

Messung der A-bewerteten Dauerschallpegel von Fahrgeräuschen und verschiedener Standgeräusch-Schalleistungspegel nach der Richtlinie 70/157/EWG von Lieferwagen im Vergleich mit Pkw

David Kliesch, Michael Wirtz, Axel Hübel

Peutz Consult GmbH, 40599 Düsseldorf, Deutschland, E-Mail: dkl@peutz.de, mw@peutz.de, ah@peutz.de

Abstrakt

Durch die im März rechtskräftig gewordene RLS19 [2] (Richtlinie für den Lärmschutz an Straßen) verändert sich der Emissionsansatz für Van-Fahrbewegungen grundlegend. Im Hinblick auf gewerbliche Nutzungen, die häufig durch Vans geprägt werden, ergibt sich die Notwendigkeit, einen fachgerechten Emissionsansatz für Vans zu ermitteln.

Basierend auf eigenen Messreihen wird der Schalleistungspegel von Fahrbewegungen typischer Fahrzeuge (Vans, Pkws) und verladetypischer stationärer Geräusche statistisch ausgewertet.

Als Ergebnis zeigt sich, dass sich bei Berücksichtigung der Messunsicherheit ein im Vergleich zu Pkw um etwa 2 dB bzw. 4 dB, je nachdem mit welcher Richtlinie verglichen wird, höherer Schalleistungspegel für Fahrbewegungen von Vans ergibt. Als Emissionsansätze ergeben sich aus den Messungen bezogen auf einen Vorgang je Stunde $L_{WA,1h,1m} = 52 \text{ dB(A)}$ für den Fahrweg. Die Schalleistungspegel für impulsartige verladetypische Geräusche decken sich mit den Emissionsansätzen der Literatur.

Einleitung

Emissionen von sich bewegendem Fahrzeugen werden nach den Vorgaben der RLS90 [3] bzw. der RLS19 [2] berechnet. Die RLS90 [3] wurde im März 2021 von der RLS19 [2] abgelöst, wird aber stellenweise in der TA-Lärm [4] noch aufgeführt.

Gerade im Bereich der Beurteilung von Gewerbelärmemissionen ergeben sich im Vergleich der beiden Richtlinien signifikante Unterschiede. Vergleicht man den Emissionsansatz von Pkw so erhöht sich die Schalleistung je Meter Fahrweg von $48 \frac{\text{dB(A)}}{\text{m}}$ auf $49,7 \frac{\text{dB(A)}}{\text{m}}$ zwischen den beiden Richtlinien. Im Falle der Lkw reduziert sich die Schalleistung je Meter von $63 \frac{\text{dB(A)}}{\text{m}}$ auf $61 \frac{\text{dB(A)}}{\text{m}}$ bei 30 km/h.

Losgelöst hiervon sind im Bereich des Gewerbelärms die Fahrbewegungen der Lieferwagen bzw. Vans bis 3,5 t häufig relevant. Hier unterscheiden sich beide Richtlinien grundlegend. In der RLS90 [3] zählten Vans zu der Kategorie der Lkw, in der RLS19 [2] nun zu der Kategorie der Pkw. Basierend auf einer strikten Bewertung von Van-Fahrbewegungen nach den Richtlinien ergibt sich ein Unterschied von $63 \frac{\text{dB(A)}}{\text{m}}$ zu $49,7 \frac{\text{dB(A)}}{\text{m}}$

für die Fahrbewegungen zwischen den beiden Richtlinien.

Lieferdienste wie Amazon oder DHL nutzen zur Abwicklung ihrer Prozesse typischerweise Vans. Hier ist es entscheidend, einen fachgerechten Ansatz für die Fahrbewegungen und auch für die typischen Verladetätigkeiten von Vans zugrunde zu legen, da sonst entweder umfangreiche und eventuell unnötige Lärmschutzmaßnahmen notwendig wären, oder die teilweise in die tausende gehenden Fahrten schalltechnisch zu niedrig bewertet werden. Im Bezug auf den Gewerbelärm ist ein zu niedrig gewählter Emissionsansatz wenig sinnvoll, da er auch gegenüber Messungen Stand halten muss. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit einen geeigneten Emissionsansatz für Van Fahrbewegungen und auch Emissionsansätze für typische Vorgänge wie Abstellvorgänge und Verladetätigkeiten zu ermitteln.

