

Leiser Verkehr durch lärmarme Fahrbahnbeläge für kommunale Straßen
Dr. Ing. Ulrich Donner
Dipl.-Geol. Bernd Dudenhöfer

1. Gesetzliche Grundlagen der Lärminderungsplanung

Lärm ist aus medizinischer Sicht seit langem als Stressfaktor für den Menschen anerkannt. Einen wesentlichen Anteil am Gesamtlärmaufkommen hat insbesondere in Ballungsräumen der Straßenverkehr /III/. Knapp 16 % der Bevölkerung sind durch Straßenverkehrsgeräusche belastet, die am Tage Mittelungspegel von über 65 dB(A) aufweisen. Wie epidemiologische Studien zeigen, ist bei langjähriger Belastung mit diesen hohen Mittelungspegeln ein erhöhtes Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen nicht auszuschließen. Dies kommt auch in Umfrageergebnissen zum Ausdruck, wonach sich 66 % der Bevölkerung in Deutschland durch Straßenverkehrsgeräusche belästigt und etwa 17 %, das sind rund 14 Mill. Bundesbürger, sogar stark belästigt fühlen.

Die EG-Umgebungsrichtlinie /II/ stellt Kommunen vor die Aufgabe, diese Belastung durch geeignete Maßnahmen zu mindern. Die Erstellung von Lärmkarten, wie sie für alle Ballungsräume mit einer Einwohnerzahl von über 100.000 und einer Bevölkerungsdichte von mehr als 1000 Einwohnern pro Quadratkilometer zur Verpflichtung erklärt wurden, ist weitgehend abgeschlossen. Auf deren Grundlage werden derzeit Lärmaktionspläne (Lärminderungspläne) ausgearbeitet, mit denen „Lärmprobleme und Lärmauswirkungen“ – einschließlich der Lärminderung – geregelt werden.

Als Maßnahmen im Rahmen der Lärmaktionsplanung stehen Verkehrsverlagerung und Verkehrsvermeidung an oberster Stelle. Aber durch

- Absenken der zulässigen Höchstgeschwindigkeit,
- Verkehrsverlagerung z.B. durch Umgehungsstraßen,
- Nachtfahrverbote für LKWs,
- intelligente Verkehrsleitsysteme zur Verbesserung des Verkehrsflusses

lassen sich im innerörtlichen Bereich die Schallemissionen oft nicht soweit verringern, dass die gesetzlichen Vorgaben erreicht werden. Daher müssen weitere Maßnahmen ergriffen werden, die z.B. durch bauliche Maßnahmen die Schallentstehung bereits an der Quelle vermindern. Eine wirkungsvolle und häufig vorgesehene Maßnahme ist die

- Erneuerung der Fahrbahnoberfläche z.B. Asphalt anstatt Pflasterdecke oder lärmtechnisch optimierte Asphaltdecken anstatt herkömmlichem Asphalt

zu nennen. Diese Maßnahme ist besonders positiv zu bewerten, da durch sie eine Minderung der Geräuschmissionen erreicht wird, ohne in die Verkehrsflüsse einzugreifen oder aufwändige Bauwerke zur Schallabschirmung zu errichten.

2. Entstehung der Schallemissionen aus Straßenverkehr

Die Lärmquelle Straßenverkehr lässt sich zerlegen in Antriebsgeräusche und Abrollgeräusche aus dem Kontakt Reifen-Fahrbahn.

Durch die Verschärfung der Grenzwerte in der akustischen Typprüfung von Kraftfahrzeugen für den Straßenverkehr, verursachen heute bereits ab

Geschwindigkeiten von 40 km/h die Reifen-Fahrbahn-Geräusche bei PKW den überwiegenden Teil der vom Straßenverkehr ausgehenden Schallemissionen.

Aus Sicht des Straßenbaus können vor allem die Lärmquellen aus dem Kontakt Reifen – Fahrbahn und die Geräusche von Karosserie- bzw. Ladung gemindert werden. Während man das Klapper- oder Resonanzgeräusch dabei mit jedem beliebigen aber sehr ebenen Fahrbahnbelag minimieren kann, bedarf es bei der Minderung des Rollgeräusches eines speziellen Fahrbahnbelages.

