

# Untersuchungen zur akustischen Störwirkung von Kreuzungspunkten im Rahmen der Überarbeitung der RLS-90

André Fiebig<sup>1</sup>, Till Papenfus<sup>1</sup>

<sup>1</sup> HEAD acoustics GmbH, Ebertstr. 30a, 52134 Herzogenrath, E-Mail: andre.fiebig@head-acoustics.de

## Einleitung

Mehr als die Hälfte der EU-Bevölkerung fühlt sich durch Verkehrslärm belästigt. Mit diversen Maßnahmen (z. B. die Umgebungslärmrichtlinie) wird eine effektive Verringerung der Lärmbelastung sowie -belästigung in Ballungszentren angestrebt. Für einen wirksamen, nachhaltigen Lärmschutz ist dabei eine zuverlässige Abschätzung der Lärmbelastung an wesentlichen Immissionsorten essentiell. Im Rahmen der Überarbeitung der „Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen“ (RLS-90) wurde nun der Frage der Belastung und Lärmwirkung an Kreuzungen und Einmündungen mit und ohne Lichtzeichenregelung sowie Kreisverkehrsplätzen nachgegangen. Die RLS-90 sehen einen Malus von bis zu 3 dB für lichtzeichengeregelte Kreuzungen und Einmündungen aufgrund einer zusätzlichen Störwirkung durch Bremsen und Anfahren der Fahrzeuge vor. Diesen Zuschlag galt es zu verifizieren und zu prüfen, ob ein Malus aufgrund erhöhter Störwirkung für weitere Verkehrsknotenpunkte ebenfalls vergeben werden muss. Daher initiierte das Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung bzw. diese vertretend durch die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) ein Forschungsprojekt zur Untersuchung der Störwirkung von Kreuzungspunkten mit und ohne Lichtzeichenregelung.

## Vorgehensweise zur Untersuchung der Störwirkung von Straßenverkehrsgeräuschen

### Messung an der realen Straße

Zur Gewährleistung der Vergleichbarkeit betrachteter Verkehrssituationen ist es notwendig, den gleichen Verkehrsfluss an verschiedenen Orten eines Straßenverlaufs simultan zu messen, beispielsweise an einer durchgehenden Straße, die auf verschiedene Kreuzungsknoten stößt. Mit Hilfe der Messungen konnte ermittelt werden, dass an den Verkehrsknoten (Kreuzung und Kreisverkehr) im Vergleich zur zuführenden durchgehenden Straße geringere Mittelungspegel auftreten. Störgeräusche (z. B. Hupen, Musik), Beeinflussung des Fahrverhaltens durch den Aufbau von Mess-technik, unkontrolliertes Ein- und Ausfahren von Fahrzeugen aufgrund von Seitenstraßen erlauben allerdings nur eine eingeschränkte Vergleichbarkeit der Messungen.

### Messung auf einer Teststrecke

Um objektive Aussagen über Bewertungsunterschiede aufgrund veränderten Fahrverhaltens an Kreuzungspunkten im Vergleich zur „durchgehenden Straße“ geben zu können, sind die Randbedingungen bei der Messung konstant zu halten. Die betrachteten Verkehrsszenarien müssen hinsichtlich Verkehrsmenge, Lkw-Anteil, Straßenbelag, Bebauungsreflexionen, Wetter und Gefälle identisch sein, um die unterschiedlich auftretenden Störwirkungen an den Messorten eindeutig auf das veränderte Fahrverhalten zurückführen zu können. Daher wurden Messungen auf einer Teststrecke

durchgeführt, wodurch sämtliche Randbedingungen konstant blieben. Ein weiterer Vorteil war, dass aufgrund der definierten Fahrzeugflotte die Fahrzeuge identisch waren.



**Abbildung 1:** Messung von Straßenverkehrsgeräuschen unter kontrollierten Randbedingungen auf einer Teststrecke (Institut für Kraftfahrzeuge, Aachen)

Um eine gehörliche Wiedergabe in späteren Hörversuchen zu gewährleisten, wurden mehrere Kunstkopfmesssysteme zur Messung der Verkehrsgeräusche eingesetzt. Dabei wurden mehrere Messsysteme entlang des Straßenverlaufs positioniert, um die Entfernungsabhängigkeit eines potentiellen Zuschlages näher untersuchen zu können.

