

## Psychoakustische Bewertung eines offenporigen Asphalts

Uwe Ritterstaedt<sup>1</sup>, Dagmar Vogt-Sädler<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ingenieurbüro für Schallschutz, Neuss. E-Mail: laerm@laerm.com

<sup>2</sup> Stadt Neuss, Umweltamt. E-Mail: Dagmar.Vogt-Saedler@stadt.neuss.de

### Einleitung

Im Zuge einer Deckensanierung hat das Tiefbauamt der Stadt Neuss im Jahre 2010 auf der Ausfallstraße von der Innenstadt südwestlich zum Autobahndreieck Neuss eine neue Deckschicht im Dünnschichtverfahren heiß aufgebracht. Vor dem Aufbringen wurde der alte, verschlissene Gussasphalt um 4 cm Dicke abgefräst. In einem Bereich von 350m Länge befindet sich beidseitig Wohnbebauung, ab einer Ampel liegen in einem zweiten Abschnitt von 430m Länge nur wenige Wohnhäuser. Im ersten Bereich wurde ein moderner, offenporiger Gussasphalt mit der Bezeichnung PMA5 eingebaut. Im zweiten Bereich wurde ein traditioneller Splittmastixasphalt (SMA11S) verwendet. In beiden Fällen betrug die Schichtdicke 4 cm. Die Einbaukosten für den PMA liegen nur geringfügig über denjenigen des SMA. Über die akustischen Unterschiede der beiden Beläge hat der Vortragende bereits auf der DAGA 2012 in Darmstadt berichtet.

Die Verkehrsstärken und Fahrgeschwindigkeiten sind auf beiden Abschnitten gleich. Die Hypothese bestand darin, dass der offenporige Asphalt die Verkehrsgeräusche merklich mindert.

Diese Hypothese wurde dadurch gestützt, dass unsystematische Befragungen der Anwohner ergaben, dass diese einen deutlichen Lästigkeitsunterschied wahrnahmen. Auch, wenn man die Grenze zwischen den beiden Belägen befährt, erlebt der Pkw-Fahrer einer Verminderung hochfrequenter Anteile des Rollgeräusches.

### konventionelle Messungen

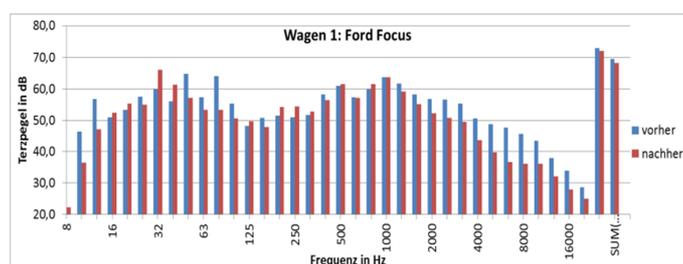
In beiden Abschnitten mit den unterschiedlichen Fahrbahnbelägen wurden jeweils vor und nach dem Einbau sowohl die Verkehrsgeräusche gemessen als auch die Verkehrsmengen mit einem Seitenradargerät über eine Woche gezählt. Ferner wurden die Vorbeifahrtgeschwindigkeiten festgehalten. Aus den Zählergebnissen und den mittleren Geschwindigkeiten wurden gemäß RLS-90<sup>1</sup> die Schallemissionspegel berechnet. Auch die Messergebnisse wurden auf die Standardentfernung von 25 m in 4 m Höhe umgerechnet, sodass sie vergleichbar waren.

In demjenigen Straßenabschnitt, welcher inzwischen den offenporigen PMA erhalten hat, wurden kontrollierte Einzelvorbeifahrten vor und nach dem Einbau vermessen. Diese Messung musste unmittelbar vor und nach dem Einbau erfolgen, damit sich die Fahrzeuge in gleichem Zustand befinden. Hierbei fuhren drei unterschiedliche PKW und ein Kleinlastwagen in eine Messstrecke, wobei innerhalb der Messstrecke die Kupplung getreten werden sollte, damit die Antriebsgeräusche minimiert sind. Die Fahrer hatten die Aufgabe, mit einer Geschwindigkeit knapp oberhalb von 50 Km/h in die Messstrecke einzufahren. Die tatsächliche

Geschwindigkeit im Moment der Vorbeifahrt wurde gemessen. Jedes der 4 Fahrzeuge wurde dreimal für jede Fahrtrichtung registriert.

Nachdem der Belag ein Jahr gelegen hatte und somit eingefahren war, wurde vom Büro Müller BBM auf beiden Belägen eine kontrollierte Schallemissionsmessung mit einem Messanhänger nach dem CPX-Verfahren durchgeführt. Der alte Belag wurde nach dieser Methode nicht vermessen.