Die Abrollgeräusche des Reifens entstehen zum Einen beim Entweichen eingeschlossener Luft aus den Profilhohlräumen, zum Anderen durch Anregung des Reifens durch kleine Unebenheiten, die sich auf das Fahrzeug übertragen.

Die optimale Straßenoberfläche für leisen Verkehr benötigt daher eine spezielle Rauheit die Bremskräfte übertragen kann, aber keine Resonanzen erzeugt. Außerdem muss eine ausreichende Drainage für Luft und Wasser an der Oberfläche vorhanden sein.

Während man für Straßen mit schnell fahrendem Verkehr seit Jahren erfolgreich offenporige Deckschichten zur Lärminderung baut, hat der lärmarme Belag für langsam fahrenden Verkehr erst eine kurze Historie.

3. Lärmindernde Bauweisen – Stand der Technik

Die Richtlinie für den Lärmschutz an Straßen, kurz als RLS-90 /IV/ bezeichnet, bietet verschiedene Möglichkeiten für lärmarme Beläge an. Insbesondere haben sich offenporige Asphaltdeckschichten durch ihre schallabsorbierende Wirkung und die damit verbundene Schallreduktion bewährt. Bei der Berechnung von Straßenverkehrsgeräuschen nach der RLS-90 kann für offenporige Asphaltdeckschichten, die im Neuzustand einen Hohlraumgehalt von $\geq 15\%$ aufweisen, ein Abzug D_{STRO} bis zu 5 dB(A) in Ansatz gebracht werden. Dieser Abzug hat jedoch nur Gültigkeit für Außerortsstraßen (bzw. Innerortsstraßen mit Fahrbläufen, die Außerortsstraßen entsprechen) mit zulässigen Höchstgeschwindigkeiten > 60 km/h. Die lärmindernde Wirkung dieser offenporigen Asphaltdeckschichten ist im Wesentlichen auf deren schallabsorbierende Eigenschaften zurückzuführen.

Allerdings sind offenporig Asphaltdeckschichten aus unterschiedlichen Gründen nicht für den Einsatz in kommunalen Straßen mit langsam fahrendem Verkehr geeignet. Insbesondere das Fehlen der selbstreinigenden Wirkung durch die Sogwirkung des schnell fahrenden Verkehrs führt zu einer raschen Verschmutzung der Poren und zu einer Abnahme der akustischen Wirksamkeit. Daneben erfordern offenporige Beläge im Winterdienst einen erhöhten Aufwand zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit.

Die RLS-90 repräsentiert allerdings bei Weitem nicht mehr den Stand der Technik, denn neben den offenporigen Asphaltdeckschichten können auch andere Beläge die Geräuschemissionen des Straßenverkehrs wirksam mindern, ohne deren Nachteile hinsichtlich Dauerhaftigkeit und erhöhtem Aufwand zur Aufrechterhaltung der Verkehrssicherheit im Winterbetrieb. Ihre akustische Wirksamkeit beruht auf einer besonderen Gestaltung der Oberfläche, einer hinsichtlich der Rollgeräuschentwicklung günstigen „Textur“. Im Gegensatz zu den offenporigen Belägen können diese Asphaltdeckschichten auch im kommunalen Bereich mit zulässigen Höchstgeschwindigkeiten ≤ 50 km/h zum Einsatz kommen und dauerhaft zu einer Minderung der Geräuschemissionen führen.

Vorliegende Untersuchungsergebnisse /VI, VII/ weisen darauf hin, dass für diese Asphaltdeckschichten mit Geräuschemissionen zu rechnen ist, die um bis zu 5 dB(A) unter dem Referenzwert von nicht geriffelten Gussasphalten liegen. Die Tabelle 1 zeigt eine Zusammenstellung von lärmarmen Asphaltdeckschichten mit deren akustischen Kennwerten und bevorzugten Einsatzgebieten.

