert. Man erkennt die wesentlich verringerten Texturpegel in diesen Abschnitten, die sich in einer ebenfalls merklich niedrigeren Rollgeräuschmission (die Grinding-Strecken sind hier mehrmals kurz durch Brückenübergänge unterbrochen).

Zur Beschreibung der Änderung des Frequenzverhaltens durch die verschiedenen Strukturierungen der Fahrbahnoberflächen werden in Abbildung 3 die Terzband-Spektren dargestellt. Die strichlierten Linien zeigen die Grinding-Strecken; man erkennt deutlich eine deutliche Verbesserung über den gesamten Frequenzbereich. Hochfrequent weisen diese Abschnitte eine nach Alter gestaffelte Verschlechterung der Emissionen auf, die schlussendlich wieder in den gleichen Schalldruckpegeln wie die Waschbeton-Strecken enden. Die Schlussfolgerung

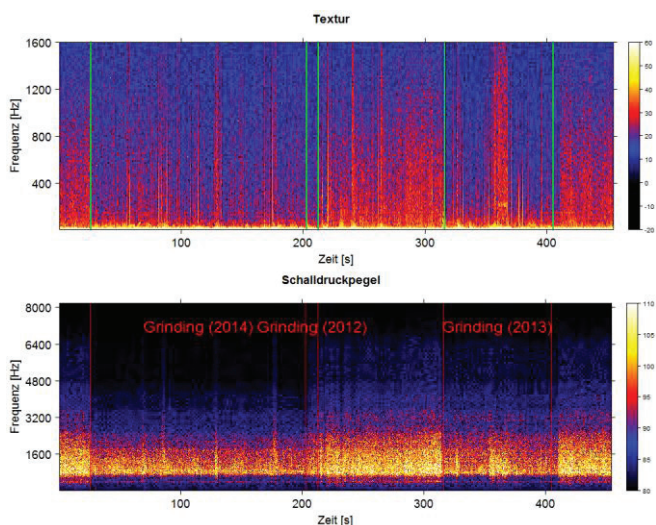


Abbildung 2: Spektrogramm von Textur (oben) und Rollgeräusch (unten) dreier Grinding-Strecken unterschiedlichen Alters

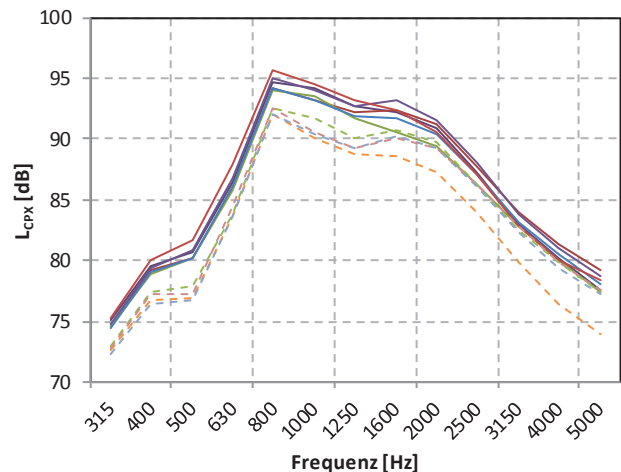


Abbildung 3: Terzbandpegel der verschiedenen untersuchten Betondecken; durchgezogene Linien beschreiben Waschbetonstrukturen, strichlierte Linien Grinding-Oberflächen

liegt nahe, dass durch die langsame Degradation der Stege des Grindings der Hohlraumgehalt unter der Reifen-Kontaktene abnimmt und der Vorteil des verringerten Air Pumpings endet. Die Untersuchung des akustischen Langzeithaltens der Grinding-Betondecken sollte daher verfolgt werden.

Zusammenfassung

Betonfahrbahndecken zeichnen sich durch eine lange Lebensdauer unter starker Belastung aus. Um darüber hinaus gute akustische Eigenschaften zu besitzen, werden spezielle Oberflächenstrukturen hergestellt. Neben Waschbetonoberflächen mit unterschiedlichem Größtkorn werden in letzter Zeit Längsrillenstrukturen mittels des Diamond-Grinding-Verfahrens eingesetzt, die zu einer Verbesserung von 3-4 dB führen.

Danksagung

Das Projekt OSILAWA wurde finanziert durch das Förderprogramm „Mobilität der Zukunft“ der österreichischen Verkehrsinfrastrukturforschung.

Literatur

- [1] ISO/DIS 11819-2: Acoustics – Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise – Part 2: The close-proximity-method. 2013
- [2] Sandberg, U.; Ejsmont, J: "Tyre/Road Noise Reference Book". Informex, SE-59040 Kisa, Sweden 2002
- [3] Beckenbauer, T., et al. (2002): "Einfluss der Fahrbahntextur auf das Reifen-Fahrbahn-Geräusch", Bericht Nr. 847 zum Forschungs- und Entwicklungsvorhaben 03.293/1995/MRB des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn, Deutschland
- [4] SPERoN (Statistical Physical Explanation of Rolling Noise)-Modell (URL: <http://www.speron.net>)