

Anmerkungen zur prEN ISO 3095 und Schall 03 für Nahverkehrsbahnen

Dr.-Ing. F. KRÜGER und H. Becker; STUVA e.V., Köln

1 Einführung

Seit mehreren Jahren werden zwei wichtige Regelwerke für Geräusche aus dem Schienenverkehr mehr oder weniger intensiv bearbeitet. Hierbei handelt es sich um DIN 45637 [1] (pr EN ISO 3095 [2]) und die Richtlinie Schall 03 [3]. Insbesondere bei der Richtlinie Schall 03 wird darüber nachgedacht, ob, wie und unter welchen Umständen sie bearbeitet werden kann (Arbeitskreismitglieder, Leitung des Arbeitskreises, Kompetenzen, Änderungen der 16. BImSchV etc.).

Im Hinblick auf eine weitere Bearbeitung dieser Regelwerke wurden einige Auswertungen von Luft- und Körperschallmessungen an Strecken des Schienenpersonennahverkehrs durchgeführt, von denen im Folgenden einige zusammenfassende Ergebnisse vorgestellt werden. Inwieweit diese Ergebnisse auch auf den Fern- oder Vollbahnverkehr übertragbar sind, ist - bei Bedarf - zu prüfen. Es werden Ergebnisse zu drei Bereichen vorgestellt:

- Indirekte Rauheitsmessungen (Schiene)
- Schallausbreitung (7,5 m → 25 m)
- Holz-/Betonschwellen

2 Durchgeführte Messungen

Alle hier dargestellten Messergebnisse beziehen sich auf Messungen, die an den in **Bild 1** dargestellten Messpunkten durchgeführt wurden: Körperschall am Schienenkopf in y-Richtung sowie Luftschall an den Messpunkten 2,5 m/0,6 m; 7,5 m/1,2 m; 25 m/3,5 m (Abstand von Gleismitte / Höhe über SO). Ermittelt wurden jeweils der Maximalpegel $L_{pAFmax,m}$ und der Vorbeifahrt-Mittelungspegel $L_{Am,V}$ nach VDI 2716 [4] für den Luftschall. In gleicher Weise wurde auch der gemessene Schienenkörperschall SKS (Schnelle v) ausgewertet.

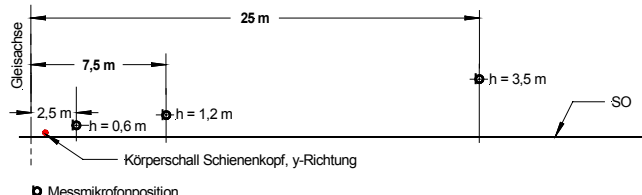


Bild 1: Messpunkte am Gleis: Körper- und Luftschall

3 Messergebnisse

3.1 Vergleich Körperschall/Luftschall

Aus vorliegenden Messergebnissen an Strecken verschiedener Nahverkehrsbetriebe wurden Regressionsen für jeweils 2 Messwertpaare berechnet.

Zunächst zeigt **Bild 2** ein Ergebnis aus [5]. Dargestellt ist hier der Luftschall $L_{pAFmax,m}$ der drei o.g. Messpunkte über dem A-bewerteten Schienenkörperschall $L_{vAm,m}$ (SKS). Dieser Auswertung liegen Ergebnisse aus mehreren Verkehrsbetrieben zugrunde (nur offene Schottergleise).

Das Bestimmtheitsmaß R^2 hat für den Messpunkt in 2,5 m Entfernung einen Wert von 0,53 (Korrelationskoeffizient $R = 0,73$), es besteht demnach ein mittelstarker bis starker Zusammenhang zwischen beiden Größen. Es ist hierbei zu beachten, dass jeweils die gemittelten Werte einer Messreihe für eine Fahrgeschwindigkeit von $v = 40$ km/h miteinander korreliert wurden. Dennoch zeigt bereits diese Darstellung, dass ein Zusammenhang zwischen Schienenkörperschall und emittierten Luftschall zu vermuten ist. Für die beiden anderen MP beträgt $R = 0,4$ (7,5 m) und $R = 0,28$ (25 m). Hierfür ist demnach nur ein schwacher Zusammenhang vorhanden. Aus [6] und anderen Untersuchungen ist bekannt, dass die Rauheit der Fahrflächen von Rad und Schiene einen maßgeblichen Ein-

fluss auf den angeregten und abgestrahlten Schallpegel ausübt. In [2] wird daher für Abnahmemessungen von neuen Schienenfahrzeugen ein bestimmter Rauheitspegel der Schienenfahrfläche vorgeschlagen, der bei den Messungen nicht überschritten werden sollte.

