

Zur Berechnung des Lärms von Straßenverkehr

Wolfgang Probst

DataKustik GmbH, Gewerbering 5, 86926 Greifenberg, E-Mail: wolfgang.probst@datakustik.de

Einleitung

Im Auftrage der Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST) wurde untersucht, welche Verfahren in unterschiedlichen Berechnungsmethoden für Straßenlärm zur Beschreibung der wichtigen Parametereinflüsse angewendet werden und wie sich diese von den Methoden nach der derzeit gültigen RLS-90 unterscheiden. Letztlich sollten die Ergebnisse der Untersuchung zu Empfehlungen im Hinblick auf die anstehende Überarbeitung der RLS-90 führen. Im folgenden werden nur einige Aspekte dieser Untersuchung genannt – der vollständige Bericht wird in der Schriftenreihe der BAST in Kürze veröffentlicht.

Die Beschreibung der Emission

Zur Untersuchung der Abhängigkeit der Emission von der Fahrzeuggeschwindigkeit sowie von der Straßensteigung wurde der von einem Straßenstück in 10 m Abstand verursachte A-Schalldruckpegel berechnet und dargestellt. Obwohl damit ein Immissionswert berechnet wird, stellt dieses Verfahren sicher, dass auch Bodenreflexion und Quellenhöhe korrekt einbezogen sind.

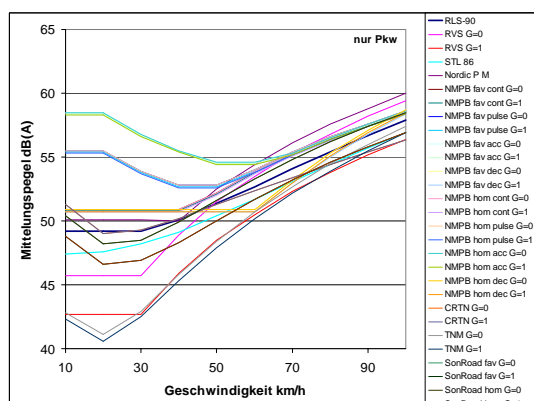


Abbildung 1: Die Abhängigkeit der Emission von der Geschwindigkeit für PKW.

Zusammenfassend zu diesem Teil der Untersuchung sei hier nur festgestellt, dass sich für PKW oberhalb von 50 km/h nach allen einbezogenen Richtlinien eine Streuung von etwa 5 dB ergibt. Bei LKW sind diese Unterschiede mit ca. 8 dB erheblich größer. Auch die Zuschläge für Straßensteigung sind sehr unterschiedlich und werden in den meisten Fällen nur als Einzahl-Korrekturen auf den A-bewerteten Pegel angewendet.

Nach RLS-90 wird eine Reflexion erster Ordnung berechnet nach dem Spiegelquellenverfahren direkt einbezogen, während der Beitrag von Reflexionen höherer als erster Ordnung für beidseitig geschlossen bebaute Straßen durch einen Mehrfachreflexionszuschlag als quasi Emissionserhöhung berücksichtigt wird. Dieser Zuschlag wurde sowohl

analytisch wie auch durch Anwendung des Spiegelquellenverfahrens bis zu hohen Reflexionsordnungen ermittelt. Das Ergebnis zeigt, dass der Zuschlag für realistische Fälle unter 2 dB bleibt und somit durch die RLS-90 eher überschätzt wird. Sie zeigt aber auch, dass die Anwendung eines Mehrfachreflexionszuschlags im Sinne der RLS-90 für Straßenschluchten ein sehr pragmatisches, dennoch ausreichend genaues und deshalb empfehlenswertes Verfahren darstellt.

Obwohl neuere Tendenzen eindeutig die Favorisierung schmalerer Frequenzbänder – zumindest 1/3 Oktaven – zur Emissions- und Ausbreitungsrechnung erkennen lassen, dürfte der Gewinn an Genauigkeit dadurch gering sein, wenn nicht auch sämtliche über Zuschläge berücksichtigten Einflüsse wie Steigung oder Straßenoberfläche in ihrer Frequenzabhängigkeit einbezogen werden. Unter Berücksichtigung von Genauigkeit, Präzision und Nachvollziehbarkeit wäre die generelle Berechnung in Oktavbändern ausreichend.