Ein maximales Vorbeifahrtsspektrum wird exemplarisch im Bild 1 gezeigt.



Zeichnung 1: Vorbeifahrtsspektrum

Bei diesem PKW erkennt man, dass bei einigen Frequenzen eine Pegelminderung von 10-12 dB festzustellen ist, jedoch auch Pegelerhöhungen. Der A-bewertete maximale Vorbeifahrtpegel ändert sich im Mittel über alle Fahrzeuge jedoch nur um 0,7 dB bei einem Geschwindigkeitsunterschied von 3 Km/h.

Die aus den Verkehrszählungen und Geschwindigkeitsmessungen gem. RLS-90 errechneten, auf normalen Gussasphalt bezogenen Schallemissionspegel unterscheiden sich zwischen der Vorher- und der Nachher-Situation zur Tageszeit nicht. Nachts jedoch wurde vorher ein um 3 dB höherer Schallemissionspegel berechnet, was auf einen deutlich höheren Lkw-Anteil zurückzuführen ist.

		Lm,e (T)	Lm,e (N)
Mittelwert	vorher	65,3	60,4
Mittelwert	nachher	65,8	57,2
Differenz		0,5	-3,2

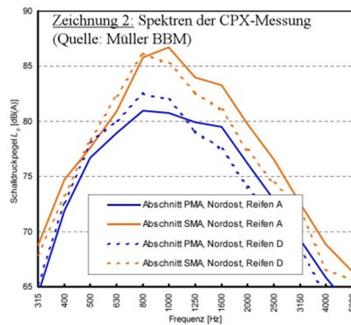
Tab. 1: Schallemissionspegel aus Zählungen/Berechnungen

Vergleicht man nun die beiden neuen Beläge unmittelbar anhand der auf Standardbedingungen umgerechneten Langzeitmessungen, so zeigt sich, dass bei denselben Verkehrsmengen auf beiden Abschnitten der Beurteilungspegel am offenporigen Asphalt sowohl tagsüber als auch nachts um 3,6-3,7 dB niedriger liegt als auf der Vergleichsstrecke mit dem konventionellen Gussasphalt. Im Mittel zeigt dies die Tabelle 3.

SMA		PMA		Differenz	
dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB	dB
Lm,e (T)	Lm,e (N)	Lm,e (T)	Lm,e (N)	tags	nachts
67,0	61,7	63,3	58,2	3,7	3,6

Tab. 2: Vergleich der neuen Beläge

Auch die durch das Büro Müller BBM durchgeführte Rollgeräuschemessung mittels Messanhänger nach der CPX-

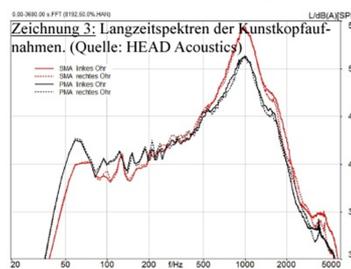


Methode3 weist eine Pegelminderung des offenporigen Asphalts gegenüber dem Gussasphalt von 2,9 dB aus. Die gemessenen Vorbeifahrtsspektren zeigt die Zeichnung 2.

**Psychophysik**

Da alle akustischen

Messtechniken zu demselben Ergebnis führten, nämlich dass der offenporige Asphalt die Geräusche nur um ca. 3 dB mindert und andererseits die Anwohner eine erhebliche Erleichterung wahrgenommen haben, wurde nach den Ursachen für die offensichtliche Diskrepanz zwischen den Messergebnissen und der Beurteilung durch Anwohner gefragt. Da es inzwischen anerkannt ist, dass die modernen psychophysikalischen Maße Lautheit, Schärfe, Rauigkeit, Schwankungsstärke, Tonalität, relative approach, das Frequenzspektrum und gegebenenfalls weitere Größen eher in der Lage sind, die Wirkung auf Menschen abzubilden, wurde das Büro HEAD Acoustics in Herzogenrath beauftragt, mittels Kunstkopfaufnahmen diese psychoakustischen Messgrößen aus Vorbeifahrten auf beiden Straßenstücken abzuzeilen. Zusätzlich sollten Bewertungen der mittels Kopfhörer im Labor abgehörten Signale abgegeben werden.



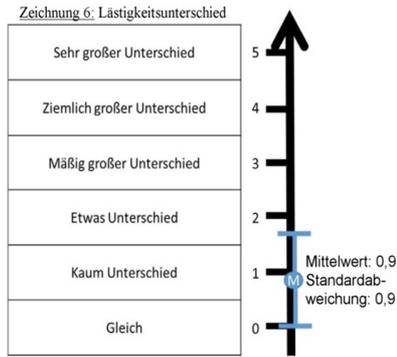
Zeigte die CPX-Messung unmittelbar am Rad einem Pegelunterschied bei 1000 Hertz von 6 dB, so schrumpft dieser bei den Kunstkopfaufnahmen über 1 h am Straßenrand auf 2 bis 2,2 dB. Andere als die Rollgeräusche treten hier offensichtlich stärker ins Gewicht.