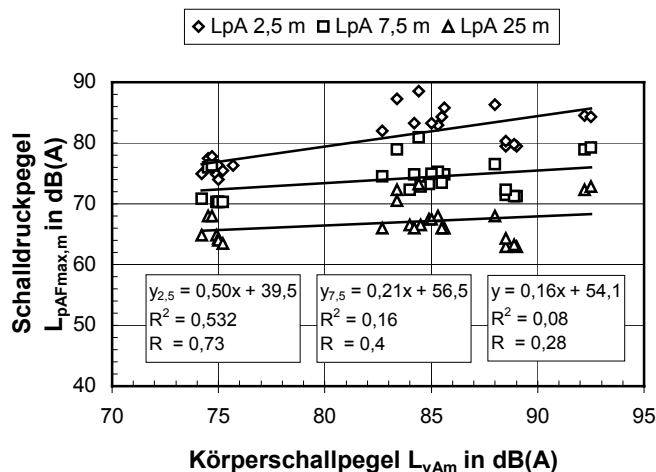


Bild 2: Schalldruckpegel $L_{pAFmax,m}$ in Abhängigkeit vom Schienenkörperschall L_{vAm} ; Messergebnisse aus 8 Städten, Schottergleise, $v = 40$ km/h [5]

Den Zusammenhang von Einzelergebnissen (Pegel einzelner Vorbeifahrten) zeigt **Bild 3**. Diese Messungen erfolgten im Streckennetz einer Stadt (ein Verkehrsbetrieb) an insgesamt 8 verschiedenen Stellen (8 verschiedene Fahrbahnarten, gleicher Fahrzeugtyp). Die Vorbeifahrtsgeschwindigkeiten betragen – je nach Streckenabschnitt – zwischen ca. 30 km/h und 70 km/h. Die Korrelationskoeffizienten liegen hier zwischen ca. 0,55 und 0,98, wobei sie bei den offenen Fahrbahnarten etwas höher liegen als bei den geschlossenen Fahrbahnarten. Dies kann u.a. zurückgeführt werden auf das „freie“ Schwingen der Schiene. Interessanterweise ist kaum ein Unterschied für die einzelnen Messpunkte vorhanden.

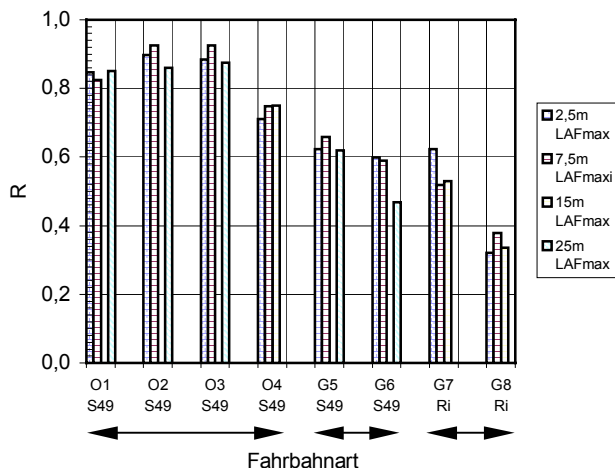


Bild 3: Korrelationskoeffizienten R für den Zusammenhang zwischen Schienenkörperschall (Schnellepegel) und emittierten Luftschallpegel in verschiedenen Abständen zur Strecke (Gleismitte); Vorbeifahrt-Mittelungspegel $L_{Am,V}$ nach [4]. Acht verschiedene Fahrbahnarten (O = offene Fahrbahn; G = geschlossene Fahrbahn), gleicher Fahrzeugtyp

Beispielhaft zeigt **Bild 4** den Zusammenhang zwischen den Schalldruckpegeln am Messpunkt in 25 m Abstand von Gleis-

mitte und dem Schienenkörperschallpegel für einen Messabschnitt (offene Fahrbahnarten und gleicher Fahrzeugtyp). Das Bestimmtheitsmaß R^2 beträgt hier 0,78 ($R = 0,88$). Ähnliche Zusammenhänge ergaben sich auch für die anderen Luftschallmesspunkte in 2,5 m und 7,5 m Abstand (s. a. Bild 3).

