

## Psychoakustische Wirkung von Fahrbahnmarkierungen

FA 2.353

Forschungsstelle: HEAD acoustics GmbH, Herzogenrath  
 Bearbeiter: Müller, M. / Fiebig, A. / Telle, A.  
 Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau und  
 Stadtentwicklung, Bonn  
 Abschluss: Januar 2014

### 1 Aufgabenstellung

Im Straßenverkehr kann das Überfahren von Fahrbahnmarkierungen zu erhöhten Geräuschemissionen führen, welche neben dem erhöhten Schalldruckpegel aufgrund ihrer psychoakustischen Eigenschaften die Lästigkeit von Straßenverkehrsgeräuschen beeinflussen können. Wegen der vom Typ der Markierung abhängigen, speziellen Geräuscheigenschaften kann die entfernungsabhängige Lästigkeit nicht allein mit der entfernungsabhängigen Abnahme des Schalldruckpegels zuverlässig vorhergesagt werden. Für die Ableitung von Mindestabständen von der betreffenden Fahrbahn zur Wohnbebauung zur Vermeidung von Lärmbelästigung muss die durch das Überrollen von Fahrbahnmarkierungen hervorgerufene psychoakustische Wirkung systematisch untersucht werden.

Dafür wurden umfangreiche Messungen und Simulationen von praxisrelevanten Markierungsüberfahrten durchgeführt, welche anschließend sowohl über akustische und psychoakustische Parameter als auch anhand von Hörversuchen bewertet wurden. Resultierend ergaben sich Erkenntnisse über die psychoakustische Wirkung von Fahrbahnmarkierungen, sodass aus akustischer Sicht Vorschläge für Anwendungsgrenzen der Markierungen erarbeitet werden konnten. Ferner ist es mithilfe der Untersuchung möglich, situations- und entfernungsabhängige Aussagen über den Lästigkeitszuwachs, der beim Überfahren von Fahrbahnmarkierungen entsteht, zu treffen.

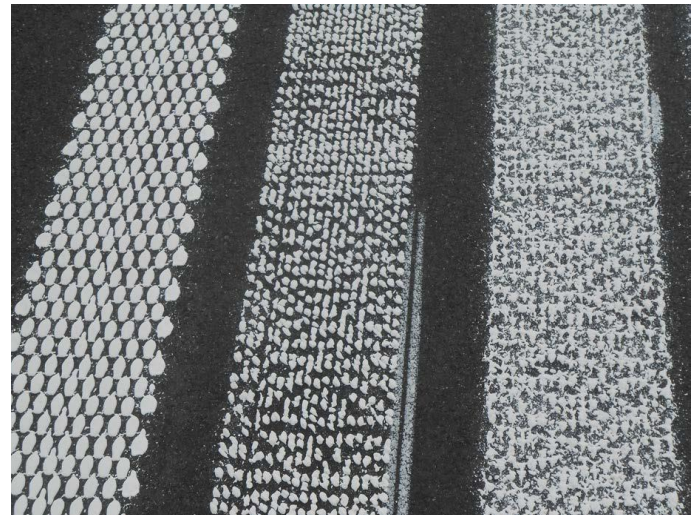
### 2 Untersuchungsmethodik

Für die Untersuchung zur Lästigkeit von Fahrbahnmarkierungsüberfahrten wurden Messungen von Markierungsüberfahrten mithilfe von Kunstkopfmesssystemen in unterschiedlichen Entfernungen durchgeführt. Es wurden eine regelmäßige und zwei unregelmäßige Agglomeratmarkierungen untersucht (s. Bild 1), die mit verschiedenen Fahrzeugtypen und unterschiedlichen Geschwindigkeiten überfahren wurden. Die Entfernungen zur Fahrbahnmitte betragen 7,5 m, 30 m und 60 m. Als Fahrzeuge wurden ein Kleinwagen (Ford Fiesta), ein Fahrzeug der Luxusklasse (Mercedes Benz S-Klasse) und ein Lkw (Iveco, 7,5 t) verwendet. Für die Mercedes Benz S-Klasse wurden die Messungen jeweils mit Sommer- und Winterreifen durchgeführt.