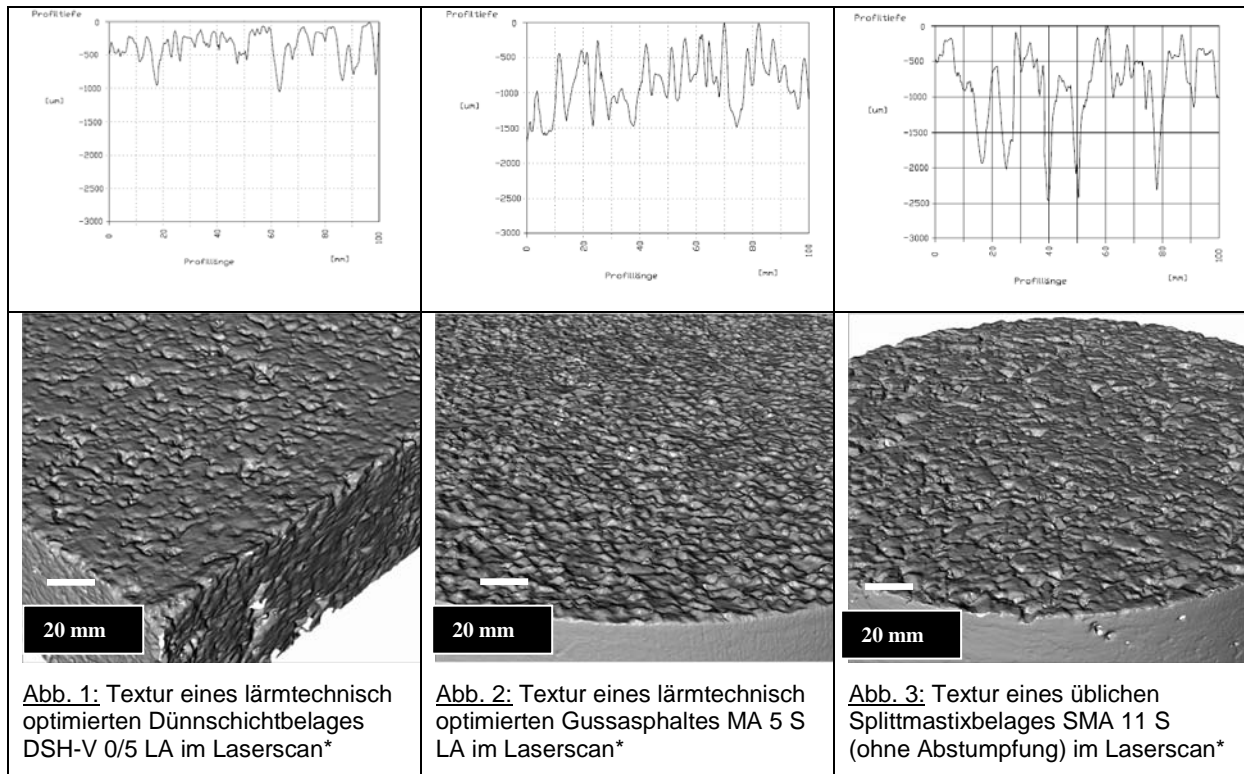
Tabelle 1: Charakteristika von lärmindernden Asphaltdeckschichten

Mischgutsorte	Bemerkung	hervorragende Vor- oder Nachteile	Bevorzugte Eignung	Lärminderungspotential
Gussasphalte, nicht geriffelt Asphaltbetone Splittmastixasphalte		Referenz		$D_{Stro} = 0 \text{ dB(A)}$ (nach RLS 90)
PA (offenporige Asphaltbeläge)	Wirksamkeit durch Schallabsorption, Hohlräume $\geq 15 \text{ Vol.-%}$	+ höchstes Lärminderungspotential - bei langsam rollendem Verkehr rasche Abnahme der akustischen Wirksamkeit, höherer Aufwand im Winterdienst	schnell rollender Verkehr > 60 km/h, BAB	$D_{Stro} = -4 \text{ bis } -5 \text{ dB(A)}$ (nach RLS 90)
MA LA (Gussasphalt lärmarm)	Wirksamkeit durch Textur/optimierte Abstumpfung	+ lange Nutzungsdauer, dauerhaft, günstige Griffigkeit - nur maschinell in großen Flächen einbaubar, relativ geringe akustische Wirksamkeit	große Flächen, BAB	- 2 bis - 3 dB(A)
SMA LA (Splittmastixasphalt lärmarm)	Wirksamkeit durch Textur + Schallabsorption, Hohlräume 10 - 15 Vol.-%	+ günstige Kosten-Nutzen-Relation, vielseitige Bauweise - höherer Aufwand im Winterdienst	schnell rollender Verkehr, BAB, Hauptverkehrsstraßen außerorts	- 4 bis - 5 dB(A)
DSH LA (Dünne Schicht im Heißeinbau lärmarm)	Wirksamkeit durch Textur/ohne Abstumpfung	+ günstige Kosten-Nutzen-Relation, günstige Griffigkeit, vielseitige Bauweise - keine	auch für langsam rollenden Verkehr, kommunale Straßen	- 3 bis -5 dB(A)