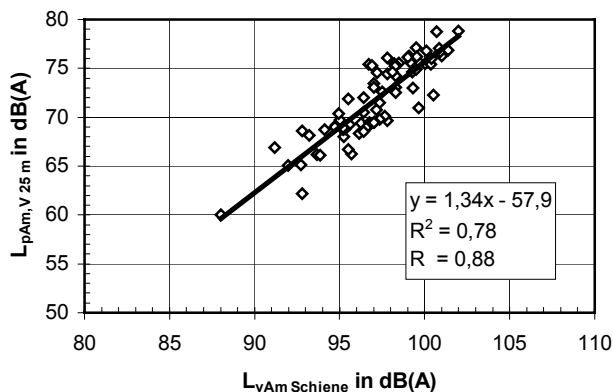


Bild 4: Zusammenhang zwischen Schienenkörperschall und Schalldruckpegel in 25 m Abstand von Gleismitte (Vorbeifahrt-Mittelungspegel); offene Fahrbahnarten, ein Fahrzeugtyp

In **Bild 5** sind für eine Zugvorbeifahrt Körper (L_v)- und Luftschallspektren (L_p) dargestellt (U-Bahnzug auf Betonschwellengleis). Die Kohärenzfunktion zwischen den Messwerten der Schiene und dem Luftschallmesspunkt in 2,5 m Abstand zeigt nur für einige wenige Frequenzen gegen 1 gehende Werte.

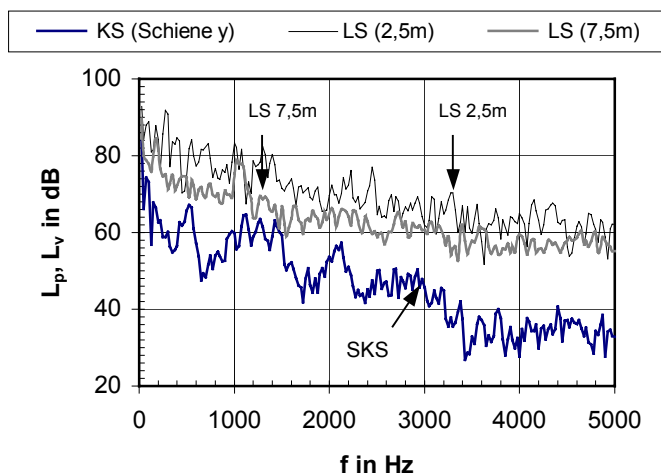


Bild 5: Körperschall- und Luftschallspektren für eine Zugvorbeifahrt, $v = 60$ km/h; $\Delta f = 25$ Hz

3.2 Schallausbreitung (7,5 m → 25 m)

In der 16. BImSchV (Richtlinie Schall 03) ist der Emissionspunkt EP festgelegt auf 25 m Abstand von Gleismitte und 3,5 m über Schienenoberkante SO. Bei Strecken des Nahverkehrs ist es oft nicht möglich, an diesem Emissionspunkt Messungen durchzuführen. In solchen Fällen wird dann am Messpunkt 7,5 m von Gleismitte und 1,2 m über SO gemessen (s.a. prEN ISO 3095). Nach der 16. BImSchV ergibt sich ein Differenzpegel von ca. **7 dB(A)** zwischen den beiden Messpunkten. Dieser Wert gilt für die lange und gerade Strecke, ebene Ausbreitungsbedingungen (Gleis (SO) und Umgebung liegen auf gleicher Höhe) sowie Einbeziehung der Boden- und Meteorologiedämpfung D_{BM} .

