

Emissionskennwerte für Regionalverbrennungstriebwagen

Dr.-Ing. F. KRÜGER; STUVA e.V., Köln

1 Einführung

In der Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen an Schienenbahnen – Schall 03 – sind explizit keine besonderen Angaben zu Korrekturwerten von Regionaltriebwagen mit Dieselantrieb enthalten [1]. Nach Tabelle 4 – Einfluss der Fahrzeugart – fallen sie unter „alle übrigen Fahrzeugarten“, der Fahrzeugkorrekturwert beträgt hierfür $D_{Fz} = 0$ dB(A), Tabelle 1. In einer Studie zum akustischen Verhalten von Regionalverbrennungstriebwagen (RVT) [2] erfolgten auch Schallmessungen am Messpunkt a3 (25 m / 3,5 m) sowie MP a2 (7,5 m / 1,2 m), Bild 1. Aus den Messwerten am MP a3 kann ein Korrekturwert D_{Fz} für die in die Studie einbezogenen Fahrzeuge unter den vorgegebenen Fahrwegrandbedingungen abgeleitet werden. Diese Ergebnisse werden vorgestellt. Des weiteren wird auch der längenbezogene Schalleistungspegel aus den Messwerten am MP a2 ermittelt. Dieser wird möglicherweise in einer neuen Ausgabe der Schall 03 den jetzigen Grundwert ablösen.

Tabelle 1: Fahrzeugkorrekturwerte D_{Fz} (Auszug aus der 16. BImSchV und Tabelle 4 der Schall 03)

Spalte	Fahrzeugart	D_{Fz} [dB]
6	alle übrigen Fahrzeuge (Hierzu zählen auch die Regional-Verbrennungstriebwagen – RVT)	0

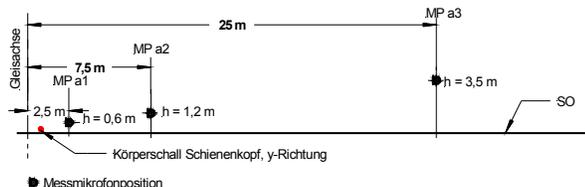


Bild 1: Messpunkte zur Erfassung der Luftschallemissionen von Schienenfahrzeugen

2 Ermittlung des Fahrzeugkorrekturwertes D_{Fz}

In DIN 45 642 (Entwurf 1998) [3] wird ausführlich die Berechnung des Grundwertes aus den Messwerten an MP a3 beschrieben. Grundlage hierfür ist der Mittelungspegel und der hieraus ermittelte Einzelereignispegel, wobei hier auf die Darstellung der einzelnen Abhängigkeiten verzichtet wird. Werden die anderen Randbedingungen, die für die Definition des Grundwertes gelten, eingehalten, dann ergibt der Vergleich zwischen dem berechneten Grundwert und dem Grundwert der Schall 03 (= 51 dB(A)) den Fahrzeugkorrekturwert $D_{Fz,RVT}$. Strenggenommen gilt dieser Wert nur für die z.Z. der Messungen vorgelegenen Randbedingungen (Wetter, Gleis, Fahrzeug). Zur Ermittlung eines allgemeingültigen $D_{Fz,RVT}$ -Wertes für Dieseltriebwagen des Regionalverkehrs wären mehrere Messungen erforderlich gewesen, die dargestellten Ergebnisse zeigen demnach nur eine mögliche Tendenz auf.

3 Untersuchte Fahrzeuge und Streckenbedingungen

Die Untersuchungen nach [2] erfolgten bei der Dürener Kreisbahn (DKB) mit einem alten 2-achsigen Schienenomnibus (SB, VT 98) der DB aus den 50er Jahren sowie dem neu entwickelten 4-achsigen Dieselleichttriebwagen RegioSprinter aus 1995 (hier RVT genannt) und bei der AKN (nahe Hamburg) mit dem 6-achsigen VTA/E-Dieseltriebwagen. Die 3 Fahrzeuge sind ausführlich in [2] beschrieben.