Die mittlere 5%-Lautheit über 1 h beträgt beim normalen Splittmastixasphalt  $N_5=36,3$  sone und beim offenporigen Asphalt  $N_5=33,5$  sone. Da die Sone Skala linear ist, beträgt der Unterschied nur rund 8 %. Bei der Schärfe ergeben sich keine messbaren Unterschiede zwischen den beiden Oberflächen: In beiden Fällen beträgt sie 1,24 acum. Auch bei der Rauigkeit ist der Unterschied gering und beträgt weniger als die halbe Standardabweichung. Ein gleiches Ergebnis zeigt auch die Tonalität, gemessen nach Terhardt und Aures. Bei der Schwankungsstärke und dem relative approach lassen sich keine Unterschiede nachweisen.

Damit bestätigt sich durch die psychophysikalischen Messmethoden das bereits durch die konventionellen Standardmethoden bekannte Ergebnis, dass sich bezüglich der akustischen Eigenschaften die beiden Fahrbahnoberflächen nur unwesentlich unterscheiden. Im Gegenteil: Die A-bewerteten Pegelmaße ergeben etwas größere Unterschiede zwischen den beiden Oberflächen.



Zeichnung 4-5: Ergebnisse der Hörversuche (Quelle: HEAD Acoustics)



**Hörversuche**

Die Experimente fanden im Labor der Fa. HEAD Acoustics mit zehn geübten Versuchspersonen statt. Es wurden zwei vergleichbare Sequenzen an beiden Fahrbahnoberflächen im Paarvergleich beurteilt. Es wurde darauf geachtet,

dass die beiden Geräusche bezüglich der oben erhobenen Parameter gleich den Langzeitwerten waren. Gefragt wurden einerseits nach der Lästigkeit und andererseits, ob der offenporigen Asphalt herausgehört werden konnte. Unterschiede sollten auf einer elfstufigen Skala bewertet werden. Der konventionelle Splittmastixasphalt wurde zwar in 52 % der Urteile für lästiger gehalten, doch wird der Unterschied nur als sehr gering bezeichnet. Allerdings konnte in 66 % aller Urteile der offenporige Asphalt richtig erkannt werden. Die drei folgenden Zeichnungen zeigen diese Ergebnisse.

**Schlussfolgerungen**

Unabhängig von der gewählten Messmethode erreicht der offenporige Asphalt (PMA) gegenüber einem konventionellen Splittmastixasphalt (SMA) bei einem dünnen Auftrag von 4 cm und einer Höchstgeschwindigkeit von 50 Km/h eine Pegelminderung zwischen 2 dB und 3 dB. Auch durch psychoakustische Messmethoden lassen sich in die von Anwohnern und Fahrzeugführern berichteten Wahrnehmungsunterschiede nur in geringem Umfang verifizieren. Alle Unterschiede zwischen den beiden Belägen sind statistisch nicht signifikant.

**Literatur**

[1] Ritterstaedt, U, Gerd Eckers: Lärmgeminderter Asphalt innerstädtisch, Fortschritte der Akustik, DAGA '12 Darmstadt, S. 529 ff. DEGA (2012)

[2] Der Bundesminister für Verkehr: Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen – RLS-90 -, Ausgabe 1990

[3] Bartholomäus, W.: Lärmindernde Straßenoberflächen innerorts – eine Bestandsaufnahme. Lärmbekämpfung Bd. 4 (2009) Nr. 6, S. 250-253

[4] Müller-BBM GmbH, Niederlassung Gelsenkirchen: Vergleich eines PMA-Belages mit einem SMA-Belag. Schalltechnische Untersuchung nach der CPX-Messmethode gemäß ISO/CD 3<sup>rd</sup> 11819-2. Bericht Nr. M96-498/1 vom 07.12.2011

[5] Genuit, Klaus, André Fiebig: Kritische Betrachtung zum Thema „Lärm“-Messung: Erweiterung von Lärmprognosen durch die Psychoakustik, Z. Lärmbekämpfung 9 (2014) Nr. 1, S. 12-19

[6] HEAD Acoustics GmbH, Herzogenrath: Technischer Bericht Nr. 7.13.0075 vom 11.11.2013, Messung und Analyse von Straßenverkehrsgeräuschen an einer Ausfallstraße der Stadt Neuss