Grundsätzlich muss eine Fahrbahnoberfläche rau sein, damit sie eine ausreichende Griffigkeit aufweist, andererseits regt jede raue Fahrbahnoberfläche die rollenden Reifen zu Schwingungen und damit zur Schallabstrahlung an. Asphalte mit optimierten Texturen bewirken jedoch eine geringere Schwingungsanregung der Reifen als herkömmliche Asphalte bei gleichzeitig hoher Griffigkeit. Dabei ist es aus akustischer Sicht nicht ausreichend, die Textur besonders glatt auszuführen. Es ist vielmehr eine gewisse Rauheit erforderlich, so dass beim Rollvorgang im Reifenprofil eingezwängte Luft seitlich über die Porosität des Asphaltes leise abgeführt werden kann.

Wie in der Akustik üblich, werden Rauigkeiten durch Wellenlängenspektren beschrieben. Der maßgebliche spektrale Bereich liegt im Bereich der Makro- und Megatextur /V/ und reicht etwa von Wellenlängen 0,5 mm bis 500 mm.

Rauigkeiten im Makrotexturbereich lassen sich mit Laser-Textur-Messgeräten in hoher Auflösung erfassen und beschreiben. Die Abbildungen 1 – 3 zeigen Laserscans von verschiedenen Asphaltdeckschichten und einen Vertikalschnitt des oberflächennahen Bereiches als Profildarstellung.

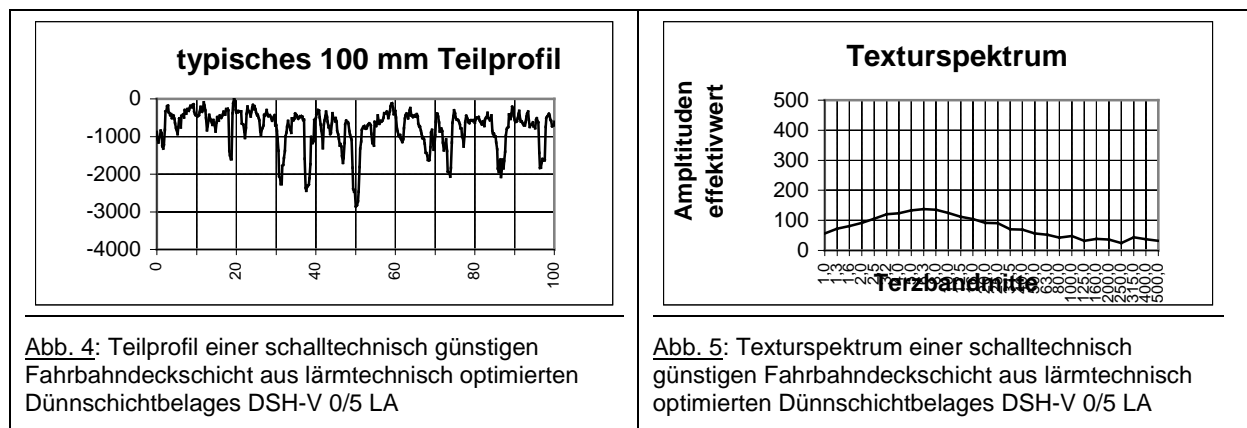


* Die Lasertexturmessungen wurden durch die Objektscan GmbH Potsdam durchgeführt.