Empfehlenswert ist eine Aufteilung in Antriebs- und Rollgeräusche, weil damit der Anstieg des Motorgeräuschs mit der Straßenneigung und des Reifengeräuschs mit der Geschwindigkeit richtig wiedergegeben werden kann.

Modellierungsaspekte

Einspurige Straßen werden als – ggfs. höhengestaffelte – Linienquelle auf der Fahrbahnachse modelliert, solange zeitlich gemittelte Pegel berechnet werden. Bei mehrspurigen Straßen werden verschiedene Strategien angewendet. Mit NMPB (Frankreich) werden zumindest im Prinzip alle Spuren getrennt modelliert, während mit RLS-90 auch bei beliebig vielen Spuren die Achsen der beiden äußersten Spuren als Linienschallquellen einbezogen werden. Mit der englischen CRTN wird die gesamte Straße durch eine einzige Linienquelle in 3,5 m Abstand hinter der dem Immissionsort zugewandten Straßenkante modelliert.

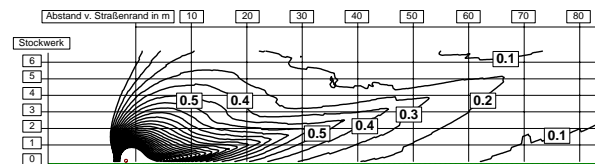


Abbildung 2: Die Abhängigkeit der Emission von der Geschwindigkeit für PKW

Der Einfluss der RLS - Näherung wurde untersucht, indem für die vollständige Modellierung aller Fahrspuren und für die Berücksichtigung der äußeren beiden Spuren je ein Raster vertikal zur Straße berechnet wurde. Das Differenzraster entsprechend Abbildung 2 stellt den von der RLS – Näherung verursachten Fehler dar. Aus dieser und

aus weiteren Untersuchungen ergibt sich, dass der Fehler bei ungeschirmter Straße in relevanten Abständen unter 0,5 dB bleibt. Selbst mit straßennahen Abschirmungen beträgt er im ungünstigsten Fall 2 dB. Berücksichtigt man, dass die Verteilung des Verkehrs auf die Fahrspuren in der Regel nicht bekannt ist, ergibt sich das RLS – Verfahren als pragmatische und akzeptable Lösung. In komplexen Fällen und bei vorhandenen Belegungszahlen bleibt es dann immer noch unbenommen, eine genaue Modellierung mit allen Spuren getrennt vorzunehmen.

Die freie Schallausbreitung

Zur Untersuchung der freien Schallausbreitung nach den einbezogenen Verfahren wurde der Schallpegel in unterschiedlichen Abständen von einem 1 m langen Straßenstück berechnet und mit dem bei ausschließlicher Berücksichtigung der geometrischen Ausbreitungsdämpfung ohne Boden berechneten Pegel normiert. Diese normierten Ausbreitungskurven sind in Abbildung 3 nach NMPB und in Abbildung 4 für Harmonoise beispielhaft dargestellt.

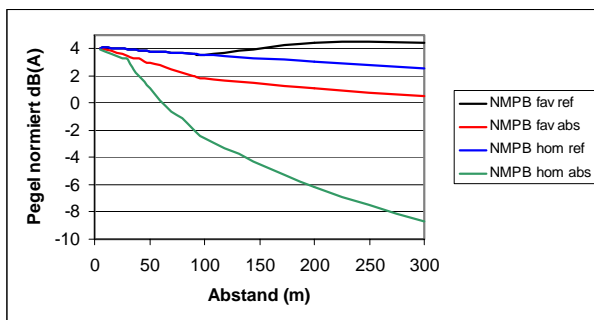


Abbildung 3: Ausbreitung bzw. Bodeneinfluss nach NMPB

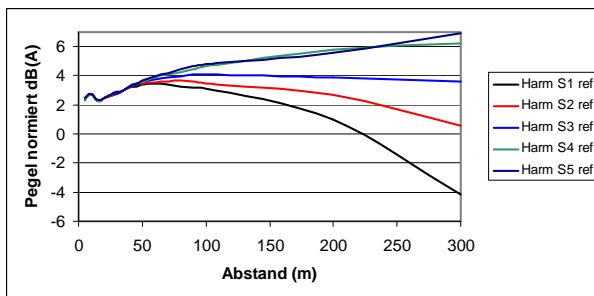


Abbildung 4: Ausbreitung bzw. Bodeneinfluss nach Harmonoise bei reflektierendem Boden und für die 5 Stabilitätsklassen