Alle Messungen erfolgten an eingleisigen Strecken, in der Regel auf beiden Seiten der Strecke. Bei der Dürener Kreisbahn lagen alte – aus den 30er Jahren stammende - Stahlschwellen. Die Schienenfahrfläche kann als etwas unter dem

Durchschnitt liegend eingestuft werden (wurde durch Rauheitsmessungen belegt). Bei der AKN lagen relativ neu verlegte Y-Stahlschwellen, die Schienenfahrflächen waren stark verripelt. Leider standen hier für die Messungen keine anderen Streckenabschnitte zur Verfügung, ein vorheriges Schleifen der Schienen war nicht möglich. Dies waren sehr ungünstige Randbedingungen für die Vorbeifahrmessungen, der Schwerpunkt der Messungen lag jedoch in anderen Bereichen, so dass diese ungünstigen – leider häufig anzutreffenden – Randbedingungen in Kauf genommen werden mussten. Es ist hier auch noch darauf hinzuweisen, dass weder in [1] noch in [4] Angaben zum Einfluss von Stahlschwellen zu finden sind (zum Zeitpunkt der Herausgabe beider Schriften sah man für Stahlschwellen wohl keine Zukunft mehr).

4 Ergebnisse - Grundwert

Werden nach EDIN 45642 [3] aus den Messwerten die immissionsortbezogenen Grundwerte L_{0G} berechnet, dann ergeben sich die in Bild 2 dargestellten Werte.

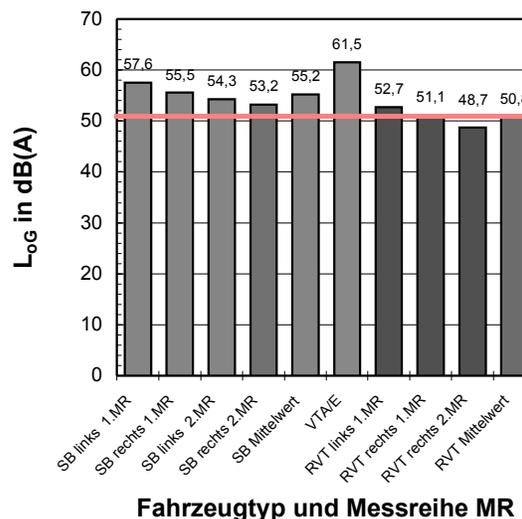


Bild 2: Immissionsortbezogene Grundwerte L_{0G} für leichte Diesel-Triebfahrzeuge, SB: Schienenbus (DKB); VTA/E: Dieseltriebwagen (AKN); RVT: Regionalverbrennungstriebwagen (DKB)

Die Werte für den SB liegen für alle Messreihen mehr oder weniger deutlich (zwischen 2 und 6 dB(A)) über dem Grundwert von 51 dB(A). Dies kann eigentlich nicht verwundern, wenn man bedenkt, dass diese Fahrzeuge z.Z. der Messungen über 30 Jahre alt waren. Im Gegensatz dazu liegen die Werte für den RVT um den Grundwert von 51 dB(A). Dies ist umso erstaunlicher, wenn man bedenkt, dass die Strecke noch älter ist als die Schienenbusse SB und nur geringfügig überarbeitet worden ist. Die deutlich höheren Pegelwerte beim VTA/E sind nicht weiter verwunderlich, wenn man die verripelten Schienenfahrflächen berücksichtigt. Diese Ergebnisse zeigen noch einmal sehr deutlich den starken Einfluss der Schienenrauheit auf den Emissionspegel, für Abnahmemessungen ist daher unbedingt auf eine geringe Rauheit zu achten (s. Vorgaben in [10]). Für moderne leichte Dieseltriebwagen des Regionalverkehrs folgt somit:

$$D_{Fz,RVT} = 0 \text{ dB.}$$

5 Vergleich verschiedener Pegelwerte

Seit längerer Zeit wird diskutiert den Grundwert L_G in [1] und [4] durch den längenbezogenen Schalleistungspegel L_W zu ersetzen. In [5] ist dieser wie folgt definiert: „Schalleistungspegel zur Kennzeichnung der Schallemission eines Schienenfahrzeuges pro 1 m Gleis, angegeben in dB“. Außerdem wird in [5] noch der „äquivalente längenbezogene Schalleistungspegel“ definiert, hierauf wird hier jedoch nicht eingegangen. Angaben zur Messung und Berechnung von L_W sind u.a. in [6] enthalten. In Österreich wird L_W als A-bewerteter Einzelwert $L_{W,A}$ oder als Oktavpegel (für die Oktaven 63 Hz bis 8000 Hz) zur Berechnung der Schallimmissionen an Schienenwegen herangezogen [5].