Eine Auswertung von Messergebnissen für Straßenbahnen (l ca. 25 m) ergibt einen Differenzpegel von **7,1 dB(A)** und bei - längeren - U-Bahn-Fahrzeugen einen Differenzpegel von **8,2 dB(A)** - Kurzzug - und **9,5 dB(A)** - Langzug (**Bild 6**). Hiernach

sind bei längeren Fahrzeugen höhere Differenzpegel vorhanden. In der alten VDI Richtlinie 2716 (Juli 1975) wird dagegen ein umgekehrter Zusammenhang aufgezeigt: Je länger die Züge, desto geringer der Differenzpegel.

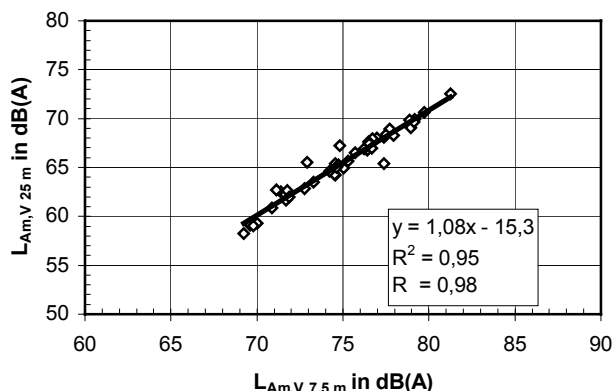


Bild 6: Zusammenhang zwischen den Schalldruckpegeln an den beiden Messpunkten 7,5 m und 25 m; ein Streckenabschnitt mit Holzschwellen, ein Zugtyp

3.3 Holzschwellen / Betonschwellen

Bei der Hamburger Hochbahn AG wurden 1999 vergleichende Schallmessungen auf Gleisabschnitten mit Holz- und Betonschwellen durchgeführt. Beide Gleisabschnitte wurden hierfür gleichzeitig ein Jahr vor den Messungen erneuert. Es erfolgten Außen- und Innengeräuschmessungen (auch im Bereich eines Drehgestells) mit einem DT4-Fahrzeug [7].

Sämtliche Messungen ergeben, dass Betonschwellengleise nicht zu höheren Geräuschemissionen führen als Holzschwellengleise. Die Messergebnisse zeigen sogar, dass in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit und dem Messpunkt, ein leichtes Plus für das Betonschwellengleis vorhanden ist (**Tabelle 1**). Entgegen den Angaben in der 16. BImSchV und der Richtlinie Schall 03 sind demnach Gleise mit Betonschwellen akustisch nicht schlechter zu bewerten als solche mit Holzschwellen. Innen- und Außenschallmessungen führen nahezu zu demselben Ergebnis.

Tabelle 1: Vergleich Holz- / Betonschwellengleise (MP 25 m)

v in km/h	Schalldruckpegel $L_{AFmax,m}$ in dB(A)		
	H-Schwellen	B-Schwellen	Differenz
40	64,4	63,0	-1,4
60	67,5	67,3	-0,2
80	70,4	70,0	-0,4

4 Literatur

- [1] NN: E DIN 45637 : Akustik – Außengeräuschmessungen an spurgebundenen Fahrzeugen (November 1990)
- [2] NN: prEN ISO 3095 : Messung der Geräuschemission von spurgebundenen Fahrzeugen (Entwurf Februar 2001)
- [3] SCHALL 03 Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen (2. korrigierte Ausgabe Juli 1990)
- [4] NN: VDI 2716 : Luft- und Körperschall bei Schienenbahnen des öffentlichen Personennahverkehrs (März 2001)
- [5] Garbe, E./ Kasten, P./ Krüger, F. u.a.: Geräuschsituation bei neuen Schienenfahrzeugen des Stadtverkehrs (U-Bahnen, Stadtbahnen, Straßenbahnen). STUVA Forschungsberichte 25/91 (Mai 1991)
- [6] Groß, K.: Zusammenhänge zwischen den Geräuschpegeln von Schienenfahrbahnen und Oberflächenrauigkeiten von Rad und Schiene. BMFT-Forschungsprogramm: Verminderung des Verkehrslärms in Städten und Gemeinden – Teilprogramm Schienenahverkehr, Band 15 (Januar 1982), Herausgeber: STUVA e.V.
- [7] Krüger, F. u. G. Witte: Geräuschentwicklung bei der Hamburger U-Bahn (demnächst im „DER NAHVERKEHR“)