## Bewertung der Verkehrsgeräusche in einem Hörversuch

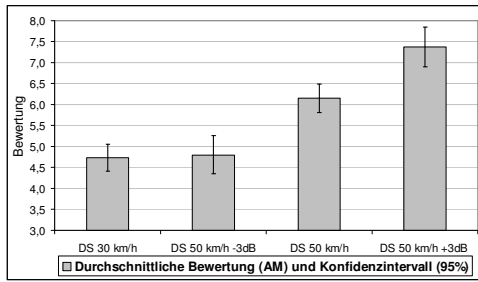
Zur Ermittlung der Störwirkung verschiedener Verkehrsszenarien wurden Hörversuche im Labor mit verschiedenen Probandengruppen durchgeführt. Mit Hilfe von Pretests wurde das Versuchsdesign sukzessive dem Untersuchungsgegenstand angepasst. Die Probanden bewerteten die Störwirkung präsentierter Verkehrsgeräusche auf einer 11-stufigen Kategorienskala, die sich an die Bewertungsskala der ISO 15666 orientierte. Der Beurteilungskontext („[...] Sie befinden sich auf einem Balkon im Erdgeschoss [...]“) versetzte den Proband in einen natürlichen, bekannten passiven Zustand, in dem oft Verkehr gehört wird. Mehrere Versuchsreihen wurden realisiert, an denen jeweils mindestens 40 Probanden teilnahmen. Leitfadenterviews ergänzten das Versuchsdesign.

## Ermittlung potentieller Zuschläge für die erhöhte Störwirkung an Verkehrsknoten

### Bewertung von Straßenverkehrsgeräuschen

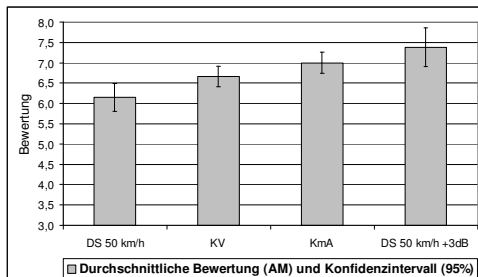
In den Hörversuchsreihen wurden verschiedene Straßenverkehrsgeräusche des Szenarios „durchgehende Straße“ präsentiert. Dabei wurden der Anteil an Lastkraftwagen am Gesamtverkehr und/oder die zulässige Höchstgeschwindigkeit variiert. Zusätzlich wurden Pegelmanipulationen vorgenommen, um weitere Informationen über die Erhöhung der Belästigung mit Zunahme des Mittelungspegels zu gewinnen und um Hinweise über pegelorientierte Zuschläge zur Kompensation der erhöhten Störwirkung zu erhalten. Abbildung 2 zeigt die Veränderung der Urteile infolge unterschiedlicher Geschwindigkeiten und manipulativer Pegeländerungen bei konstantem Lkw-Anteil. Die Grafik zeigt, dass sich eine

Änderung des Mittelungspegels für die Situation „durchgehende Straße“ in den Urteilen eindeutig niederschlägt.



**Abbildung 2:** Bewertung mit 95 % Konfidenzintervall der Situation „durchgehende Straße“ (DS) bei ca. 650 Fzg/h und einem Lkw-Anteil von 8 %; von links nach rechts: DS mit 30 km/h, DS mit 50 km/h und Pegelmanipulation von -3 dB, DS mit 50 km/h, DS mit 50 km/h und Pegelmanipulation von +3 dB

In den verschiedenen Versuchsreihen wurden Verkehrsgeräusche der Situationen „Kreisverkehr“, „Kreuzung“ und „Einmündung“ mit und ohne Ampel sowie diverse Geräusche der „durchgehenden Straße“ von den Probanden evaluiert. Abbildung 3 zeigt die Bewertung von vier Verkehrssituationen bei gleich bleibenden Randbedingungen. Die Rangfolge des Belästigungspotentials der betrachteten Situationen war über alle Versuchsreihen unter variierten Randbedingungen sehr stabil. Der Mittelungspegel erklärte die Bewertungsunterschiede im Gegensatz zur Situation der „durchgehenden Straße“ nicht hinreichend. Ein Zuschlag ist für diese Situationen zu gewähren.