Für die Kennzeichnung der Schallemission wird in [10] der TEL-Wert (Transit Exposure Level oder Vorbeifahrexpositionspegel) definiert. Er lässt sich aus dem Vorbeifahrt-Mittelungspegel $L_{Am,V}$ in dB(A) (VDI 2716) wie folgt berechnen:

$$TEL = L_{Am,V} + 10 \cdot \lg\left(\frac{T_M}{T_p}\right) \quad (1)$$

mit T_M der Mittelungszeit für $L_{Am,V}$ (VDI 2716) und T_p Vorbeifahrtszeit eines Zuges (Index „P“ steht für Pufferabstand). Derzeit wird noch der AF-bewertete Maximalpegel zur Bewertung von Vorbeifahrgeräuschen herangezogen (z.B. [9]).

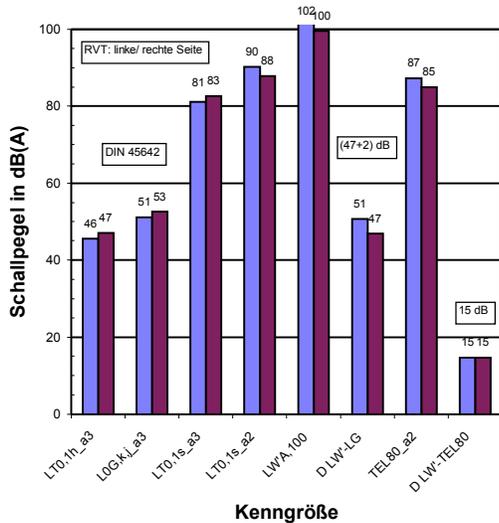


Bild 3: Vergleich verschiedener Schallpegel, RVT (Pegelwerte für die linke und rechte Fahrzeugseite)

Um die verschiedenen Werte miteinander vergleichen zu können, wurden aus den vorliegenden Messergebnissen die genannten Pegelwerte berechnet (einen guten Überblick über diese Zusammenhänge ist auch in [7] zu finden). Hierin sind auch Vorschläge für Schall-Emissionsgrenzwerte von Schienenfahrzeugen enthalten (hierzu s.a. [11]).

In Bild 3 sind verschiedene Abhängigkeiten dargestellt (L_{T0} und L_{0G} aus MP a3, TEL für MP a2). Näherungsweise lassen sich diese für den A-bewerteten und auf $v_0 = 100$ km/h bezogenen längenbezogenen Schalleistungspegel wie folgt beschreiben (s.a. [7]):

$$L_{W,A,100} = TEL_{80,a2} + 15 \text{ dB},$$

$$L_{W,A,100} = L_{0G} + 49 \text{ dB (in [7] wird (47+2) dB genannt)},$$

$$L_{W,A,100} = L_{T0,1h,a3} + 55 \text{ dB}.$$

Für die Messergebnisse auf der anderen Fahrzeugseite weichen die Korrekturwerte geringfügig von den genannten Werten ab. Die hier vorgestellten Werte stimmen demnach recht gut mit den in [7] genannten Korrekturwerten überein.

Weitere Ergebnisse enthält Bild 4. Insbesondere werden hier den „alten“ Fahrzeug-Emissionskennwerten die voraussichtlich neuen gegenübergestellt (TEL anstelle von L_{AFmax}).

Es ergeben sich hieraus folgende Abhängigkeiten:

$$TEL_{80,a2} = L_{AFmax,80,a2} - (2,6 \pm 1) \text{ dB},$$

$$L_{AFmax,80,a2} = L_{Am,V,80,a2} + (5,5 \pm 0,9) \text{ dB}.$$

$L_{Am,V}$ entspricht hier dem Vorbeifahrt-Mittelungspegel nach VDI 2716.