Das in den Abbildungen 4 und 5 dargestellte Teilprofil und das Terz-Texturspektrum wurden von einer schalltechnisch günstigen Fahrbahnoberfläche mit einer lärmtechnisch optimierten Dünnen Schicht im Heißeinbau auf Versiegelung (DSH-V 0/5 LA) aufgenommen, die für den Einsatz im kommunalen Bereich besonders geeignet ist. Die Oberfläche stellt die technische Umsetzung der im Labor optimierten Deckschicht dar, von der ein Probekörper und das Texturspektrum in Abb. 1 dargestellt ist.

Als schalltechnisch günstig haben sich Texturen erwiesen, deren Terz-Texturspektren ein Maximum bei $\lambda_{\max} < 10$ mm aufweisen und der Amplitudeneffektivwert für diese Terz bei $R_{\max} = 50 \dots 200$ μm liegt.

Das hier abgebildete Texturspektrum hat sein Maximum in der Terz mit der Mittenwellenlänge $\lambda_{\max} = 6.3$ mm und der Amplitudeneffektivwert für diese Terz beträgt $R_{\max} = 137$ μm .



Bei gleichem Amplitudenspektrum kann die Textur zwei unterschiedliche Muster aufweisen:

„Plateaus mit Hügeln“

oder „Plateaus mit Tälern“

Das Maß zur Beurteilung des Musters ist der Gestaltfaktor g [%]. Schalltechnisch günstig ist das Muster „Plateaus mit Tälern“ mit Gestaltfaktoren $g > 80$ %. Im hier betrachteten Beispiel, vgl. Abb. 4, hat der Gestaltfaktor einen Wert von $g = 93$ %.

4. Planung schalltechnischer Maßnahmen an Straßen

Zur schalltechnischen Beurteilung von Fahrbahnoberflächen kann im Rahmen einer „erweiterten Eignungsprüfung“ die Textur von Probeflächen gemessen und beurteilt werden. Zur Ermittlung der Texturkennwerte von Asphaltdeckschichten eignen sich dabei z.B. Probekörper, die im Labor mit einem Walzsektor-Verdichtungsgerät hergestellt wurden.

Nach unseren Erfahrungen können die an diesen Probekörpern ermittelten Texturkennwerte auch in der technischen Umsetzung vor Ort erreicht werden, eine fachlich korrekte Einbauweise vorausgesetzt. Zur Erhaltung der schalltechnisch günstigen Textur muss dabei insbesondere auf das zur Sicherstellung einer ausreichenden Anfangsgriffigkeit übliche Abstumpfen durch Abstreuen der verdichteten Oberfläche mit einer Gesteinskörnung verzichtet werden.

Vor dem großtechnischen Einsatz empfiehlt es sich, die Rezeptur und das Einbauregime im Rahmen der Qualitätssicherung an einem Probefeld zu überprüfen. Neben der Bestimmung der Texturparameter R_{max} , λ_{max} und g an realen Fahrbahnoberflächen, können Einzelheiten des Bauablaufs und insbesondere der Walzeneinsatz optimiert werden.

Nach Ausführung der Maßnahme kann eine Erfolgskontrolle durch Schallmessungen erfolgen. Eine übliche Methode zur Messung des Einflusses von Straßenoberflächen auf Verkehrsgeräusche ist das statistische Vorbeifahrtverfahren nach ISO 11819-1 /VIII/. Bei diesem Verfahren erfolgen Messungen der Vorbeifahrtpegel einzelner Fahrzeuge während des normalen Verkehrsflusses.

Als weitere Methode steht die Messung der Reifen-Fahrbahn-Geräusche nach der Nahfeldmethode gemäß ISO 11819-2 /IX/ zur Verfügung, für die jedoch das Normungsverfahren bis heute nicht abgeschlossen ist. Dabei werden die

Rollgeräusche in einem speziellen Messanhänger im Nahbereich ihrer Entstehung unmittelbar neben den rollen Reifen erfasst.