Messung

Unabhängig davon, dass sich die Fahrgeräuschpegel und verladetypische Geräusche nach vielen Methoden bestimmen lassen, wurden Pkw und Vans nach den Vorgaben der 70/157/EWG [1], in der eine Methodik für Messungen von Fahrgeräuschpegeln und stationären Geräuschen definiert wird, gemessen. Die Messung der Pkw wird als Vergleich zu den aus vielen Fahrzeugtypen gemittelten Emissionsansätzen der RLS19, RLS90 [2][3] herangezogen, um so die Messergebnisse zu verifizieren. Die Messungen erfolgten auf einem öffentlichen Parkplatz mit schallhartem Boden (Asphalt). Die Richtlinie sieht vor, die Emissionen über einen Fahrweg von 20 m bei möglichst gleichbleibender Geschwindigkeit zu ermitteln. Dazu werden 2 Schallpegelmesser in einer Höhe von 1,2 m im Abstand von 7,5 m zum Mittelpunkt der Durchfahrt aufgestellt und der Mittelwert als Messergebnis jeder Vorbeifahrt gespeichert. Als Fahrgeschwindigkeit wurden 30 km/h gewählt und mit einem Lasermessgerät geprüft. Bei einer Geschwindigkeit von 30 km/h nach Tacho, ergibt sich eine gemessene Geschwindigkeit von rund 27 km/h.

Die RLS19 [2] sieht im Bereich von 0 km/h bis 30 km/h keine unterschiedlichen Emissionsansätze für Fahrgeschwindigkeiten vor. Alle Geschwindigkeiten unter 30 km/h werden wie 30 km/h behandelt. Erst ab einer Geschwindigkeit von 30 km/h steigen die Emissionsansätze mit der Geschwindigkeit. In Abbildung 1 ist die Örtlichkeit und der Messaufbau zu sehen.



Abbildung 1: Messaufbau: Vorbeifahrt bei konstanten 30 km/h, Schallpegelmessler links und rechts im Abstand von 7,5 m, Messstrecke von 20 m.

Neben den Fahrgeräuschen der Vans wurden auch typische Verladegeräusche gemessen und ausgewertet. Lärmquellen, die z.B. während einer Verladung auftreten, sind Türenschnägel der Fahrertür, Seitentür oder Hintertür, aber auch der Motorstart. Diese wurden ebenfalls nach der Richtlinie 70/157/EWG [1], die auch eine Messmethodik für Standgeräusche definiert, gemessen und ausgewertet. Hier wird vorgesehen, die Messung mit einem Abstand von 7 m aufzuzeichnen.

Jede Messreihe besteht aus 30 Wiederholung des jeweiligen Geräusches. Ausgewertet wurden verschiedene Pkw (Ford Fiesta, VW Touran Diesel) und verschiedene Vans (Ford Transit Connect und Ford Transit Custom), sowie die verschiedenen impulsartigen Geräusche verladetypischer Tätigkeiten.

Methodik

Zunächst gilt es aus den Messergebnissen die Schallleistungspegel für die jeweiligen Fahrbewegungen zu ermitteln. Zur Herleitung der Fahrwege kann Abbildung 2 genutzt werden. Der Fahrweg wird in einzelne Segmente von je 1 m Länge unterteilt. Bei der gedachten Durchfahrt durch jedes Segment erzeugt das untersuchte Fahrzeug einen Schallleistungspegel der abhängig vom Typ des Fahrzeugs sowie der Geschwindigkeit des Fahrzeugs ist. Ein Wegelement lässt sich so als Punktschallquelle darstellen und eine Fahrtstrecke als eine Ansammlung von Punktschallquellen in Reihe. Steigt die Geschwindigkeit, so steigen die Schallemissionen des untersuchten Fahrzeugs und damit der Schallleistungspegel jeder Punktschallquelle. Die Aufenthaltszeit innerhalb der jeweiligen Segmente sinkt jedoch, so dass der Schallleistungspegel der Punktschallquelle sinkt. Ziel der Auswertung ist es, die Schallleistung eines Wegelementes unter konstanten Bedingungen zu bestimmen und als Basis für alle Wegsegmente zu definieren. Um ein möglichst breites Spektrum an Messergebnissen abzubilden werden die Messergebnisse unterschiedlicher Fahrzeuge gemittelt. Zuletzt werden die ermittelten Emissionen auf eine Stunde normalisiert.