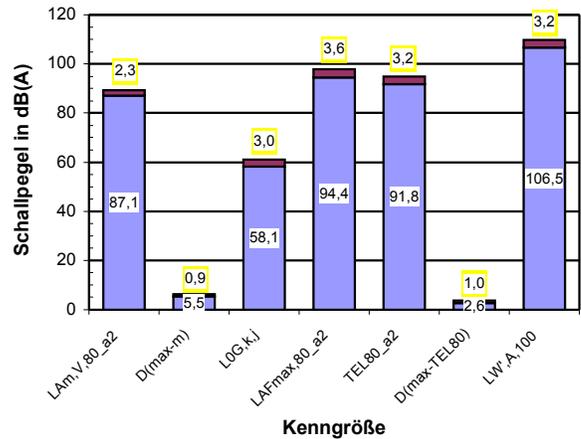


Bild 4: Vergleich verschiedener Schallpegel, Schienenbus (eine Fahrzeugseite)

6 Zusammenfassung

Aus den vorgestellten Ergebnissen lassen sich 2 wesentliche Aussagen herleiten:

1. Der bisher angewandte D_{Fz} -Wert von 0 dB für Dieseltriebwagen konnte bestätigt werden (Rauheitsmessungen ergaben Werte um die in [10] dargestellte Grenzkurve),
2. Die in [7] abgeleiteten Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Kenngrößen können weitgehend auch auf diese Fahrzeuggruppe übertragen werden.

Offen geblieben ist die Frage nach dem möglichen Einfluss von Stahlschwellen auf die Emission. Hierzu sind weitergehende Untersuchungen erforderlich, die aber möglicherweise zu demselben Ergebnis führen werden wie für den Vergleich zwischen Holz- und Betonschwellen ($D_{Holz} = D_{Beton}$). Anderes – und dies betrifft auch die Holz- und Betonschwellen – könnte dann gelten, wenn anstelle eines Einzahlwertes Oktavpegel des längenbezogenen Schalleistungspegels für die Emission herangezogen werden.

In [7] werden für $L_{W,A,100}$ Werte zwischen 90 dB und 108 dB genannt, für die Baureihe 610 der DB AG z.B. 102 dB. Für den RVT (DKB) wurden Werte in derselben Größenordnung gemessen (zwischen 100 dB und 102 dB), Bild 3.

7 Literatur

- [1] SCHALL 03 Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen (2. korrigierte Ausgabe Juli 1990)
- [2] Krüger, F./Becker, H. u. P. Prüm: Ermittlung von Grundlagen und messtechnische Untersuchungen zur schall- und schwingungstechnischen Optimierung von Schienenfahrzeugen für den Regionalverkehr – Teil II - Messtechnische Analyse. BMBF Forschungsprogramm (Dezember 1996)
- [3] NN: EDIN 45642: Messung von Verkehrsgeräuschen:1998
- [4] Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV) vom 12. Juni 1990
- [5] NN: ÖNORM S 5011:Entwurf 1994 – Berechnung der Schallimmission durch Schienenverkehr; Zugverkehr, Vershub- und Umschlagbetrieb
- [6] NN: ÖNORM S 5024:199 – Messung der Schallemission von Schienenfahrzeugen
- [7] Kurze, U./Diehl, R./Weißberger, W. u. J. Schneider: Ermittlung und Fortentwicklung des Lärminderungspotentials beim Schienenverkehr und seine Umsetzung in Geräuschvorschriften und Minderung der Lärmimmission von Güterwagen durch Optimierung lärmrelevanter Komponenten (insbesondere der Bremssysteme. UBA-Vorhaben 105 05 806/7
- [9] Krüger, F.: Handbuch Schall und Erschütterungen im Schienennahverkehr, BEKA, Köln (2002)
- [10] NN: prEN ISO 3095 : Messung der Geräuschemission von spurgebundenen Fahrzeugen (Entwurf Februar 2001)
- [11] Danneskiold-Samsøe, U./ Barsikow, B./ Kalivoda, M./ Krüger, F. u.a.: A Study of European Priorities and Strategies for Railway Noise Abatement; Annex I - Retrieval of Legislation. EU Commission, Directorate-General for Energy and Transport (November 2001).