5. Umsetzung von Projekten in Berlin und Brandenburg

Die leidvollen Erfahrungen mit offenporigen Asphaltdeckschichten der 1. Generation in Berlin machen es oft nicht einfach, Straßenbaulastträger von der Funktionalität lärmarmen Beläge zu überzeugen. Zu sehr hat sich das Bild von hohen Kosten für Reinigung und Winterdienst sowie die geringe Nutzungsdauer in den Köpfen der Entscheidungsträger festgesetzt. Dabei unterscheiden sich dichte oder semidichte lärmarme Deckschichten der neuen Generation in ihren Eigenschaften nicht wesentlich von üblichen Deckschichten.

Durch Schallmessungen an bestehenden Straßen in Berlin konnte im Jahre 2007 nachgewiesen werden, dass Dünne Schichten im Heißeinbau mit einem Größtkorn von 5 mm bereits ohne jede Optimierung eine Lärminderung von 1,5 bis 2 dB(A) gegenüber einem normalen Gussasphalt oder Splittmastixasphalt bedeuten können. Dies deckt sich mit den Erkenntnissen der Versuchsstrecke A 70 Bamberg /X/, wo die grundsätzlich positive Wirkung von kleinerem Größtkorn auf die Lärmentwicklung nachgewiesen wurde.

Diese Erkenntnisse wurden bei der Abwägung möglicher Maßnahmen zur Reduzierung der Verkehrslärmbelastung der Anwohner an einer innerstädtischen Hauptverkehrsstraße in Berlin-Tempelhof berücksichtigt. Im Ergebnis wurde auf passive Schallschutzmaßnahmen oder eine Absenkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h auf 30 km/h verzichtet und es erfolgte der Einbau eines lärmindernden Dünnschichtbelages.

In Laborversuchen wurden vorab verschiedene Asphaltmischungen hinsichtlich der günstigsten Oberflächentextur optimiert. Dies erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen Akustikern und Baustofftechnologien. Die Vorgaben aus dem Labor müssen dann von den Herstellern des Asphalts und von der Einbaufirma unter strenger Überwachung durch einen fachkundigen Ingenieur, umgesetzt werden. Anschließend wurde das Ergebnis auf der Straße überprüft. Hierzu wurden nach Beendigung der Maßnahme Schallpegelmessungen nach der statistischen Vorbeifahrtmethode gemäß DIN EN ISO 11819-1 zum Zweck der Charakterisierung der akustischen Eigenschaften der Deckschicht durchgeführt.

Die Messungen hatten zum Ergebnis, dass der ausgeführte lärmtechnisch optimierte Dünnschichtbelag im Vergleich zu einer Referenzdeckschicht vom Typ Gussasphalt ($D_{\text{Stro}} = 0 \text{ dB(A)}$ gemäß RLS 90) im untersuchten Geschwindigkeitsbereich 45 bis 65 km/h für PKW eine um mindestens 3 dB(A) verminderte Geräuschabstrahlung bewirkt.

Die erfolgreiche Umsetzung der Maßnahme in Berlin-Tempelhof animierte die Stadt Potsdam zur Planung und Umsetzung einer Lärminderungsmaßnahme auf der B 273 in Potsdam-Bornstedt. Auch bei diesem Objekt wurde ein lärmtechnisch optimierter Dünnschichtbelag eingebaut. Da es sich bei der alten Fahrbahnkonstruktion um einen Aufbau mit Betondecke handelte, mussten vorbereitende Maßnahmen durchgeführt werden. Durch Abfräsen von Teilen der Betondecke und Einbau eines Asphaltbinders auf SAMI-Zwischenschicht sollte das Durchschlagen der Fugen der Betonunterlage verzögert werden.

Die akustische Erfolgskontrolle an diesem Projekt steht noch aus und wird im Frühjahr 2009 durchgeführt.

Die Kosten für lärmarme Deckschichten müssen nicht wesentlich höher sein als für normale Deckschichten, allerdings ist sorgfältig zu prüfen, ob die baulichen Gegebenheiten vorhanden sind, um diese auch dauerhaft herstellen zu können.