Basierend auf der EWG Richtlinie [1] wird der Mittelungspegel über eine Strecke von 20 m in einem Abstand

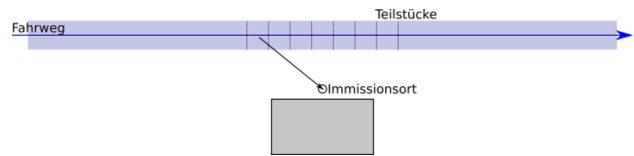


Abbildung 2: Modell einer Fahrtstrecke unterteilt in einzelne Segmente von je 1 m Länge

von 7,5 m gemessen. Die Auswertung der Schallleistung je Messung erfolgt nach Formel 1. Im Anschluss werden alle Ergebnisse gemittelt. L_{Aeq} ist der über 20 m gemittelte gemessene Schalldruckpegel je Durchfahrt. L_S ist das Hüllflächenmaß. Im Falle der Fahrgeräuschmessung ergibt sich eine halbzylinderförmige Hüllfläche zur Berücksichtigung der Bodenreflexionen mit einer Länge von $z = 20$ m und einem Radius $r = 7,5$ m nach Formel 2. L_{Zeit} normalisiert den Beitrag einer Durchfahrt auf eine Stunde. t_m steht für die Fahrzeit je Meter Wegstrecke. Die Messstrecke von 20 m wurde schon innerhalb der Hüllfläche berücksichtigt. t_h ist der Zeitraum von einer Stunde zu dem hin normalisiert wird.

$$L_{WA,1h,1m} = L_{Aeq} + L_S + L_{Zeit} \quad (1)$$

$$L_S = 10 \lg(\pi r z) \quad (2)$$

$$L_{Zeit} = 10 \lg\left(\frac{t_m}{t_h}\right) \quad (3)$$

Im Falle der impulsartigen Geräusche setzt sich Schallleistungsbestimmung nach Formel 4 zusammen. Aus der Messauswertung wird im Gegensatz zum Mittelungspegel der Maximalpegel $L_{A,max}$ ausgelesen. Die Hüllfläche ist in diesem Fall unter Berücksichtigung der Bodenreflexionen eine Halbkugel mit $r = 7$ m. Nach dem Prinzip der Taktmaximalpegel wird für die impulsartigen Geräusche eine Dauer von 5 sec vorgesehen. Demnach gilt $t_m = 5$ sec für alle gemessenen verladetypischen Geräusche (Dauer kleiner als 5 Sekunden) und t_h bleibt weiterhin die Normalisierung auf eine Stunde.

$$L_{WA,1h} = L_{A,max} + L_S + L_{Zeit} \quad (4)$$

$$L_S = 10 \lg(2\pi r^2) \quad (5)$$

$$L_{Zeit} = 10 \lg\left(\frac{t_m}{t_h}\right) \quad (6)$$

Ergebnisse

Die Messergebnisse wurden statistisch ausgewertet. Neben Mittelwert aller Messungen eines Geräuschtyps von unterschiedlichen Fahrzeugen und Maximal- und Minimalpegel wurden auch Perzentile bestimmt. Gewählt wurde das 95 % Perzentil $L_{WA,5}$ als obere Vertrauensgrenze sowie das 5 % Perzentil $L_{WA,95}$ als untere Vertrauensgrenze. Daraus resultierend liegen 90 % aller Messwerte innerhalb der ermittelten oberen und unteren Perzentilgrenzen. Die Auswertung der Messergebnisse ist in Abbildung 3 graphisch dargestellt und kann im Detail den Tabellen 1 und 2 entnommen werden.

Im Falle der Schallleistungspegel der Fahrgeräusche ergibt sich nach Tabelle 1 ein Mittelwert von $50,0 \frac{dB(A)}{m}$