In den beiden dargestellten Fällen wird die Meteorologie durch entsprechende Ausbreitungsklassen berücksichtigt, während die RLS – 90 nur die ausbreitungsgünstige Bedingung zugrunde legt.

Der Einfluß des Bodens wird in den einzelnen Verfahren höchst unterschiedlich berücksichtigt. Während die einfachen Verfahren wie ISO 9613-2, RLS-90 oder RVS 4.0 eine von der Strahlhöhe über Boden abhängige Verstärkung (bei reflektierendem Boden) oder Schwächung (bei absorbierendem Boden) einbeziehen, werden in den „neueren“ Verfahren wie SonRoad, Harmonoise und auch NORD 2000 Direktschall und Bodenreflexion unter Berücksichtigung von Phasenbeziehungen aufgrund des unterschiedlichen Laufwegs kohärent überlagert. Im

letzten genannten Fall wird die erforderliche Ausdehnung der reflektierenden Fläche durch das Konzept der Fresnelzonen berücksichtigt.

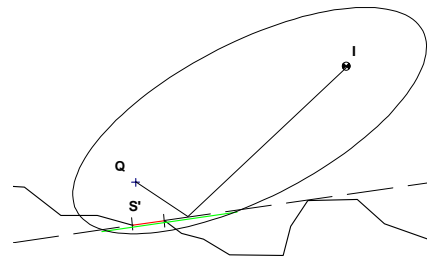


Abbildung 5: Fresnelzonenkonstruktion zur Bestimmung des Reflexionsbeitrags eines Bodenelements S'

Diese Verfahren wurden durch Berechnung in einem vertikalen Raster bei Ausbreitung über sinusförmig gewelltem Boden entsprechend Abbildung 6 untersucht und beurteilt. Dabei zeigen sich häufig eigenartige Artefakte und vor allem extrem erhöhte Rechenzeiten mit den auf kohärente Überlagerung basierenden Verfahren.

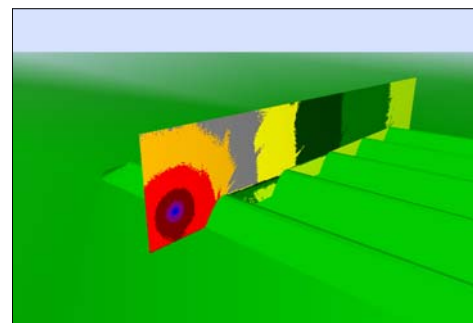


Abbildung 6: Vertikales Raster bei kohärenter Überlagerung Direktschall und Bodenreflexion

Weitere Untersuchungen

Die Studie befasst sich im weiteren ausführlich mit den Berechnungsmethoden für Abschirmung und Reflexion sowie mit speziellen Verkehrsbauwerken wie abgelenkte Schirme, Galerien und Tunnels. Um den Einfluss der Meteorologie in der Praxis zu ermitteln, wurde die Lärmkartierung einer gesamten Stadt einmal mit ausbreitungsgünstigen und ein zweites mal mit ausbreitungsungünstigen Bedingungen mit der französischen NMPB berechnet. Der mit der Differenzkarte nachgewiesene sehr kleine Einfluss fernab von jeder Bebauung zeigt, dass die Berücksichtigung der meteorologischen Bedingungen bei der Berechnung von Verkehrslärm im gesetzlich geregelten Bereich – also zum Vergleich mit Grenzwerten – keine Bedeutung hat.

Insgesamt zeigt sich, dass der mit komplexen Berechnungsmethoden geringeren Transparenz und Präzision nicht immer ein entsprechender Gewinn an Genauigkeit gegenübersteht.