6. Ausblick

Die schalltechnischen Eigenschaften einer Straßenkonstruktion werden ausschließlich von der Oberfläche und damit von der Deckschicht beeinflusst. Dies bedeutet, dass Maßnahmen zur Lärminderung an Straßen nicht zwangsläufig eine Erneuerung aller gebundenen Schichten erfordern sondern oftmals eine Erneuerung der Deckschicht der Sache genügt. Da sich in der Praxis bei dichten Deckschichten insbesondere feinkörnige Mischgutsorten mit 5 bis 8 mm Größtkorn als besonders leise erwiesen haben, genügen Schichtdicken von 1,5 bis 3,0 cm um eine leise Straße herzustellen. Um die Dauerhaftigkeit der Maßnahme sicherzustellen, ist es jedoch zwingend erforderlich, die Unterlage für die Deckschicht in der Vorbereitungsphase durch eine Zustandserfassung zu erkunden. Durch ein fachkundiges Prüflabor müssen Schichtenaufbau, Schichtdicken und die Eigenschaften der Konstruktionsschichten untersucht und beurteilt werden. So ist es beispielsweise bei einer Unterdimensionierung der Straße wenig sinnvoll, eine aufwändige Lärmschutzmaßnahme vorzunehmen. Ebenso kann es u.U. notwendig sein, die Binderschicht mit zu erneuern, um eine befriedigende Nutzungsdauer für die Gesamtbefestigung zu erreichen.

Durch intensive interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Akustikern und Baustofftechnologern werden Modelle erprobt, mit denen die akustische Wirksamkeit von Oberflächentexturen berechnet und damit prognostiziert werden können. Hiermit beschäftigt sich seit kurzem ein Arbeitskreis der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV). In Kürze sollte es möglich sein, durch Modellrechnungen und flankierende Laborversuche die lärmreduzierenden Eigenschaften von Fahrbahnoberflächen gezielt zu optimieren.

Lärmtechnisch optimierte dichte Deckschichten mit speziellen Textureigenschaften bieten Kommunen eine wirksame Hilfe bei der Umsetzung von Lärmaktionsplänen. Kalkulierbare Kosten und eine „Lärmreduzierung an der Wurzel“ sind unbestritten vorteilhafter als Lärmschutzfenster oder ausgedehnte Tempo-30-Zonen.

7. Literaturverzeichnis

- /I/ Gesetz zur Umsetzung der EG-Richtlinie über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm vom 24. Juni 2005, BGBl. Teil I Nr. 38 vom 29.06.2005, S. 1794
- /II/ Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm , Abl. L 189 vom 18.07.2002, S. 12
- /III/ Lärmwirkungen von Straßenverkehrsgeräuschen - Auswirkungen eines lärmarmen Fahrbahnbelages - Heidemarie Wende, Jens Ortscheid, Matthias Hintzsche, Umweltbundesamt Dessau 2008
- /IV/ Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen - RLS-90: Ausgabe 1990. Der Bundesminister für Verkehr. Bonn, den 22. Mai 1990. Berichtigter Nachdruck Februar 1992

- /V/ „Lärmarme Reifen und geräuschmindernde Fahrbahnbeläge“, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Juni 2004
- /VI/ Geräuschmindernde Fahrbahnbeläge in der Praxis – Stand der Technik, 3.Informationstage, Ingolstadt 25./26.04.2006
- /VII/ Geräuschmindernde Fahrbahnbeläge in der Praxis – Instrumente der Lärmaktionsplanung, 4.Informationstage, Gelsenkirchen 11./12.06.2008
- /VIII/ DIN EN ISO 11819-1, Messung des Einflusses von Straßenoberflächen auf Verkehrsräusche, Teil 1: Statistisches Vorbeifahrtverfahren, Mai 2002
- /IX/ ISO/CD 11819-2: Acoustics: Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise – Part 2: The Close-Proximity Method, Normentwurf Dezember 2000
- /X/ Huschek, S.; Dames, J.; Lindner, J.: „Untersuchungen über den Einfluss unterschiedlicher Mineralstoffe auf das Gebrauchsverhalten von Asphaltdeckschichten hinsichtlich Griffigkeit, Querebenheit und Reifengeräusche, Schlussbericht zur FE-Nr. 6.061 G 93 E. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 754 (1997). Hrsg. v. BMV, Abt. Straßenbau, Bonn