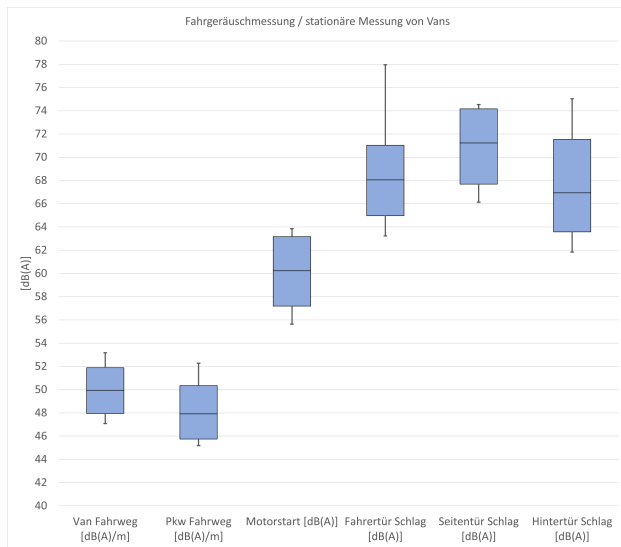


Abbildung 3: Auswertung der Messung, detaillierte Ergebnisse in Tabelle 1 und 2

Tabelle 1: Auswertung Fahrgeräusche

| | Fahrgeräusche [dB(A)] | |
|-----------------|-----------------------|----------------|
| | Van Emissionen | Pkw Emissionen |
| L_{WAeq} | 50,0 | 47,9 |
| L_{WA05} | 51,9 | 50,4 |
| L_{WA95} | 48,0 | 45,8 |
| $L_{WAm_{max}}$ | 53,2 | 52,3 |
| $L_{WAm_{min}}$ | 47,5 | 45,6 |

für Vans und $47,9 \frac{dB(A)}{m}$ für Pkw. Die Emissionen im Falle der Pkw entsprechen demnach denen der RLS90 [3] in der $48 \frac{dB(A)}{m}$ für einen Meter Pkw-Fahrweg angesetzt werden. In der RLS19 [2] ergibt sich für Pkw Bewegungen bei 30 km/h entgegen ein Schalleistungspegel von $49,7 \frac{dB(A)}{m}$, der deutlich oberhalb des gemessenen Fahrgeräuschpegels liegt.

Bei der Bewertung von Gewerbelärm nach der TA-Lärm [4] müssen generell Aussagen zur statistischen Genauigkeit des Prognosemodells getroffen werden. Es empfiehlt sich daher, sich auf den L_{WA05} zu beziehen, um so eine obere Vertrauensgrenze für die Bewertung abzubilden. Für Van-Fahrbewegungen ergibt sich nach Tabelle 1 ein Schalleistungspegel von $51,9 \frac{dB(A)}{m}$ für das obere Perzentil. Basierend auf den Messungen der Vans lässt sich ein Emissionsansatz von $51,9 \frac{dB(A)}{m}$ für einen Meter Fahrweg bezogen auf eine Stunde festlegen, der in 95 % aller Messungen eingehalten wurde.

Analog zu oben genannter Begründung werden für die impulsartigen Geräusche sowie für den Motorstart ebenfalls die L_{WA05} aus Tabelle 2 als obere Vertrauensgrenze herangezogen. Mit den Detailangaben zu den einzelnen Vorgängen lassen sich komplette Vorgänge einer Verladung abbilden. So lässt sich zum Beispiel eine Tätigkeit mit Abstell- und Abfahrtvorgang aus einem Motorstart, zwei Schlaggeräuschen der Fahrertür, einem

Tabelle 2: Auswertung Schlaggeräusche und Motorstart

| | Schlaggeräusche [dB(A)] | | | Motorstart dB(A) |
|-----------------|-------------------------|-----------|-----------|---------------------|
| | Fahrertür | Seitentür | Hintertür | |
| L_{WAeq} | 68,1 | 71,2 | 67,0 | 60,2 |
| L_{WA05} | 71,1 | 74,2 | 71,5 | 63,2 |
| L_{WA95} | 65,0 | 67,7 | 63,6 | 57,2 |
| $L_{WAm_{max}}$ | 77,9 | 74,5 | 75,0 | 63,9 |
| $L_{WAm_{min}}$ | 63,2 | 66,1 | 63,1 | 55,6 |

Schlaggeräusch der Seitentür und zwei Schlaggeräuschen der Hecktür zusammensetzen. In Summe ergibt sich als Beispiel für einen typischen Verladevorgang mit der genannten Häufigkeit und der Tatsache, dass die Verladung der Pakete selber zu vernachlässigen ist, bei Berücksichtigung der oberen Vertrauensgrenze von 95 % ein Schalleistungspegel von $L_{WA,1h} = 75,8 \text{ dB(A)}$.

Literatur

- [1] Richtlinie des Rates: zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über den zulässigen Geräuschpegel und die Auspuffvorrichtung von Kraftfahrzeugen, 02.1970
- [2] Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen e.V., Köln: Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen, 2019
- [3] Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen e.V., Köln: Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen, 1990
- [4] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionschutzgesetz, Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm, August 1998, GMBI Nr.26/1998 S. 503