Die Messdaten wurden anschließend einer akustischen und psychoakustischen Detailanalyse unterzogen. Darüber hinaus wurden Geräusche von Markierungsüberfahrten simuliert. Bei den durchgeführten Messungen wurden für die Simulation benötigte Daten (Nahfeldsignale am Reifen-Fahrbahn-Kontakt, Geschwindigkeit etc.) erfasst. Basierend auf diesen Daten konnten unterschiedliche Überfahrtszenarien und Entfernungen zur Straße simuliert werden.

Zur Ermittlung der durch die Geräusche von Fahrbahnmarkierungsüberfahrten hervorgerufenen Lästigkeit wurden zwei unterschiedliche Hörversuche mit je 30 Probanden durchgeführt. In den Hörversuchen wurden Bewertungen hinsichtlich der Lästigkeit von Vorbeifahrtgeräuschen und Straßenverkehrsgeräuschen mittels einer elfstufigen Kategorienskala gemäß der ISO 15666 erhoben.

Auf Basis der perceptiven Bewertungen der Fahrbahnmarkierungsüberfahrten ließen sich Mindestabstände zur Bebauung für durchgehende und kurzzeitige Markierungsüberfahrten ableiten.



**Bild 1: Ausgewählte Fahrbahnmarkierungen**  
 links = regelmäßige Agglomeratmarkierung mit breiten Tropfen (Markierung A)  
 Mitte = unregelmäßige Agglomeratmarkierung mit dichter Längsstruktur (Markierung B)  
 rechts = unregelmäßige Agglomeratmarkierung ohne Längs- und Querstrukturen (Markierung C)

### 3 Untersuchungsergebnisse

- Die A-Markierung (regelmäßiges Agglomerat mit breiten Tropfen) führt bei durchgehender Überfahrt im Mittel zu einer Schalldruckpegelerhöhung von 12 dB(A) im Vergleich zu einer Vorbeifahrt auf Asphalt. Zusätzlich muss für durchgehende Überfahrten ein Pegelzuschlag von 10 dB(A) und für kurzzeitige Überfahrten ein Pegelzuschlag von 5 dB(A) aufgrund erhöhter Lästigkeit durch Tonalität berücksichtigt werden.
- Die B-Markierung (unregelmäßiges Agglomerat mit dichter Längsstruktur) führt bei durchgehender Überfahrt im Mittel zu einer Schalldruckpegelerhöhung von 5 dB(A) im Vergleich zu einer Vorbeifahrt auf Asphalt.
- Die C-Markierung (unregelmäßiges Agglomerat ohne Längs- und Querstrukturen) führt im Mittel zu einer Schalldruckpegelerhöhung von 7 dB(A) im Vergleich zu einer Vorbeifahrt auf Asphalt. Zwischen der B- und der C-Markierung lässt sich ein Schalldruckpegelunterschied von 1 bis 2 dB(A) feststellen.

- Die B-Markierung wurde gegenüber der C-Markierung bei der Bewertung von Einzelvorbeifahrtmessungen in Hörversuchen im Mittel um etwa eine halbe Stufe weniger lästig empfunden.
- Bei Pkw führen Markierungsüberfahrten zu niedrigerer Schärfe und höherer Rauigkeit im Vergleich zu Asphaltüberfahrten.
- Lautheits- und Rauigkeitsunterschiede zwischen den Markierungs- und Asphaltüberfahrten steigen mit der Geschwindigkeit an.
- Trotz der erhöhten Rauigkeit sind bei B- und C-Markierungen keine zusätzlichen psychoakustisch motivierten Pegelzuschläge für die Beurteilung der Lästigkeit notwendig.
- Unterschiede der akustischen und psychoakustischen Parameter zwischen den Markierungs- und Asphaltüberfahrten fallen für alle Pkw vergleichbar aus.
- Für die Lkw-Vorbeifahrten lassen sich keine signifikanten Unterschiede in den Schalldruckpegelwerten sowie in den untersuchten psychoakustischen Parametern zwischen den Markierungsüberfahrten und den Asphaltüberfahrten feststellen. Dies liegt daran, dass das Lkw-Geräusch die durch die Fahrbahnmarkierungen verursachten Geräuschemissionen verdeckt. In den Hörversuchen wurden alle Lkw-Vorbeifahrten unabhängig von der überfahrenen Markierung ähnlich lästig bewertet.
- Die Dauer der Markierungsüberfahrt und die Anzahl von Markierungsüberfahrten haben einen nachweisbaren Einfluss auf die Lästigkeitsbewertung und auf die berechneten Mindestabstände zur Bebauung.
- Die Ergebnisse der Hörversuche bestätigen, dass die Lästigkeit hauptsächlich durch die Lautheit und die Tonalität beeinflusst wird und dass die Lästigkeit durch die gewichtete Kombination dieser Parameter für unterschiedliche Entfernungen vorhergesagt werden kann.