**Abbildung 3:** Bewertung mit 95 % Konfidenzintervall bei ca. 650 Fzg/h und einem Lkw-Anteil von 8 %; von links nach rechts: DS mit 50 km/h, Kreisverkehr, Kreuzung mit Ampel, DS mit 50 km/h und Pegelmanipulation von +3 dB

Die Situationen „Kreuzung mit Ampel“ gefolgt von „Kreisverkehr“ und „Einmündung mit Ampel“ führten zu den höchsten Belästigungsurteilen. „Kreuzungen und Einmündungen ohne Ampel“ wiesen eine leicht erhöhte Störwirkung im Vergleich zur „durchgehenden Straße“ auf. Hinsichtlich der Veränderung des Zuschlages mit zunehmender Entfernung zum Verkehrsknotenpunkt wurde festgestellt, dass sich die Störwirkung mit zunehmender Entfernung dem Niveau der „durchgehenden Straße“ annähert.

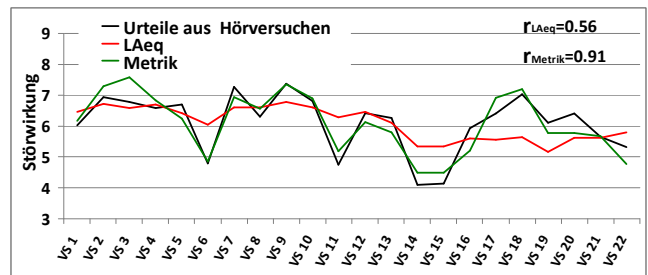
**Ableitung von Zuschlägen**

Da die erhöhte Störwirkung aufgrund des veränderten Fahrverhaltens der Fahrzeuge laut RLS-90 auf die Situation „durchgehende Straße“ bezogen wird, muss das Äquivalent der Belästigung an einem Verkehrsknoten zur „durchgehenden Straße“ ermittelt werden. Mit Hilfe der Kenntnis des Zusammenhanges zwischen den Geräuschen der „durch-

gehenden Straße“ und den resultierenden Belästigungsurteilen kann einer Bewertungsdifferenz ein dB-Äquivalent zugeordnet werden. Das Verkehrsgeräusch eines Verkehrsknotens führt zu einem höheren Belästigungswert als der Mittelungspegel der zuführenden durchgehenden Straße erwarten ließ. Der notwendige Zuschlag stellt den Pegelwert dar, der an der „durchgehenden Straße“ eben jene Belästigung hervorgerufen hätte, die am Verkehrsknoten vorlag. Die ermittelten Zuschläge waren nahezu unabhängig vom Lkw-Anteil und zulässiger Höchstgeschwindigkeit.

**Psychoakustische Bewertung der Verkehrsgeräusche**

Mit Hilfe einer psychoakustisch motivierten Metrik, in der die Parameter Lautheit (DIN 45631/A1), Schärfe (DIN 45692) und Parameter zur Quantifizierung auffälliger Geräuschmuster (Relative Approach [1]) kombiniert worden sind, ließen sich wesentliche Geräuschphänomene detektieren. Auf Grundlage der Metrik konnten die subjektiven Urteile über alle betrachteten Verkehrssituationen nachvollzogen werden. Mit den Werten der Metrik konnte im Vergleich zu den Mittelungspegeln eine deutlich höhere Korrelation mit den Urteilen erzielt werden (s. Bild 4).



**Abbildung 4:** Zusammenhang zwischen den Belästigungsbewertungen und Mittelungspegeln (transformiert) sowie den Werten einer psychoakustischen Metrik

**Zusammenfassung**

Die vorgestellte Untersuchung zeigt, dass Straßenverkehrsgeräusche an Verkehrsknoten im Vergleich zur zuführenden durchgehenden Straße eine signifikant höhere Belästigung verursachen. Zur Kompensation dieser Belästigungserhöhung aufgrund des veränderten Fahrverhaltens der Verkehrsteilnehmer sind je nach Verkehrsknoten und Lichtzeichenregelung Zuschläge von 0.5 bis 2 dB erforderlich. Eine detaillierte Veröffentlichung der Ergebnisse erfolgt nach Abschluss des Forschungsprojektes.

**Danksagung**

Die hier vorgestellten Arbeiten und Ergebnisse entstanden innerhalb des durch das Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung bzw. diese vertretend durch die Bundesanstalt für Straßenwesen geförderten Forschungsprojektes „Akustische Auswirkungen von Lichtsignalanlagen und Kreisverkehren“.

**Literaturverzeichnis**

[1] Genuit, K.: Objective evaluation of acoustic quality based on a relative approach. Inter-Noise 1996, Liverpool, UK (1996)