Für durchgehende Markierungsüberfahrten (worst-case-Szenario) werden folgende Mindestabstände zur Bebauung vorgeschlagen:

**Tabelle 1: Vorschlag für Mindestbepauungsabstände bei durchgehenden Markierungsüberfahrten (worst-case-Szenario)**

Geschwindigkeit	A-Markierung	B-/C-Markierung
50 km/h	180 m	30 m
70 km/h	330 m	50 m
100 km/h	680 m	100 m
120 km/h	730 m	120 m

Durchgehende Markierungsüberfahrten stellen ein "worst-case"-Szenario dar, welches in der Realität selten vorkommt. Aus diesem Grund wurden auch Mindestabstände für kurzzeitige Markierungsüberfahrten bestimmt. Als Mindestgrenze kön-

nen die berechneten Abstände zur Bebauung der einfachen kurzzeitigen Markierungsüberfahrt herangezogen werden:

**Tabelle 2: Vorschlag für Mindestbepauungsabstände bei einer einfachen kurzzeitigen Markierungsüberfahrt**

Geschwindigkeit	A-Markierung	B-/C-Markierung
50 km/h	30 m	20 m
70 km/h	60 m	40 m
100 km/h	120 m	80 m
120 km/h	150 m	100 m

Unter der Annahme, dass bei einem Geschwindigkeitswechsel von 120 km/h auf 140 km/h der Schalldruckpegel der Vorbeifahrt um ca. 3 dB(A) ansteigt und sich die Ausprägung der Tonalität bei Markierungsüberfahrten nur unwesentlich ändert, können für die Geschwindigkeit von 140 km/h bei einfachen kurzzeitigen Markierungsüberfahrten Mindestbepauungsabstände von 200 m für die A-Markierung und 130 m für B-/C-Markierung abgeschätzt werden.

## 4 Folgerungen für die Praxis

Die Geräusche der untersuchten Überfahrt einer regelmäßigen Agglomeratmarkierung führten aufgrund einer sehr hohen Tonalität zu einer stark erhöhten Störwirkung. Für ein kontinuierliches Überrollen der Markierung wurde ein äquivalenter Pegelzuschlag von 10 dB(A) ermittelt. Für kurzzeitige Überfahrten wird ein Pegelzuschlag von 5 dB(A) vorgeschlagen. Ferner konnten mittels der Bewertungen von für unterschiedliche Entfernungen simulierten durchgehenden und kurzzeitigen Markierungsüberfahrten Mindestabstände zur Wohnbebauung abgeleitet werden, wobei die Abstände von der auf der betreffenden Straße gefahrenen Geschwindigkeiten abhängig sind. Die vorgeschlagenen Mindestabstände können den Tabellen in Kapitel 3 entnommen werden. Für die regelmäßige Agglomeratmarkierung ergaben sich dabei höhere Mindestabstände zur Wohnbebauung als für die unregelmäßigen Agglomeratmarkierungen. Die B-Markierung ist gegenüber der C-Markierung zu bevorzugen, weil diese aufgrund des Schalldruckpegelunterschieds bei der Bewertung von Einzelvorbeifahrtmessungen in Hörversuchen im Mittel um etwa eine halbe Stufe weniger lästig empfunden wurde. Insgesamt ist festzuhalten, dass Überfahrten von regelmäßigen Agglomeratmarkierungen stark störende Geräusche verursachen und daher solche Markierungen aus Sicht des Lärmschutzes in der Nähe von Wohnbebauungen nur unter Wahrung der Mindestabstände eingesetzt werden sollten.